

PROYECTO GESTION DEL RIESGO ENSO EN AMERICA LATINA

Investigación Comparativa, Información y Capacitación desde una Perspectiva Social



INFORME TÉCNICO FINAL - BORRADOR PATRONES Y PROCESOS DE CONFIGURACIÓN ECUADOR

Quito, Noviembre de 2004

Ing. Othón Zevallos, *M.Sc.*
Co-Investigador Principal.

EPN

LA RED

IAI

INDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
 - 1.1 El “Fenómeno El Niño”
 - 1.2 El Programa de Investigación ENSO/IAI

- 2. RIESGO COMO PRODUCTO DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD**
 - 2.1 Enfoques sobre modelos de gestión de riesgo
 - 2.2 La evidencia empírica – Registro de desastres como manifestación del riesgo

- 3. LA HERRAMIENTA DESINVENTAR Y LA BASE DE DATOS DE ECUADOR**
 - 3.1 El Software Desinventar
 - 3.2 La Base de Datos de Ecuador

- 4. DESASTRES ASOCIADOS A ENSO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA (VC)**
 - 4.1 Clasificación según origen de los desastres
 - 4.2 Magnitud de los desastres
 - 4.3 Tipología de los desastres asociados a ENSO y VC

- 5. PATRONES DE DESASTRES HIDROMETEOROLOGICOS**
 - 5.1 Patrón Temporal
 - 5.2 Patrón espacial de distribución de desastres
 - 5.3 Patrón semántico

- 6. ANÁLISIS DE PATRONES COMPLEJOS**
 - 6.1 Análisis Temporal - semántico
 - 6.2 Variación geográfico – temporal de los DHM
 - 6.3 Análisis temporal y espacial

- 7. EVENTOS ENSO 82-83 Y 97-98**
 - 7.1 Evento 1982 – 1983
 - 7.2 Evento 1997-1998

- 8. ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS ASOCIADAS A ENSO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA (VC) EN LA COSTA ECUATORIANA**
 - 8.1 Periodos ENSO
 - 8.2 Eventos ENSO y sus manifestaciones a nivel de Ecuador
 - 8.3 Señales ENSO y VC, Normalidad y Anormalidad
 - 8.4 Aumento de pluviosidad en el periodo de análisis

- 9. EFECTOS DE LOS DESASTRES EN PERSONAS E INFRAESTRUCTURA**
 - 9.1 Tipos de afectaciones asociadas
 - 9.2 Resultados de afectaciones según DI
 - 9.3 Incremento de los efectos de los desastres a lo largo del tiempo

10. ÍNDICES DE RIESGO MATERIALIZADO

- 10.1 Construcción del Índice de Riesgo Hidrometeorológico**
- 10.2 Análisis de Componentes principales**
- 10.3 Índice en relación a la población**

11. INDICES DE VULNERABILIDAD

- 11.1 Riesgo HM como consecuencia de la vulnerabilidad**
- 11.2 Construcción del Índice de Vulnerabilidad**
- 11.3 Índice de Vulnerabilidad (IDV)**
- 11.4 Análisis comparativo de Resultados**
- 11.5 Vulnerabilidad de las poblaciones menores**

12. PROCESOS DE CONFIGURACIÓN DEL RIESGO

- 12.1 Niveles de análisis: del nacional al regional y hacia lo local**
- 12.2 Selección de la región de análisis**
- 12.3 La Provincia de Manabí**
- 12.4 Análisis de los desastres en la Provincia de Manabí**
- 12.5 La Pluviosidad como indicador de amenaza**
- 12.6 Análisis de las relaciones entre riesgo, amenaza y vulnerabilidad – Aplicación a la Provincia de Manabí**
- 12.7 La construcción social del riesgo: El caso de la cuenca del Río Portoviejo**
- 12.8 Reflexiones sobre los procesos de configuración del riesgo ENSO y VC**

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

- Figura No.1 Relaciones en un escenario de Riesgo
- Figura No.2 Comparación de casos de cólera registrados en MSP y DI
- Figura No.3 Origen de los registros de desastres en Desinventar
- Figura No.4 Comparación de la variación de desastres naturales y antrópicos
- Figura No.5 Incremento porcentual de las inundaciones y deslizamientos en relación al total de desastres reportados
- Figura No.6 Tipo y magnitud de los desastres
- Figura No.7 Distribución de la magnitud de desastres durante el evento ENSO 97-98
- Figura No.8 Clasificación de Cantones por promedio anual de Inundaciones.
- Figura No.9 Clasificación de Cantones por promedio anual de Deslizamientos.
- Figura No.10 Variación de la morbilidad malárica en el Ecuador (Fenómeno El Niño 82-83; 97-98).
- Figura No.11 Variación temporal de desastres a lo largo del periodo de estudio
- Figura No.12 Relación de desastres por periodos ENSO y por Variabilidad Climática (No ENSO)
- Figura No.13 Estacionalidad en la ocurrencia de desastres Hidrometeorológicos
- Figura No.14 Precipitación media mensual para la estación Portoviejo
- Figura No.15 Porcentaje de Eventos reportados por provincia
- Figura No.16 Distribución geográfica de desastres hidrometeorológicos en el territorio nacional
- Figura No. 17 Tipo y número de desastres en la región Costa incluyendo Galápagos
- Figura No. 18 Tipo y número de desastres en la Sierra.
- Figura No.19 Tipo y número de desastres en la Amazonia.
- Figura No. 20 Distribución de desastres a nivel cantonal
- Figura No.21 Eventos Hidrometeorológicos más frecuentes
- Figura No.22 Tipo de desastres más frecuente por cantón
- Figura No.23 Variación de los principales DHM en las últimas 3 décadas
- Figura No.24 Expansión de las áreas afectadas por Desastres HM en las 3 últimas décadas
- Figura No.25 Variación del número de Desastres HM en cuatro cantones a lo largo de las últimas 3 décadas
- Figura No.26 Promedio anual de desastres por cantón en periodos No ENSO (VC)
- Figura No.27 Promedio anual de desastres por cantón en periodos ENSO (Influencia de ENSO)
- Figura No.28 Patrón de ocurrencia y tipo de desastres durante el evento ENSO 82-83
- Figura No.29 Distribución cantonal de desastres durante el evento ENSO 82-83
- Figura No.30a Distribución geográfica de desastres asociados al evento ENSO 97-98 (A nivel provincial)
- Figura No.30b Distribución geográfica de desastres asociados al evento ENSO 97-98 (A nivel Cantonal)
- Figura No.31 Macrorregiones en función de la influencia de El Niño sobre los totales pluviométricos anuales (Rossel, 1993)
- Figura No.32 Intensidades máximas para los eventos ENSO 82-83 y 97-98
- Figura No.33 Caudales máximos observados en Ecuador
- Figura No.34 Anomalías de pluviosidad Est. Portoviejo con relación a anomalías de la TSM en la región EN 1+2 y la ocurrencia de desastres HM.
- Figura No.35 Media móvil Estación Portoviejo

- Figura No.36 Porcentaje de los desastres HM que producen afectaciones
- Figura No.37 Muertes por Tipo de evento
- Figura No.38 Destrucción de viviendas por tipo de evento
- Figura No.39 Afectación de personas por tipo de evento
- Figura No.40 Variación del promedio de afectados por desastre a nivel quinquenal
- Figura No.41 Subíndice de Riesgo Poblacional
- Figura No.42 Subíndice de Riesgo de Infraestructura y servicios
- Figura No. 43 Índice de Riesgo Hidrometeorológico (IRH)
- Figura No.44 Índice de Riesgo Materializado por millón de habitantes
- Figura No.45 Subíndice de Vulnerabilidad de Acceso a Recursos (SAR)
- Figura No.46 Subíndice de Vulnerabilidad Socio – Económica (SSE)
- Figura No.47 Subíndice de Vulnerabilidad Demográfica y de Dinámica Poblacional (SDP)
- Figura No.48 Índice de Vulnerabilidad – IDV
- Figura No.49 Mapa del Índice de Vulnerabilidad.
- Figura No.50 Crecimiento del Número de desastres con relación a la población en las últimas 3 décadas
- Figura No.51 Distribución de periodos de inundaciones y sequías en la Provincia de Manabí (Periodo 1960 – 2003)
- Figura No.52 Distribución de estaciones pluviométricas en los cantones de la Provincia de Manabí
- Figura No.53 Distribución de estaciones pluviométricas en los cantones de la Provincia de Manabí
- Figura No.54 Imagen satelital de la cuenca del Río Portoviejo
- Figura No.55 Características ambientales, socio económicos y de uso de la Cuenca del Río Portoviejo
- Figura No.56 Índice negativo en la producción de agua y sedimentos
- Figura No.57 Procesos erosivos en las márgenes del Río Lodana en la cuenca alta del Río Portoviejo
- Figura No.58 Procesos erosivos en las laderas en la cuenca media del Río Portoviejo
- Figura No.59 Inundaciones en la cuenca baja en el Valle del Río Portoviejo, agravadas por la construcción de infraestructura vial mal concebida.

INDICE DE CUADROS

- Cuadro No.1 Desastres más frecuentes por décadas
- Cuadro No.2 Calificación de los Desastres según la metodología del grupo de Argentina
- Cuadro No.3 Porcentaje de Efectos por Magnitud
- Cuadro No.4 Variación del número de Desastres a nivel quinquenal
- Cuadro No.5 Tipo de eventos y sus efectos. Periodo 1970 - 2003
- Cuadro No.6 Comparación de periodos ENSO según varios autores
- Cuadro No.7 Anomalía de precipitación anual en comparación con la clasificación de periodos ENSO
- Cuadro No.8 Eventos más representativos por tipo de afectación
- Cuadro No.9 Probabilidad de ocurrencia de inundación a nivel cantonal obtenida a partir de registros de Desastres de Desinventar
- Cuadro No.10 Número de muertes con relación a la población
- Cuadro No.11 Número de desastres con relación a la población
- Cuadro No.12 Desastres más frecuentes en Manabí
- Cuadro No.13 Localización de las estaciones usadas

Cuadro No.14 Indices de evaluación del grado de adversidad en la producción de agua y sedimentos en la cuenca alta

Cuadro No.15 Indices socio económicos, ambientales y de uso por subcuencas

INTRODUCCION

El presente trabajo corresponde al Informe Final del Componente 2: Investigación Comparativa, y su alcance cubre los Proyectos 1 y 2 del Programa de Investigación, desarrollado entre los años 2000 y 2005. Este corresponde al estudio de los patrones de riesgo de desastres asociados a ENSO y Variabilidad Climática así como a los procesos de configuración del riesgo.

En su presentación el Informe está conformado en 12 unidades iniciando por las definiciones de los modelos de riesgo, la base de datos de Desinventar, los patrones de desastres como producto de los registros históricos de desastres, la construcción de índices de riesgo y vulnerabilidad, análisis de las amenazas asociadas a ENSO y Variabilidad Climática, así como los procesos de construcción social del riesgo, como resultado del análisis de caso de la Provincia de Manabí y de la Cuenca del Río Portoviejo.

AGRADECIMIENTOS

Como en todo trabajo de investigación, los involucrados son muchos y los agradecimientos son múltiples, porque sin esa valiosa ayuda, el trabajo simplemente no sería posible. Gracias a los numerosos auxiliares de investigación, estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional, Pontificia Universidad Católica de Quito, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, que realizaron el levantamiento de la información. A los tesisistas, ya profesionales: Ing. Darío Chicaiza y Diego Daqui, por su mística y responsabilidad en el trabajo. Al Ing. Xavier Coello asistente de investigación durante buena parte del proceso de investigación.

Institucionalmente, gracias a la Escuela Politécnica Nacional en las personas de sus rectores, así como a la Doctora Margoth Avila Directora de la Unidad de Proyectos, por todo el apoyo administrativo en la ejecución del Proyecto.

A la biblioteca de la PUCE de donde se obtuvo mucha de la información hemerográfica requerida. Al Diario de Manabí en la persona de su Director Don Pedro Zambrano L. quien permitió durante casi un año el trabajo de los estudiantes en los archivos del periódico.

A los compañeros y compañeras del Proyecto, miembros de La Red, a su Coordinador Allan Lavell por su paciencia y valiosísimos aportes, y en ausencia a nuestro querido y nunca olvidado Eduardo Franco T.

Finalmente a mi familia: a Gloria, Otón y Carlos por la paciencia con el tiempo robado a su atención

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El “Fenómeno El Niño”

Aunque la Corriente de El Niño era conocida en las Costas de Ecuador y Perú desde hace un siglo, no es sino a partir del evento El Niño 82-83 que se empezó a prestar atención al Fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation) como generador potencial de desastres. (Zevallos, 2000). La “Corriente de El Niño” tenía una connotación positiva y era motivo de regocijo para los pescadores y agricultores de la costa ecuatoriana y peruana. El “Fenómeno de El Niño”, tiene por el contrario, una connotación negativa y es sinónimo de destrucción.

El cambio de percepción es sin duda consecuencia de la ocurrencia de dos eventos “El Niño” o eventos ENSO de gran magnitud en apenas 15 años: el primero el de 1982-1983 y el segundo en 1997-1998. Está también asociado el incremento notable de los daños y pérdidas ocasionadas entre el primero y el segundo de los eventos, En efecto El Niño 82-83 produjo en el país pérdidas totales por aproximadamente USD \$ 600 millones y el de 97-98 pérdidas directas por 769.3 millones y pérdidas totales por 2.650.8 millones de dólares. (CEPAL, 1998).

El incremento de más de cuatro veces en el valor de las pérdidas ante eventos de similar magnitud, es en buena medida ocasionada por el aumento de las condiciones de vulnerabilidad en ese corto período de tiempo, puesto que hidrometeorológicamente, ambos eventos tuvieron similar magnitud (Zevallos, 2000).

A nivel mundial el crecimiento de los desastres asociados al clima, también van en aumento. Prácticamente no pasa una semana en que no se reporte en la prensa internacional, un gran evento de inundación, lluvia torrencial, huracán, tifón, tornado, etc. Para el común de las personas, anteriormente sinónimo de desastre natural eran los terremotos o las erupciones, hoy en día, sin que la magnitud o frecuencia de estos haya disminuido, debido al incremento de los desastres asociados al clima, estos se están convirtiéndose en el nuevo sinónimo de desastre de origen natural.

1.2 El Programa de Investigación ENSO/IAI

La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina – LA RED, tiene como objetivo entre otros promover la investigación interdisciplinaria sobre los procesos sociales que subyacen en la gestación y ocurrencia de los desastres en la región, con el objeto de coadyuvar a prevenir y mitigar esos riesgos antes de que se materialicen en desastres (LA RED, 2000).

Así, LA RED presentó al Programa de Redes de Investigación Cooperativa (CRN) del Instituto Interamericano para la Investigación de Cambios Globales, el Programa de investigación “Gestión del Riesgo de Desastres ENSO en América Latina: Consolidación de una Red Regional de Investigación Comparativa, Información y Capacitación desde una Perspectiva Social”. Los 8 países e instituciones involucradas durante los cinco años del Proyecto son las siguientes: Argentina (Centro de Estudios Sociales y Ambientales -CENTRO), Brasil (Laboratorio de Meteorología, Universidad Federal de Paraíba), Colombia (Observatorio Sismológico del Sur Occidente: OSSO, Universidad del Valle), Costa Rica (Secretaría General de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales: FLACSO), Ecuador (Escuela Politécnica Nacional: EPN), México (Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social –CIESAS), Perú

(Intermediate Technology Development Group –ITDG Oficina Regional para América Latina), y Estados Unidos (Departamento de Antropología, Universidad de Florida).

El Programa tiene como propósito producir y difundir nuevo conocimiento científico e información sobre los riesgos de desastre asociados a la ocurrencia del fenómeno “El Niño” en América Latina, con el objeto de facilitar la aplicación de los pronósticos y aumentar la efectividad de los procesos de gestión del riesgo en el nivel local.

De manera específica el programa pretende: 1) desarrollar una red regional sobre gestión de riesgos de desastres ENSO, 2) producir nueva información científica sobre la evolución de las amenazas, la vulnerabilidad y los patrones de riesgo, 3) influir en la formulación de políticas y la toma de decisiones y 4) contribuir al desarrollo de las capacidades técnicas, profesionales y de investigación sobre la gestión del riesgo ENSO, lo que se logra a partir de la ejecución de cuatro componentes.

El Proyecto 1: Patrones de Riesgo de Desastre, está diseñado para producir información sistemática sobre los diferentes tipos de riesgo de desastres asociados a los eventos ENSO, su distribución geográfica y temporal. Para ello se ha recolectado de manera organizada datos de desastres y daños entre 1970 y 2003, sistematizándolos mediante la herramienta Desinventar desarrollada por LA RED.

El Proyecto 2: Configuración de los riesgos, pretende explorar la correlación entre riesgo de desastres y los procesos sociales, económicos y territoriales. La Metodología comprende la formulación de hipótesis, la selección de indicadores y un análisis cuantitativo entre riesgo de desastre y los procesos causales.

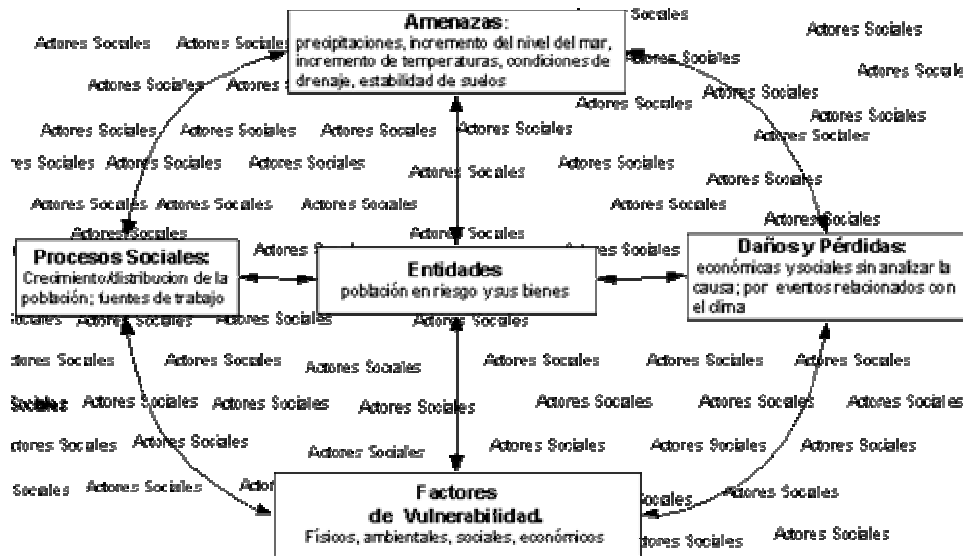
2. RIESGO COMO PRODUCTO DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD

Tradicionalmente, las amenazas o los fenómenos asociados a la dinámica del planeta, fueron identificadas como sinónimo de desastres naturales (más propiamente desastres originados o disparados por fenómenos de la naturaleza). Aparentemente el predominio de los enfoques y estudios de las ciencias naturales y técnicas ocasionó esta percepción que sigue predominando en ciertos sectores tomadores de decisión. Desde este punto de vista era suficiente conocer la amenaza natural para construir obras de prevención y mitigación y así reducir el riesgo de ocurrencia de desastres. Este enfoque ha ido cambiando con la intervención de las ciencias sociales y la geografía humana que ha introducido el concepto de vulnerabilidad en el riesgo de desastre, tal que el riesgo es el resultado de la interacción entre amenaza y vulnerabilidad:

$$R = A \times V$$

El riesgo de desastre asociado a fenómenos de la naturaleza, está relacionado con la probabilidad de que la materialización de éste pueda afectar personas, bienes materiales, infraestructura, servicios, o en general ejercer un efecto negativo sobre algún tipo de actividad humana, sobre la sociedad o la naturaleza misma. Desde esta perspectiva, existen relaciones complejas entre los procesos sociales-económicos, que inciden sobre las condiciones de vulnerabilidad, las amenazas y el riesgo(Daqui, 2004).

En la Figura No. 1 se muestran las relaciones en un escenario de riesgo, donde existe un círculo vicioso, descrito por Hewitt (1996), debido a que frente a una amenaza, los actores sociales con menos recursos económicos no tienen capacidad para enfrentar las pérdidas, por lo cual sus condiciones de vida empeoran generando mayores factores de vulnerabilidad ante la siguiente amenaza, produciendo una amplificación de los efectos.



Fuente: Zilbert. Módulo de Capacitación de la RED, 1998, Adaptado por M.A Fernández en Zevallos, 2002

Figura No. 1. Relaciones en un escenario de Riesgo

En la presente investigación se propone la interpretación de la realidad riesgo como un modelo complejo espacio-temporal de interacciones entre entidades socio-económicas y físico-naturales. La propuesta parte de las lecciones del pasado para “predecir” las condiciones futuras y prevenir o mitigar sus posibles consecuencias. Más específicamente, la metodología utiliza el conocimiento de los eventos ocurridos y sus efectos, para a partir de ello reconstruir las condiciones y los procesos que hicieron posible la gestación de las condiciones de riesgo y así aprender a manejarlas.

2.1 Enfoques sobre modelos de gestión de riesgo

El *Modelo de Presión y Liberación* (Pressure and Release – PAR) parte de que existen procesos sociales que generan vulnerabilidad y la amenaza es solamente un hecho natural que libera esta presión en la forma de un desastre y sus efectos sobre los sistemas socio-económicos. El desastre es la intersección de los procesos que generan vulnerabilidad por un lado y por otro lado la exposición física a una amenaza. La vulnerabilidad se crea en tres niveles vinculados que conectan el desastre con procesos a veces remotos y que yacen en la esfera social, económica y política (Blakie, 1996).

El *Modelo de Análisis de Vulnerabilidad y Capacidades* (Capacities and Vulnerabilities Analysis - CVA) fue propuesto por Mary Anderson y Peter Woodrow. Se concentra básicamente en el análisis de los factores de vulnerabilidad de los pobladores así como de las interrelaciones entre estos, las instituciones y organismos tanto a nivel local como a nivel nacional, a fin de facilitar la identificación de las áreas prioritarias de ayuda e intervención (Anderson et al, 1989). Esta vulnerabilidad puede ser de carácter física/material, Social/Organizacional, Motivacional y de actitud, etc.

El *Modelo de Acceso a Recursos* implica la posibilidad de un individuo, familia, grupo, clase o comunidad de usar recursos que se requieren para asegurar la subsistencia, acceso desigualmente distribuido por relaciones económicas y sociales. Esta distribución del acceso a los recursos marca una diferencia en la pérdida potencial y la tasa de recuperación. Aquellos con mejor acceso a la información, dinero, medios de producción, herramientas, equipos y redes sociales, son menos vulnerables a las amenazas y pueden estar en capacidad de evitar el desastre (Blakie, 1996). Aunque sus pérdidas son frecuentemente mayores en términos absolutos que las de aquellos que tienen menor acceso a los recursos, sin embargo son menores en términos relativos y son capaces de recuperarse con mayor celeridad.

Aunque cada modelo tiene sus fortalezas en ciertos aspectos de la dinámica socio-ambiental, el modelo que a nuestro criterio mejor permite explicar las condiciones de construcción de la vulnerabilidad en nuestro caso de estudio, es el de acceso a recursos, ya que permite explicar las relaciones entre las variables socio-económicas y la construcción del riesgo de desastres, al tomar en cuenta que en el Ecuador muchos de los pobladores tienen falta de infraestructura, vivienda, déficit de servicios básicos, fuentes de empleo, así como de carencias en educación y salud.

2.2 La evidencia empírica – Registro de desastres como manifestación del riesgo

Metodología de análisis

Para el análisis del riesgo se parte de la existencia del registro histórico de desastres que se puede señalar como una dimensión del *riesgo materializado*, expresado por los desastres ocurridos en el pasado y no como una probabilidad de daño o afectación futura sólo estudiada a partir de la amenaza, como es el enfoque dominante de las ciencias naturales o como el estudio aislado de la vulnerabilidad como es el enfoque de las ciencias sociales (Ver por ejemplo D'Ercole, 2003).

Este riesgo materializado permite analizar las condiciones dentro de las cuales los desastres ocurren, tales como: las condiciones sociales y económicas existentes, las condiciones ambientales, así como su interacción con la amenaza como producto de las condiciones meteorológicas, hidrológicas; es decir un modelo simplificado sería:

Registro de Desastre => Riesgo materializado => f (fenómeno ocurrido x condiciones de vulnerabilidad)

La metodología Desinventar para mapear las condiciones de riesgo en distintos momentos y lugares del país, entonces parte del registro del desastre como manifestación del riesgo, por lo cual es necesario entender cómo se hallan estos distribuidos en el espacio, tiempo y en relación con las manifestaciones propias del fenómeno, llegando así a definir patrones de riesgo: espacial, temporal y semántico.

Patrones del riesgo

El *patrón temporal* es la distribución de los desastres a lo largo del tiempo. Para este fin se ha dividido el período de estudio en quinquenios debido a que permite un comparación entre períodos eliminando el componente cíclico de las series de datos, en los cuales se consideró cada uno de los períodos reportados como ENSO (Trenberth, 1997). Adicionalmente, a partir de la década de los 80s, cuando existen suficientes registros de desastres, se analizó los períodos dividiéndolos en años “normales” y años ENSO, a fin de determinar si existe correlación entre el aumento de desastres y la presencia de eventos ENSO.

El *patrón espacial*, se refiere a la distribución de los desastres dentro del marco geográfico de estudio. Para esto se realizó un análisis tanto a nivel nacional, como provincial y cantonal de la distribución de los desastres durante el período de estudio, y su evolución a lo largo del tiempo.

La *tipología de los desastres*, es decir los patrones semánticos, se refiere a la distribución de las clases de desastres y sus efectos. Para la obtención de los patrones semánticos se realizó un análisis de su distribución geográfica y temporal, tanto a nivel interanual como intranual. En conjunción con un análisis espacial se puede obtener el tipo de desastre más frecuente en cada cantón, lo que permite obtener su vulnerabilidad frente a los desastres de origen hidrometeorológico.

3. LA HERRAMIENTA DESINVENTAR Y LA BASE DE DATOS DE ECUADOR

3.1 El Software Desinventar

Desinventar (en adelante abreviada DI) es un software desarrollado por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red), en lenguaje MS Access con el objeto de ingresar de una manera estandarizada, consultar y procesar información sobre los desastres y sus efectos. La metodología Desinventar reporta eventos de desastres sobre unidades geográficas, y no fenómenos, por lo que la ocurrencia de un sismo o un ENSO por ejemplo, son reportados como varios desastres si sus efectos han ocurrido en diferentes unidades geográficas.

3.2 La Base de Datos de Ecuador

La parte medular del estudio constituyó la complementación y depuración de una base de datos de desastres a nivel nacional, para el periodo 1970 – 2003, es decir 34 años completos. El periodo de análisis de los registros de desastres se realiza para 3 décadas que es un periodo mínimo adecuado para un análisis socio-económico. El inicio a partir de 1970 coincide con el periodo de la bonanza petrolera y llega a épocas de crisis como las de la deuda externa agudizada en la década de los 90s.

Para alimentar la base DI, la información se obtuvo principalmente a partir de fuentes hemerográficas, que fueron dos diarios con cobertura nacional como El Comercio de Quito y El Universo de Guayaquil, más otras fuentes para periodos específicos, como los diarios Hoy, Expreso, las Juntas Provinciales de Defensa Civil para el Fenómeno El Niño 97-98, así como el Instituto Geofísico para algunos sismos, Petroecuador para el caso de derrames petroleros, así como otras fuentes menores (Chicaiza, 2004).

Adicionalmente, se conformó una base de datos regional para la Provincia de Manabí en el periodo 1960 – 2003, es decir 44 años, constituida por los registros de la base nacional más los nuevos registros levantados en el periódico El Diario de esta provincia. La Base principal, así como la regional fueron complementadas y depurarlas siguiendo la metodología de LA RED desarrollada por el Observatorio Sismológico del Sur Occidente (OSSO-U. del Valle). (Chicaiza, 2004).

Sesgos y limitaciones de la Base de Datos

Por dificultades logísticas, la década 70-80 sólo consta de información levantada del diario El Universo, lo que produciría un sesgo de una sub representación de registros en la sierra. De igual manera, la utilización de diarios de Quito y Guayaquil, las ciudades más grandes del País, si bien garantizan representación de las dos regiones principales, significan un sub registro de las ciudades y regiones menores. Ello se debe a que sólo en los casos de grandes desastres estos se recogen en todos los medios, no así eventos medianos o pequeños, muchos de los cuales no son recogidos por los diarios y menos en eventos ocurridos en provincias diferentes de las mayores como Guayas y Pichincha.

Adicionalmente, al no ser los periódicos fuentes especializadas, ni presentar información exhaustiva de todos y cada uno de los eventos de desastres que se producen en el País, la base

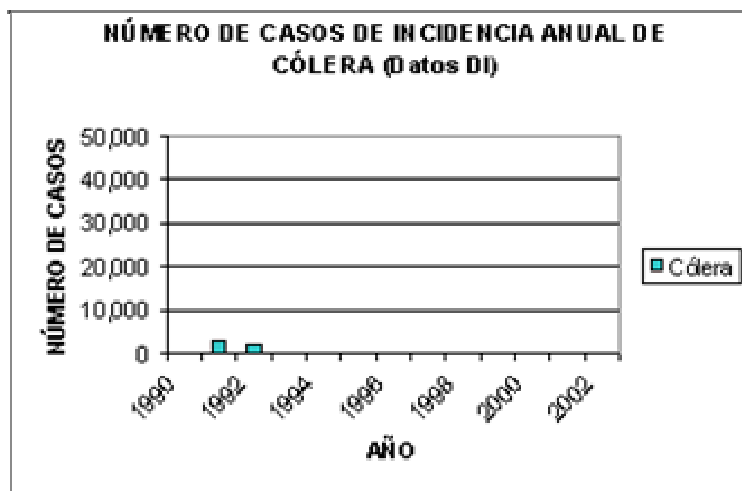
de datos es sólo una muestra, de la grave problemática del riesgo de desastres en Ecuador. En efecto, Chicaiza, 2004, realizó una comparación entre la base de DesInventar (DI) y otras bases de datos internacionales o fuentes de información o bases parciales nacionales relacionadas con desastres naturales y antrópicos disponibles en Ecuador, con el fin de hacer una validación de la misma y analizar sus limitaciones y sesgos. A diferencia de DI, en la mayoría de casos de las fuentes nacionales, la información obtenida sólo consta de unos pocos años y es una información parcial o poco sistematizada.

La información registrada está limitada, por varios factores como el número y localización de los diarios que se levanten, la falta de datos técnicos y de los efectos de los desastres, el afán de magnificar la noticia con fines de impresionar al lector o por factores de subjetividad del periodista que redacta la noticia, etc. Adicionalmente, en la mayoría de desastres no se evalúan los daños de manera pormenorizada, por lo que se refleja en los medios de comunicación y lo que se recoge en esta base de datos de DI es apenas una fracción de todos los daños y desastres que ocurren en el país. Así mismo, cada ficha del desastre no es una descripción exhaustiva y es sólo una guía de partida, por lo que si se desea estudiar un evento en particular, debe realizarse una investigación específica para cada caso.

Comparación con otras bases de dato

Por otra parte en cambio, comparada con las bases especializadas, Desinventar sub registra la realidad. Por ejemplo, para el evento epidemia (caso cólera), el número de casos reportados por el Ministerio de Salud (MSP) es un orden de magnitud mayor, por lo que la información de Desinventar es apenas una muestra pequeña de la gravedad de la problemática (Ver Figura No. 2).

Un caso similar es el número de registros de derrames petroleros, reportados en Desinventar como Escape. Para el periodo julio de 1972 hasta mayo del 2003, Petroecuador reporta 69 roturas, en tanto que la base de DI 17. En la comparación con la base de datos de la Cruz Roja Ecuatoriana, para el período 2002-2003, DI registra 629 eventos de todo tipo, en tanto que la Cruz Roja apenas 55. De ellos, sólo 16 reportes fueron comunes a ambas bases, lo que significa que DI no registró 39 eventos, demostrando que el número de eventos reales ocurridos es aún mayor que los registrados.





Fuente: Chicaiza, 2004

Figura No.2 Comparación de casos de cólera registrados en MSP y DI

En términos regionales, también el sesgo de información es marcado. En efecto, para el periodo 1970–2003, la base nacional reporta para Manabí 368 eventos relacionados al clima, mientras la base provincial, en la que se utiliza como fuente adicional el diario local, es de 647, es decir un 76% más de registros.

De las bases de datos internacionales obtenidas de Internet por (Chicaiza, 2004), la “Disaster Database Project”, arroja resultados muy pobres con apenas 6 registros. Sin embargo, tiene la ventaja de poder elegir directamente en línea y de forma interactiva la localidad, el año, el tipo de evento, para buscar la información requerida.

Chicaiza, 2004, realizó también una valiosa comparación de la base Desinventar con la base EM-DAT (Emergency Events Database), desarrollada por el Centro de Investigaciones sobre Epidemiología de Desastres de la Universidad de Louvain en Bélgica (CRED), siguiendo para ello la metodología desarrollado por LA RED-OSSO, 2002. Como variables de comparación se tomó muertos y afectados, aclarando que en EM-DAT esta última incluye damnificados. La diferencia más importante es que EM-DAT, posee un nivel de resolución nacional, en tanto que en DI la resolución es local a nivel de provincias, cantones y parroquias, esta ultima con poca representación en la base de Ecuador. Para EM-DAT el evento El Niño 97-98 representa un solo y gran desastre, en cambio para DI esto significan centenares de variados desastres ocurridos en distintas áreas con diferente magnitud.

En el período de comparación entre 1975-2002, mientras EM-DAT reporta 48 eventos, DI registra 1108 eventos ocurridos. En lo relacionado a número de muertos, por el contrario, EM-DAT registra 2516, en tanto que DI registra 2.286. Lo mismo sucede con relación al número de damnificados o con las pérdidas económicas. Ello se da debido a que es más difícil la desagregación de esta información por unidad geográfica, por lo cual aparece sub representada en DI. Esta conclusión es similar a la reportada en el informe de LA RED-OSSO, 2002.

La Base de datos DI: La punta del Iceberg de la problemática de los desastres

A pesar de las limitaciones anteriores, DI es globalmente la base más detallada y completa sobre registro de desastres para Ecuador. Esta es una primera y valiosa fuente de información sobre la globalidad de la situación de los desastres en el país. A pesar de la gran cantidad de desastres y

su efectos que registra DI, la base de datos se constituye así en la punta del Iceberg visible de la grave problemática de los desastres en Ecuador, problemática que esta base pretende iluminar como indicativo de lo que subyace y por tanto es una advertencia sobre lo que sucederá de no tomarse correctivos a tiempo sobre el rumbo del País.

5. DESASTRES ASOCIADOS A ENSO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA (VC)

4.1 Clasificación según origen de los desastres

La base de datos levantada para Ecuador para el periodo enero de 1970 a diciembre de 2003, presenta un total de 3.589 desastres, es decir un promedio de más de 105 desastres por año, de los cuales 1.375 de origen antrópico, 101 de origen geodinámico (erupciones, sismos, fallas, tsunamis) y 2.114 de origen *hidrometeorológico*¹, (HM) que representan el 58.9% del total (Ver Figura No.3).



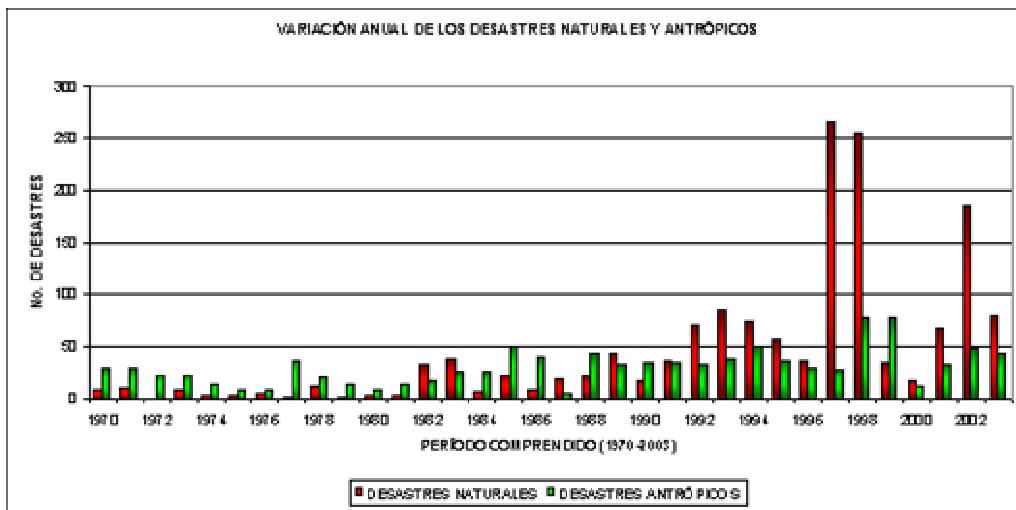
Figura No.3 Origen de los registros de desastres en Desinventar

Cabe mencionar que debido a las intervenciones antrópicas sobre el ambiente natural tanto al nivel global (efecto invernadero, cambios climáticos), así como a nivel local inducidos por los procesos de urbanización, expansión de la frontera agrícola, impactos de la infraestructura vial, hidroeléctrica, industrial, etc.), las amenazas hidrometeorológicas son cada vez más de origen socio natural y no puramente naturales.

Entre los de origen puramente antrópico (accidentes, incendios, estructuras, pánico), se incluyen las de origen tecnológico (escapes, explosiones, contaminación). Entre estos, los accidentes y los incendios son de largo los más frecuentes. Principalmente, los accidentes son los que más personas matan, reconociéndose cada vez más esta problemática como una epidemia que debe ser abordada con responsabilidad no sólo a nivel de Ecuador sino a nivel mundial.

En la Figura No.4 se compara la variación de los desastres naturales (incluyendo los hidrometeorológicos y geodinámicos) con los antrópicos (incluyendo tecnológicos), donde se ve claramente el incremento mucho mayor de los de origen natural aun cuando no se incluyen los eventos ENSO 82-83 y 97-98.

¹ Aunque no todos son eventos estrictamente de origen Hidrometeorológico, se les denomina así aquí a aquellos que se consideran asociados o disparados por fenómenos ENSO y Variabilidad Climática (VC). Estos son: Inundación, Deslizamiento, Avenida, Lluvias, Vendaval, Tempestad, Marejada, Huracán, Sedimentación, Helada, Granizada, Sequía, Litoral, Aluvi3n, Alud, Incendio Forestal, Epidemia, Plaga, Tormenta Eléctrica, Nevada, Ola de Calor (Lavell et al, 2001).



Fuente: Desinventar, 2003, Tomado de Chicaiza, 2004

Figura No.4 Comparación de la variación de desastres naturales y antrópicos

Esto se visualiza claramente en el Cuadro No. 1 donde se observa que los desastres antrópicos (Accidentes e incendios) eran los más frecuentes en la década de los 70s mientras en los 90s lo son los de origen hidrometeorológico (inundaciones y deslizamientos).

Cuadro No.1 Desastres más frecuentes por décadas

DÉCADA	PRIMER EVENTO MÁS FRECUENTE	%	SEGUNDO EVENTO MÁS FRECUENTE	%
70's	Accidente	59.6	Incendio	26.1
80's	Incendio	32.1	Inundación	27.4
90's	Inundación	43.6	Deslizamiento	22.8

Fuente: Desinventar, 2004

Los desastres cada vez más de origen hidrometeorológicos

Los desastres en Ecuador están cada vez más ligados a la variabilidad climática. En efecto entre la década del 70 hasta fines del 2000, los desastres Hidrometeorológicos (DHM) se incrementaron del 15.8% al 67.1% y entre ellos inundaciones y deslizamientos de manera más significativa (ver Figura No.5).

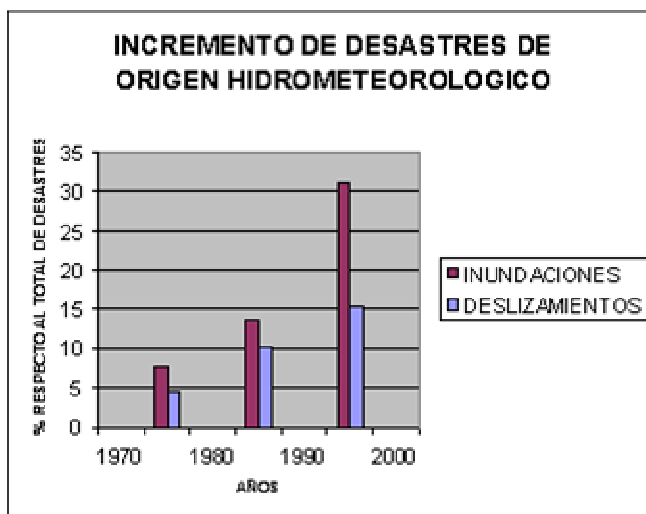


Figura No.5 Incremento porcentual de las inundaciones y deslizamientos en relación al total de desastres reportados

4.2 Magnitud de los desastres

La metodología de la RED, 2000, a diferencia de otras bases, considera un desastre como “el conjunto de efectos sobre vidas humanas e infraestructura económica que produce un evento (natural o no) sobre una unidad de geográfica de máxima de resolución”, sin que exista un mínimo de muertos, heridos, afectados o se haya necesitado de la declaración de emergencia o de ayuda internacional, como establece la definición del CRED (Chicaiza, 2004).

Ya ha sido establecido que por el nivel de desagregación, Desinventar permite determinar eventos grandes como El Niño 97-98 o el sismo del Coca de 1985 o la erupción del Reventador del año 2002, como una suma de eventos y efectos diversos, distribuidos en unidades geográficas, e incluso distribuidos a lo largo del tiempo. Esto permite agregar y comparar el efecto de esos eventos extraordinarios con la “normalidad” de pequeños y frecuentes eventos cotidianos que no reclaman la atención internacional o a veces ni siquiera nacional, pero que acumulados pueden ser tan graves como aquellos.

Para permitir la comparación se utilizó la metodología de la Red, propuesto por el equipo de Argentina, con el fin de homologar el análisis de los desastres. Su escala va de 0 (impacto nulo) hasta 30 (Impacto Máximo). Este *Índice de magnitud* se basa en la cuantificación de los efectos de los desastres sobre bienes materiales y servicios, impacto sobre las personas y la duración del evento (LA RED, 2001).

El índice se calcula por medio de tres componentes: 1) Subíndice de efectos materiales (SEM), que se compone de dos partes: cantidad de efectos y tipo de efectos, 2) Subíndice de Afectación (SA), con dos componentes: número y tipo de afectados, y 3), Subíndice de duración del desastre, de acuerdo al número de días de ocurrencia. El índice de magnitud es la suma algebraica de los tres subíndices antes descritos (Cuadro No. 2).

Cuadro No.2 Calificación de los Desastres según la metodología del grupo de Argentina

Valor de IDM	Magnitud
IDM ≤ 10	Pequeño
11 < IDM < 17	Mediano
IDM > 18	Grande

Fuente: LA RED, 2000

Daqui, 2004, desarrolló un algoritmo en Excel (Anexo 1), para facilitar el cálculo de este índice. Así determinó que de 1322 DHM, 1043 son clasificados como desastres pequeños, 272 medianos y 7 grandes. De acuerdo a esto, tanto los desastres pequeños como los medianos producen la mayor cantidad de efectos indicando de esta manera que el problema básico no son sólo los grandes desastres.

Cuadro No.3 Porcentaje de Efectos por Magnitud

Magnitud	Número	%Ocurrencia	Afectados	Viv.Destruidas	Muertos
Pequeño	1043	78.90%	42.32%	35.61%	42.26%
Mediano	272	20.57%	51.09%	58.90%	51.95%
Grande	7	0.53%	6.59%	5.49%	5.79%
Total General	1,322	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Desinventar. Tomado de D. Daqui, 2004

Más específicamente, aunque los pequeños desastres ocurren con mayor frecuencia, los desastres de mediana magnitud generan la mayor afectación, ya que aunque representan numéricamente el 20% del total de desastres provocan alrededor del 54% de los efectos totales (Cuadro No. 3). En todos los tipos de eventos los pequeños y medianos son los de mayor significación. Por ejemplo de 247 inundaciones, 3 son grandes (1.2%), 59 medianas (29.3%) y 185 pequeñas (74.9%). (Figura No. 6).

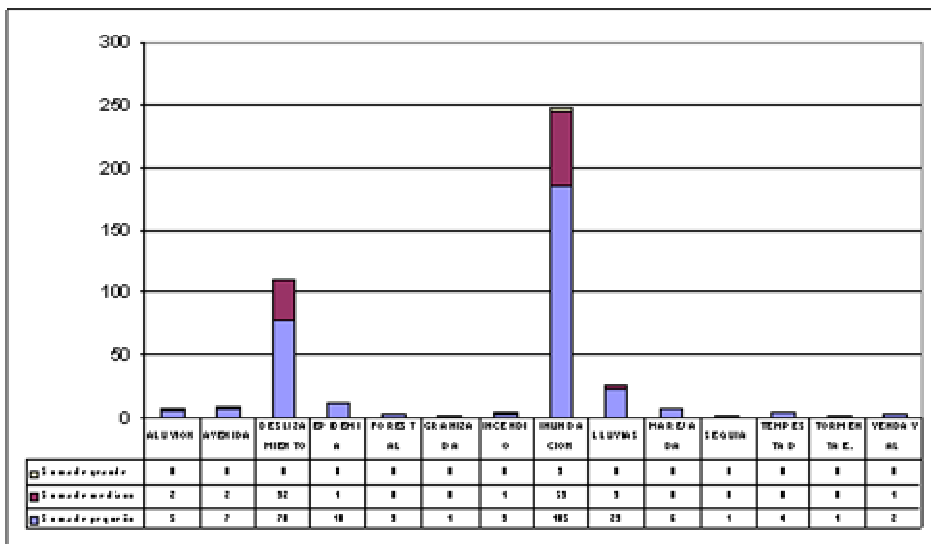


Figura No.6 Tipo y magnitud de los desastres

En términos de efectos, también la situación es similar. Los grandes desastres producen apenas el 7.3% de los muertos y destruyen apenas el 15% de las viviendas. Los medianos eventos provocan 54% de las muertes y el 57% de las viviendas destruidas por desastres. Mientras los pequeños eventos son responsables del 39% de los muertos, 89% de los heridos, 28% de las viviendas destruidas y 73% de las viviendas afectadas por desastres.

El gran desastre ocasionado por el Fenómeno El Niño 97-98, puede ser visto como una secuencia de unos pocos eventos de mayor magnitud y muchos eventos de pequeña y mediana magnitud (Figura No. 7).

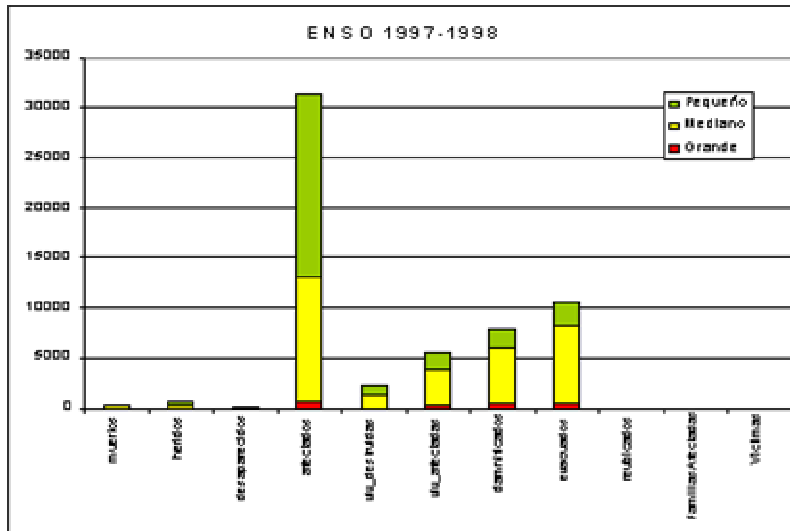


Figura No.7 Distribución de la magnitud de desastres durante el evento ENSO 97-98

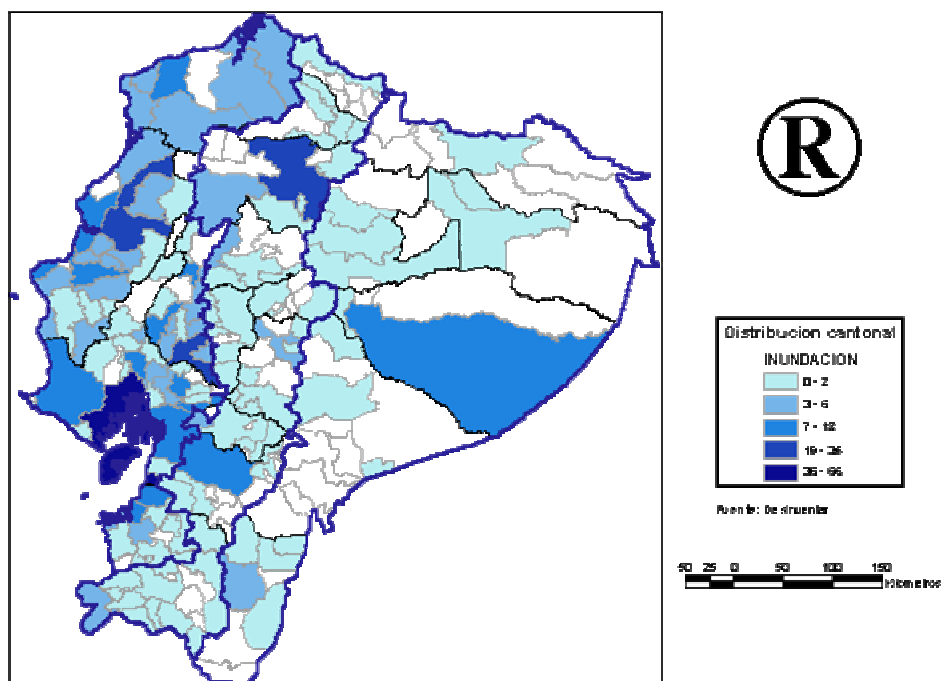
4.3 Tipología de los desastres asociados a ENSO y VC

A continuación se analiza brevemente cada una de las más frecuentes tipologías de desastres registrados para el periodo 1970-2003, relacionados a ENSO y VC. Aunque no es exactamente un análisis de amenazas, cada uno de los tipos de desastres registrados y su distribución en el espacio geográfico del Ecuador se constituye en una imagen de la peligrosidad de cada cantón ante el tipo de evento factible de ocurrir (amenaza).

Inundaciones

Según DI, Inundación es el desbordamiento o subida de aguas, de forma rápida o lenta, sobre pequeñas áreas o vastas regiones, que supera la sección del cauce de los ríos. Es el tipo de desastre de origen HM más frecuente en la base nacional, representando el 22% de la misma. Está presente en todas las provincias del país, de manera especial en la Región Costa, representando el 79% del total de registros de inundación, siendo la provincia del Guayas la que posee más reportes de este evento (173). En la Región Sierra, se presenta el 17% de los reportes de inundación; la provincia de Pichincha (42) es la que más registra casos de inundación, en tanto que, para la Región Amazónica, el 4% de registros de la base son de esta región.

Los cantones más afectados históricamente por las inundaciones (Figura No.8) han sido los de la provincia de Manabí, Esmeraldas, la Península de Santa Elena y los de la cuenca media del Río Guayas y Guayaquil en la Costa, mientras que en la sierra los cantones más afectados son Quito, Cuenca, Santo Domingo y Riobamba.



Fuente: Daqui, 2004

Figura No.8 Clasificación de Cantones por promedio anual de Inundaciones.

Aunque no siempre es posible caracterizar las inundaciones, un 40% de las reportadas corresponden a zonas rurales con afectación a tierras agrícolas y pequeñas poblaciones dispersas y un 33% son urbanas y se deben en un 40% a desbordamiento de ríos que atraviesan las ciudades y un 60% a problemas del alcantarillado. Adicionalmente, un 10% afectan a vías, puentes o al transporte, un 3.% son inundaciones costeras, un 5% afectan a zonas urbanas y rurales simultáneamente y en un 9% no es posible identificar esas características. Las inundaciones rurales y las urbanas se presentan con mucho más frecuencia en la costa. En el caso de las inundaciones rurales los principales afectados son un sinnúmero de pequeñas comunidades aisladas que muchas veces no tienen apoyo de las autoridades.

En el caso de las ciudades, se tienen varios reportes de inundaciones debido al mal funcionamiento del sistema de drenaje, al mal estado de los mismos o al taponamiento de alcantarillas, ocasionando que en varios sectores queden muchas viviendas afectadas ó entorpeciendo el tráfico vehicular. Por ejemplo, la ciudad de Chone, ubicada junto al río del mismo nombre, se inundó casi un centenar de ocasiones por desbordamiento del río en el período 97-98. Guayaquil aparece reportado con 19 inundaciones por lluvias entre el 97 y el 98, incluso en uno de estos eventos, gran parte de la ciudad se vio afectada. Ciudades como Bahía, Esmeraldas, Portoviejo y otras, sufrieron graves efectos por los deslizamientos e inundaciones durante El Niño. En particular el ingreso de Bahía de Caráquez fue arrasado por estos fenómenos, incomunicándola por vía terrestre durante varios meses.

Las inundaciones traen consigo consecuencias como paralización en los servicios de transporte debido a los daños en las carreteras, destrucción de viviendas, retraso en el sistema educativos por la destrucción de los establecimientos educativos, pérdidas en el comercio por la falta de transporte. Todas estas pérdidas o afectaciones que alteran gravemente el normal desenvolvimiento, de ciudades, pueblos y comunidades, no son representadas como afectaciones en la base de Desinventar ya que muchos de estos efectos no están catalogados en la estructura de la Base de Datos, si no que quedan registrados como observaciones.

Un caso positivo de control de inundaciones fue la ciudad de Babahoyo. Debido a las obras concluidas en 1997 para el control de las inundaciones, la parte urbana protegida no se inundó ni una sola ocasión en este Fenómeno de El Niño. Antes de la construcción de las obras, el 4 de marzo de 1993, 9.000 viviendas de la ciudad fueron afectadas por las inundaciones y el 9 de febrero de 1994 el 95% de la ciudad estuvo bajo agua.

En la sierra la ciudad de Quito, sufre de inundaciones con frecuencia por problemas del mal estado de los sistemas de alcantarillado. En el periodo 97-98 en Quito se reportaron 5 eventos, uno de ellos con 50 cm de agua en los sectores críticos. En el caso de Quito, además con lluvias intensas se producen flujos de lodos y escombros o deslizamientos. Un caso puntual, fue el ocurrido el 12 de diciembre del 2001 en la ciudad de Quito, en donde se registró una de las precipitaciones más fuertes ocurridas en los últimos años, lo que ocasionó el taponamiento de las alcantarillas en varias calles, el tráfico se volvió un caos, el flujo eléctrico se suspendió. En un edificio del norte de la ciudad el ascensor quedó sin energía ahogándose tres personas. Se anegó también el subsuelo del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el auditorio de la Facultad de Filosofía, Hospital del IESS, etc. En la gasolinera de la Avdas. Amazonas y Eloy Alfaro se produjo un incendio debido a que el agua produjo un cortocircuito y las chispas inflamaron los gases de desfogue de los tanques de almacenamiento de combustibles. En la vía Mitad del Mundo colapsó el puente de acceso a una urbanización, donde una camioneta cayó al río y fue arrastrada por la corriente. La emergencia movilizó a la Cruz Roja, Policía Nacional, Empresa

Eléctrica, Agua Potable y EMASEO. El servicio de socorro 911 recibió 600 llamadas telefónicas de auxilio.

Deslizamientos

Deslizamiento es todo movimiento de masa en una ladera, diferente a erosión superficial. Este concepto incluye términos como derrumbe, asentamiento, corrimiento, movimiento de masa, reptación, desplazamiento, hundimiento, colapso de cavernas o minas, caída de rocas, desprendimiento (lento o rápido) sobre vertientes o laderas, de masas de suelo o de rocas, incluyendo "fallas" o cortes de taludes de laderas, vías, canales, excavaciones, etc., todas expresión de diversos tipos de amenazas geomorfológicas.

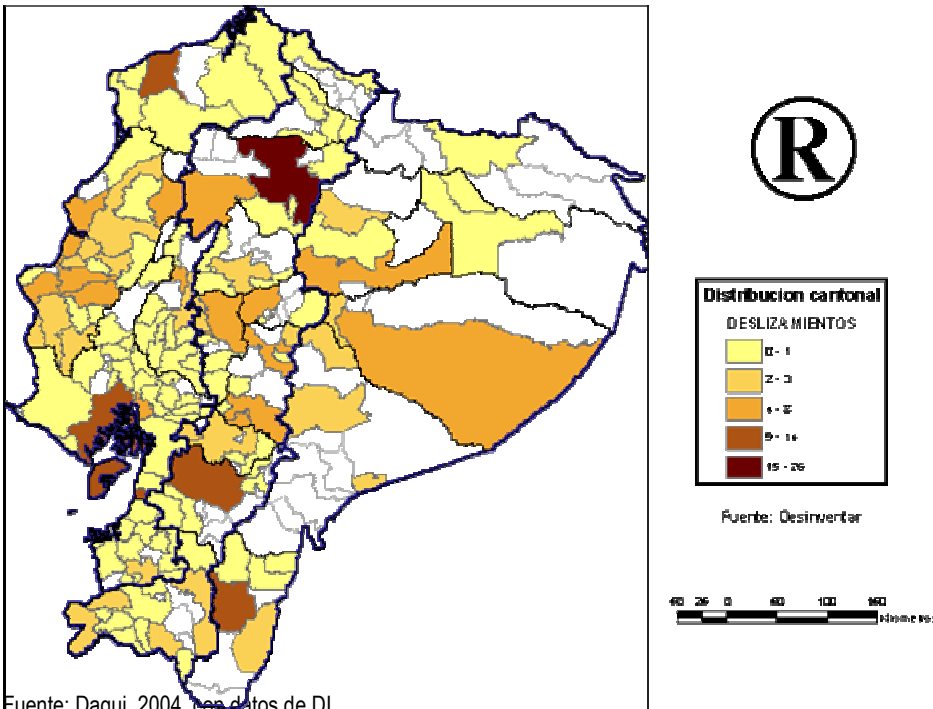
Es el segundo evento más recurrente en la Base DI y el segundo por la cantidad de personas afectadas que generan. Estos han ocurrido en un número de 476 a lo largo de los 34 años investigados. Del total, el 51.9% de los deslizamientos reportados ocurrieron en la sierra, 33.8% en la costa incluyendo Galápagos y 14.3% en la Amazonia.

Típicamente, los deslizamientos son fenómenos que ocurren preponderantemente en la sierra, producto de las fuertes pendientes e inestabilidad de la geología de los Andes, inducido o agravado por los cortes de los taludes o el desalojo de materiales provocados por la apertura de las vías. En esta región los cantones de la zona centro, Quito y Cuenca son los más afectados (Figura No.9).

Básicamente los deslizamientos se producen en ciudades por los efectos de la urbanización sin planificación usualmente en el área de colinas y laderas. Otra fuente importante de deslizamientos son los cortes y la desestabilización de los taludes por la construcción de las vías. En zonas rurales se debe básicamente a los procesos del avance de la frontera agrícola. Un gran deslizamiento represamiento ocurrió cerca de Cuenca el 29 de marzo de 1993, causando la muerte de por lo menos 43 personas y ocasionado el represamiento del Río Paute, poniendo en vilo al país durante 33 días, ya que aguas abajo se localizaba la central hidroeléctrica más grande del País, la que genera 2/3 de la energía eléctrica consumida. La rotura del represamiento generó una gran crecida de cerca de 9.500 m³/s que mereció la atención internacional y la publicación de un libro de reporte del evento (Zevallos, et al, 1996).

En la costa los cantones más afectados por deslizamientos son los ubicados en las estribaciones de la cordillera Occidental o en la Cordillera de Chongón (Figura No. 30). Un dato interesante es que la mayoría de los deslizamientos reportados en Zamora son debidos a la explotación minera.

El reciente Fenómeno de El Niño 97-98 develó a los deslizamientos como un problema de gran magnitud también en la costa. Durante este evento, la costa reporta el 57%, de los deslizamientos superando a la sierra. En términos de provincias, Manabí fue la provincia donde más deslizamientos ocurrieron (44), seguido por Pichincha (23), Guayas (17) y Esmeraldas (14). En la costa, las formaciones arcillosas de la cordillera costanera, degradadas por la deforestación, los cortes ocasionados por las vías, la agricultura inadecuada, etc. han producido condiciones apropiadas para la ocurrencia de estos eventos. En todos los casos reportados, el mecanismo desencadenante o de disparo fueron las lluvias intensas o continuas.



Fuente: Daqui, 2004, con datos de DI

Figura No. 9 Clasificación de Cantones por promedio anual de Deslizamientos.

Los deslizamientos se producen usualmente por efecto de las precipitaciones, ya que este es el factor desencadenante principal para que ocurra tal evento (Conade, 1998). Otro de los factores a tomar en cuenta, es la construcción de vías en donde los cortes en los terrenos se los realiza con pendientes muy fuertes, muchas veces por ahorro de dinero, lo que a la postre evidencia un potencial deslizamiento. Para el caso del Ecuador las 30 cuencas existentes tienen problemas de estabilidad de taludes (Yugsi y Plaza, 2001).

En la Región Amazónica también se han presentado deslizamientos de grandes proporciones, tal es el caso del deslizamiento ocurrido en la vía Guarumales-Mendez provincia de Morona Santiago, en el 2002, en donde por la magnitud del evento, se tuvo que declarar al sitio como un campo santo, la causa del deslizamiento se atribuyó a las lluvias ocurridas en el sitio (Base de datos DI ficha 2224).

Lluvias

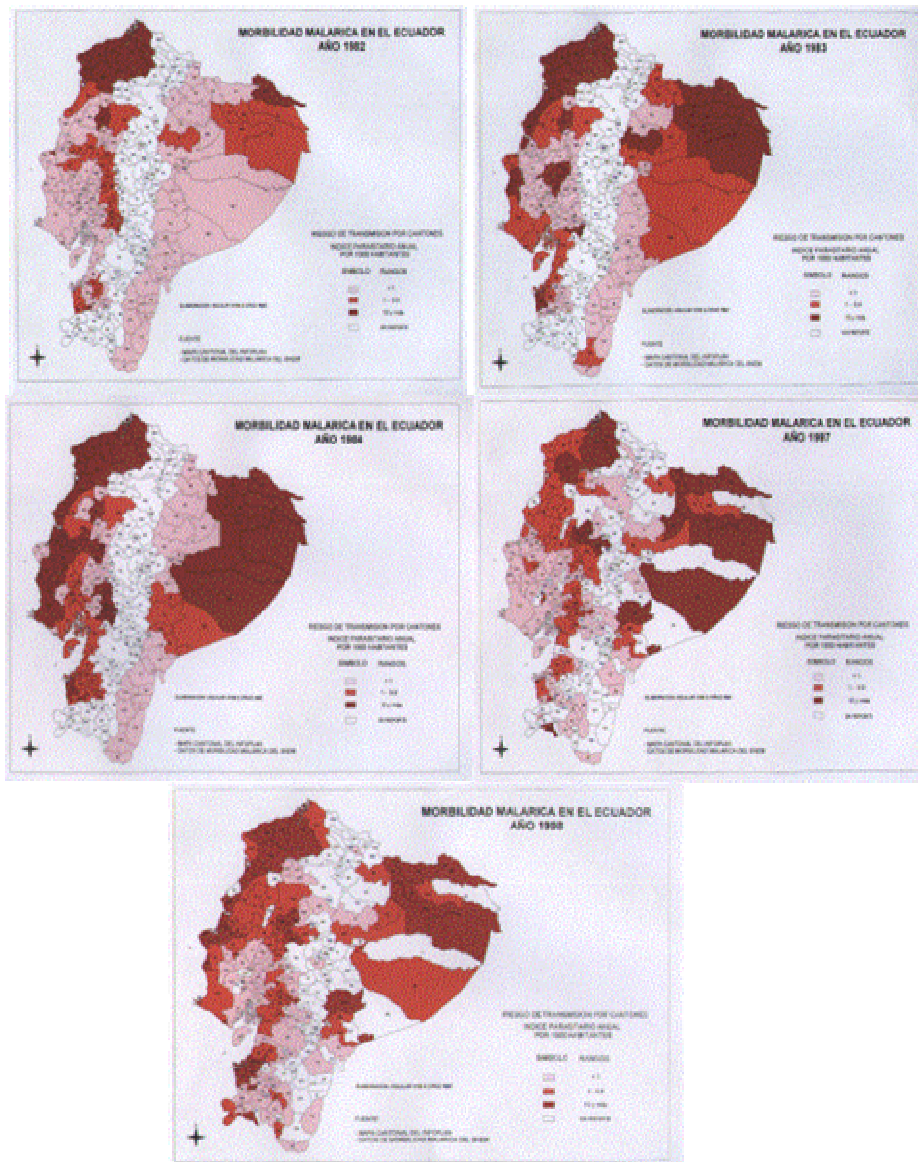
Según DI, este evento se refiere a precipitación pluvial. Incluyendo lluvias puntuales, persistentes o torrenciales, o por encima de los promedios en una región específica, así como períodos anormalmente largos de precipitaciones que ocasionan pérdidas. Incluye términos como aguacero, chaparrón, chubasco, diluvio, páramo (llovizna persistente cuando desemboca en desastres, por ejemplo en regiones áridas o semiáridas), turbonada, etc. Este desastre se reporta cuando no ocasionó inundaciones o deslizamientos, pero si muertes, daños a viviendas, infraestructura, servicios, etc.

Epidemia

Es una enfermedad que ataca en una misma zona numerosos individuos en cortos períodos de tiempo (días, semanas, máximo meses), como el cólera, la fiebre tifoidea, la peste bubónica, etc.

Este evento en el país se da principalmente en la Costa, con el 71% del total de reportes, siendo Guayas la que más registros presenta. Se dan principalmente como consecuencia de aguas estancadas en las planicies de las cuencas de la Costa, las cuales al mezclarse con aguas de desechos industriales, aguas negras de las ciudades, generan la diseminación de enfermedades intestinales, así como proliferación de mosquitos de transmisión de varias enfermedades. Según la CAF (2000) en el Fenómeno de El Niño 97-98, las grandes movilizaciones como consecuencia de los múltiples desastres ocurridos, dispersaron la malaria del norte del Litoral, hacia toda la región Costanera.

La epidemia de malaria durante el Fenómeno de El Niño, inició su avance por la parte Norte del Ecuador (Esmeraldas), extendiéndose luego hacia la Sur, y llegando la morbilidad incluso a cantones de la Sierra como se observa en la Figura No.10. Los principales factores en la reproducción de la malaria son: Político, Socioeconómico, Ecológico y Biológico, favorecidos en los lugares asociados a Clima húmedo tropical, manglares, relieves sedimentarios costaneros, llanura marina, zonas de inundación, etc. (Aguilar, M., 2003).



Fuente: Aguilar, M., 2003.

Figura No. 10 Variación de la morbilidad malárica en el Ecuador (El Niño 82-83; 97-98).

Sequía

Es según DI, una temporada anormalmente seca, sin lluvias, o con déficit de lluvias. En general se trata de períodos prolongados (meses, años, incluso decenios), que pueden ocurrir en áreas continentales restringidas o a escalas regionales. Según la base de datos, es Manabí la provincia con mayor número de reportes de sequías, seguida por El Oro, Loja y Azuay. Este evento tiene afectación principalmente al sector agrícola, así como al hidroeléctrico, tal es el caso de la presa de Paute, que sufrió estiajes en varios años, acarreado pérdidas de varios millones de sucres diarios para el país.

Según los registros de Desinventar con la Base regional de Manabí, la década del sesenta y en particular los periodos 1968-1969 y 1978-1979 estuvieron caracterizados por prolongadas y severas sequías que causaron el éxodo de miles de familias campesinas.

Marejadas

Son Inundaciones por mareas en zonas litorales con presencia de grandes olas. Incluye los reportes, diferentes de tsunami o maremoto (en el sentido estricto indicado en "tsunami"), causados por huracanes, vendavales, tempestades; por coincidencia entre la dirección de los vientos y períodos de marea alta o por aumentos del nivel medio del mar durante el Fenómeno El Niño.

Incendios Forestales

Incendio forestal. Incluye todos los incendios en campo abierto en áreas rurales, sobre bosques nativos, bosques cultivados, praderas, etc. Los incendios forestales en su mayoría son provocados para utilizar las tierras en actividades agrícolas o pecuarias y generalmente derivan en daños ambientales severos (Magaña, 1999). Esta práctica está muy arraigada en el Ecuador, por lo que se estima es la principal causa de los incendios forestales. Muchas veces cuando los pastizales están secos, personas desaprensivas (sobre todo jóvenes) encienden intencionalmente el fuego por simple diversión o afán de causar daño. Otros orígenes son inintencionales al dejar botellas de vidrio o fogatas mal apagadas.. En Quito particularmente, este evento se torna muy frecuente cada verano en las laderas de la ciudad o en las montañas aledañas, y es justamente en esta provincia en donde se encuentra el mayor número de registros 28 en total.

Avenida

Conocida también como crecida o creciente, es un flujo violento de agua en una cuenca, Se aplica cuando en los reportes aparece como "avalancha", cuando la avenida transporta troncos de árboles y/o abundantes sedimentos desde finos hasta bloques de roca. Pueden ser generados por lluvias, por ruptura de represamientos o por abundantes deslizamientos sobre una cuenca.

Se caracterizan principalmente por el desbordamiento súbito de los ríos, con afectaciones tanto a personas, animales, cultivos que se encuentran en las orillas de los mismos. Un caso representativo fue en la provincia de Chimborazo en octubre del 2000, que según, la ficha 2487, la caída de una masa de roca y nieve en la laguna Collanes, generó una gran ola que produjo

flujos de lodo significativos, que afectaron a agricultores de la zona, produciendo depósitos de sedimentos que enterraron pequeñas poblaciones (Higeodes, 2000)

Aluvión

La provincia donde más se encuentra registros de este evento caracterizado por avenidas torrenciales, principalmente en lugares o cauces secos, es en la provincia de Pichincha, (11 registros de 41 en total) por las laderas del Pichincha, su causa principal son las lluvias.

Plaga

Proliferación de bichos que afectan a comunidades, a la agricultura, a la ganadería o a bienes perecederos almacenados. Por ejemplo: ratas, langostas abejas africanizadas, etc.

Tempestad

Lluvia acompañada de vientos fuertes y/o de descargas eléctricas (rayos, relámpagos), incluye reportes que aparecen como tormenta. En general y también en razón de connotaciones regionales, puede no ser posible diferenciar entre "tempestad" y "vendaval".

Vendaval

Toda perturbación atmosférica que genera vientos fuertes y destructivos, principalmente sin lluvia, o con poca lluvia: sinónimo de temporal, vientos huracanados, torbellinos, borrasca, ciclón, viento fuerte, ventisca, tromba, ráfaga, racha, tornado.

Denominaciones de "huracán", para vientos huracanados, vendavales locales, tornados, torbellinos, ciclones o borrascas, se reportarán como "vendaval". Tormentas locales se reportarán como "tempestad". En nuestro medio, por las condiciones geográficas, no se da este tipo de evento.

Granizada

Corresponde a precipitación de granizo o agua congelada que desciende con violencia de las nubes en granos más o menos duros y gruesos, no en copos como la nieve y que por tanto causa ingentes daños principalmente a la actividad agrícola en la sierra.

Ola de calor

Aumento de la temperatura media atmosférica muy por encima de los promedios en una región, con efectos sobre poblaciones humanas, cultivos, bienes y servicios.

Helada

Disminución de la temperatura hasta el punto de congelación con efectos nocivos en la población, cultivos, bienes y servicios.

Litoral

Variación de la línea costera y/o de las zonas marítimas próximas a la Costa. Incluye formación y destrucción de islas, playas y barras de arena, erosión de acantilados, con efectos sobre poblaciones, sobre la navegación, etc.

Tormenta E.

Tormenta eléctrica: concentración de descargas estáticas atmosféricas (rayos), con efectos sobre humanos, cabezas de ganado, bienes domésticos, infraestructura (por ejemplo, sobre redes eléctricas, conduciendo a apagones), o sobre la industria. Se diferencia de "tempestad" en que no está acompañada de lluvias y vientos fuertes.

Nevada

Caída y acumulación anómala de nieve. Sobre todo cuando ocurre en zonas no sometidas a cambios climáticos estacionales. En zonas con estaciones de invierno se refiere a precipitaciones por encima de los valores medios multianuales, causando efectos especialmente severos.

Sedimentación

Deposición de material sólido producido por movimientos de masa en laderas o por erosión superficial y en cauces de ríos.

5. PATRONES DE DESASTRES HIDROMETEOROLOGICOS

5.1 Patrón Temporal

El número de desastres se ha incrementado de forma evidente a lo largo de los últimos 34 años, como se puede ver en la Figura No.11. Ello podría atribuirse sin embargo, en parte, al mayor interés en la temática después de la ocurrencia del primer fenómeno El Niño 82-83 o al mejoramiento de cobertura periodística sobre el territorio nacional.

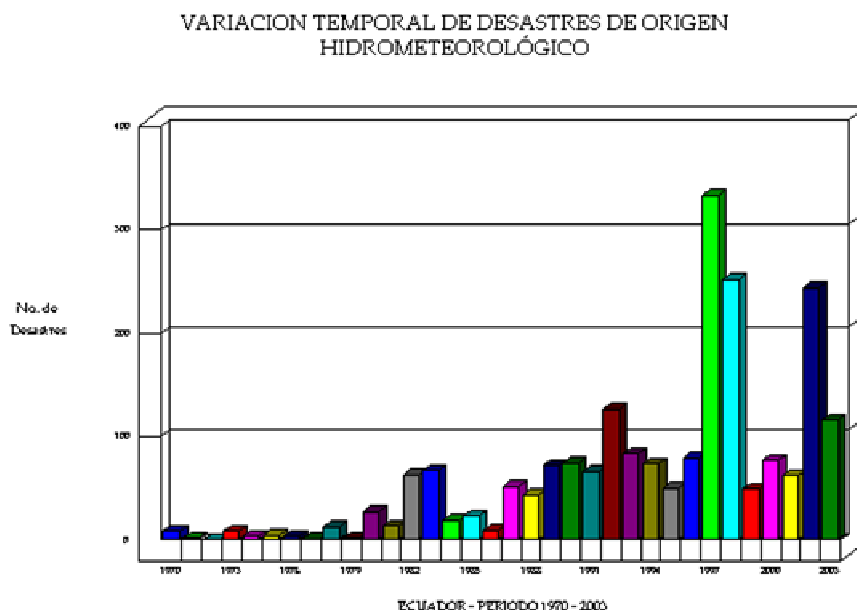


Figura No.11 Variación temporal de desastres a lo largo del periodo de estudio

Un análisis más detallado por quinquenios (Cuadro No. 4), arroja que el número de desastres de origen hidrometeorológico ha pasado de un promedio de 2 desastres por año en el quinquenio 1970–1974 hasta un máximo de 116 en el quinquenio 1995-1999. Existen en especial fuertes incrementos del número de desastres en los quinquenios en los cuales se presentaron eventos ENSO de gran magnitud como es el caso de los quinquenios 1980-1984 (ENSO 82-83) y particularmente 1995-1999 (ENSO 97-98).

Cuadro No.4 Variación del número de Desastres a nivel quinquenal

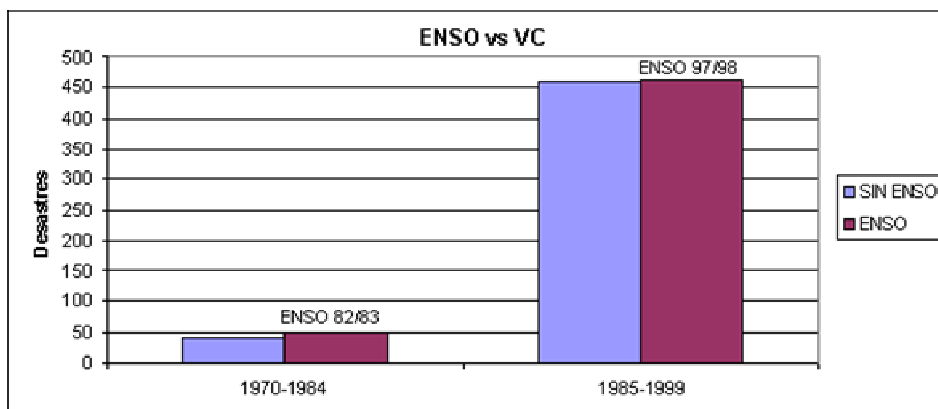
Quinquenio	Total	Promedio	Incremento	Porcentaje	Total
1970-1974	21	4.2			21
1975-1979	22	4.4	1	136%	43
1980-1984	189	37.8	167	427%	232
1985-1989	200	40	11	128%	432
1990-1994	431	86.2	231	317%	863
1995-1999	767	153.4	336	223%	1630
2000-2003	503	125.75	-264	54%	2133

Fuente: Desinventar, 2004

Cabe resaltar que el incremento del número de desastres en el quinquenio 1990-1994 no se podría categóricamente atribuir directamente a la ocurrencia de ENSO ya que aunque se reportó el período Enero-1992 a Junio-1992 como un período ENSO (Trenberth, 1997), sin embargo existe una gran discusión al respecto de la duración del evento, ya que durante 1990 a 1995 hubo variaciones en la temperatura de la superficie del mar entre 0 °C a 1.5 °C sobre lo normal, lo cual no implica una gran diferencia con respecto a las condiciones No ENSO (Glantz, 1996, citado en Lavell et al, 2000). Sin embargo, si se compara este quinquenio con respecto al anterior existe un incremento de mas de tres veces el número de desastres.

Comentario [MSOFFICE1]: Lavell Allan, Bonilla Adriana, Costa Rica: Patrones de Riesgo ENSO y su Configuración 1970-2000. La Red, 2000 tomado de Glantz, M. 1996. Corrientes de Cambio. El Impacto de “El Niño” sobre el clima y la sociedad. Cambridge University Press. Santiago de Chile.

Aparte de estos años, la tasa de crecimiento del número de desastres de origen HM en los periodos considerados como No ENSO (Neutros y La Niña, según el mismo Trenberth, 1997), existe una “normalidad” de ocurrencia de desastres, lo cual da una indicación que el problema no es sólo si se presenta un evento ENSO o no, sino que existen procesos socio-económicos subyacentes que provocan la vulnerabilidad de las poblaciones frente a eventos HM normales asociados a la variabilidad climática. En efecto, el número de desastres en los periodos ENSO de mayor magnitud (82-83 y 97-98) son prácticamente iguales a los eventos registrados en los 13.5 años de periodo No ENSO (Figura No.12)



Fuente: Desinventar, Daqui, 2004

Figura No.12 Relación de desastres por periodos ENSO y por Variabilidad Climática (No ENSO)

La distribución mensual de la ocurrencia de DHM coincide con la estacionalidad de ocurrencia del periodo lluvioso en la costa ecuatoriana, concurrente con el régimen climatológico del Pacífico con periodos lluviosos entre los meses de enero a abril, como se ejemplifica con la estación Portoviejo (Figuras No.13 y 14).

5.2 Patrón espacial de distribución de desastres

A nivel global, para todo el período de registro, Guayas, Manabí y Pichincha son las provincias más afectadas (Figura No.15). A su vez estas provincias (en el siguiente orden: Guayas, Pichincha y Manabí) son las de mayor población en el país.

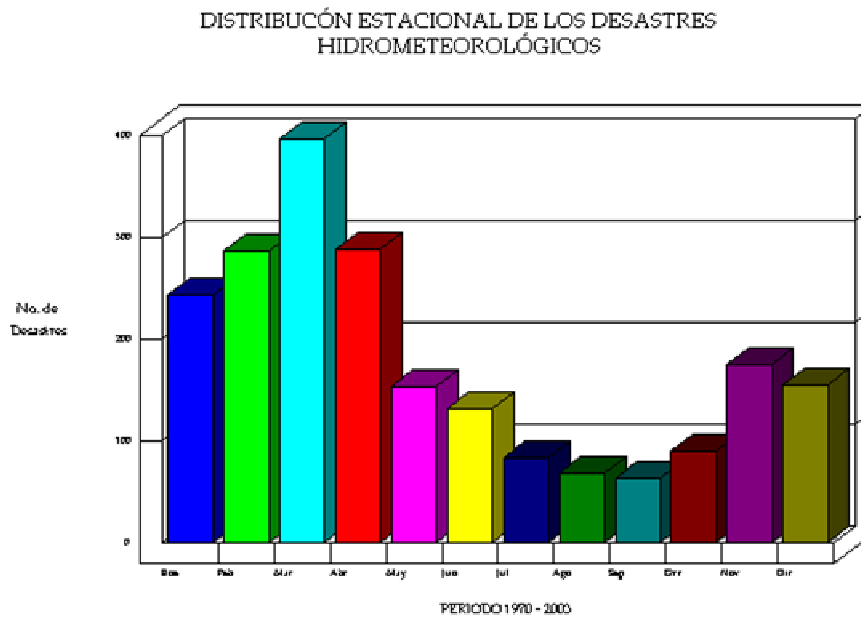


Figura No.13 Estacionalidad en la ocurrencia de desastres Hidrometeorológicos

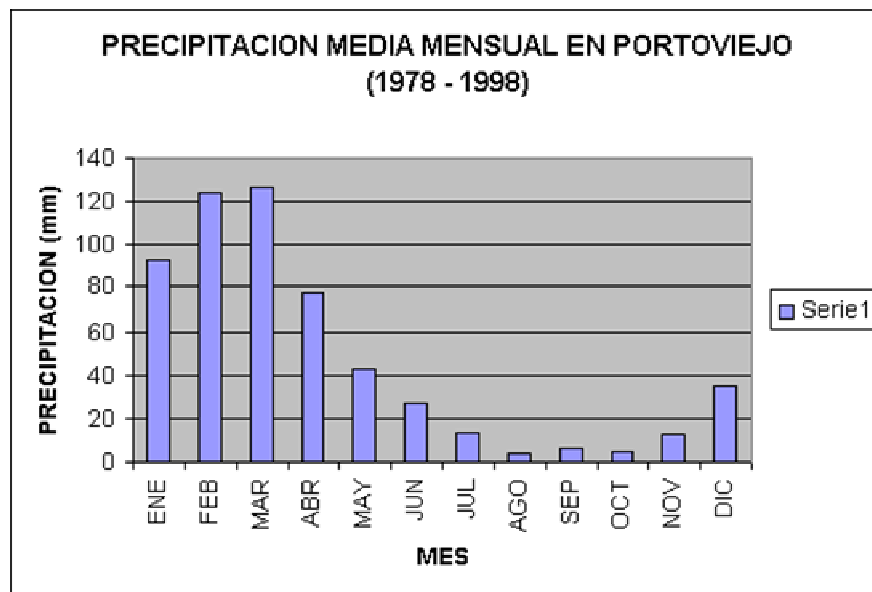
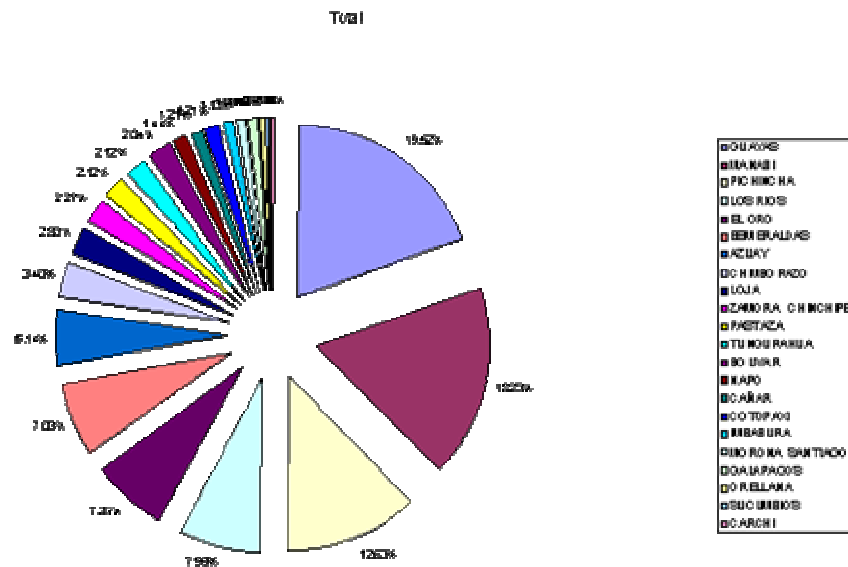


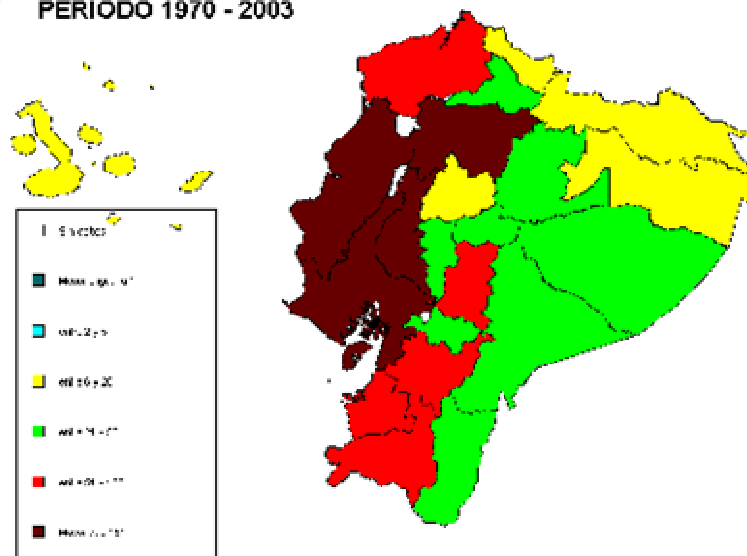
Figura No.14 Precipitación media mensual para la estación Portoviejo

La región con mayor número de reportes de desastres, es la Costa, teniendo el 58.3% del total de registros de la base, seguido de la Sierra y el Oriente con 33.9% y 7.8% respectivamente (Figura No. 16).



Fuente: Desinventar, Período 1970-2003

DISTRIBUCIÓN DE DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS PERIODO 1970 - 2003



Fuente: Desinventar, 2004

Figura No.16 Distribución geográfica de desastres hidrometeorológicos en el territorio nacional

Tal como indica la Figura No.17, en la Costa, los reportes de desastres más representativos según su importancia son: Inundaciones (606), Deslizamientos (161) y epidemias (128). En lo que respecta a la Región Sierra (Figura No.18), los desastres más frecuentes son: Deslizamientos (258), Inundaciones (150) y lluvias (99).

DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA COSTA

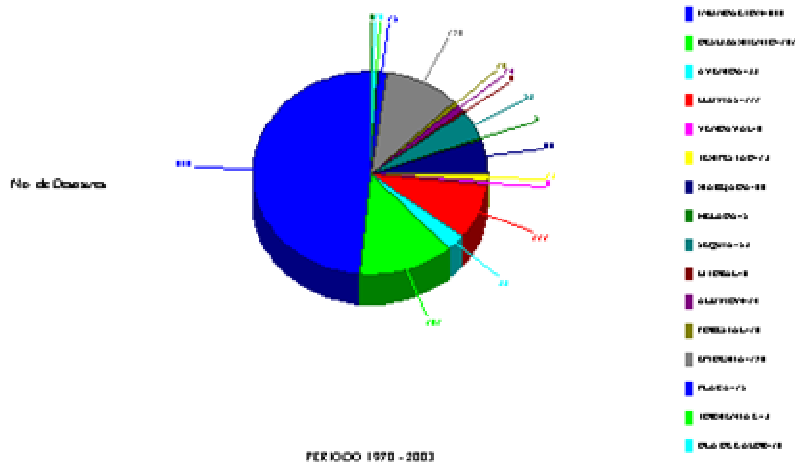


Figura No.17 Tipo y número de desastres en la región Costa incluyendo Galápagos

DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA SIERRA

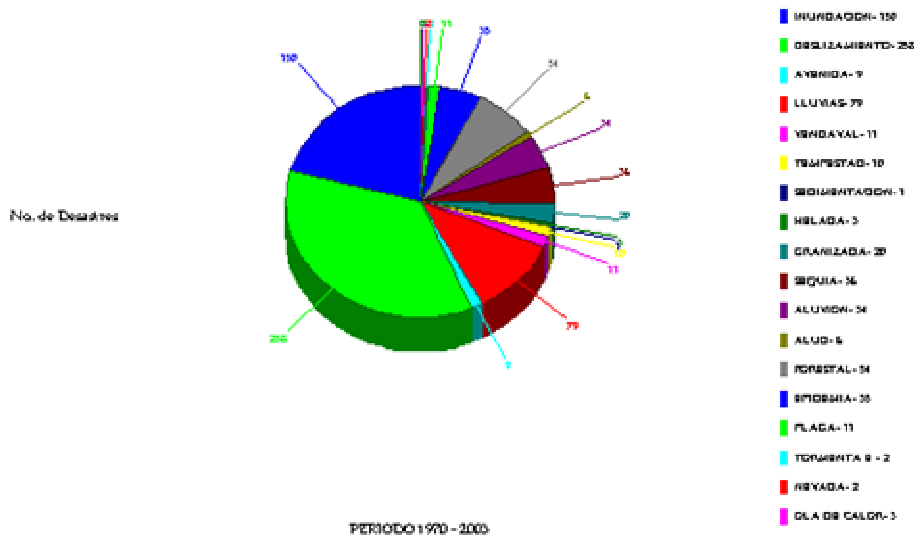


Figura No.18 Tipo y número de desastres en la Sierra.

En la Región Amazónica (Figura No.19) los más frecuentes son los Deslizamientos (57), Inundaciones (34), y Lluvias (18).

DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA AMAZONIA

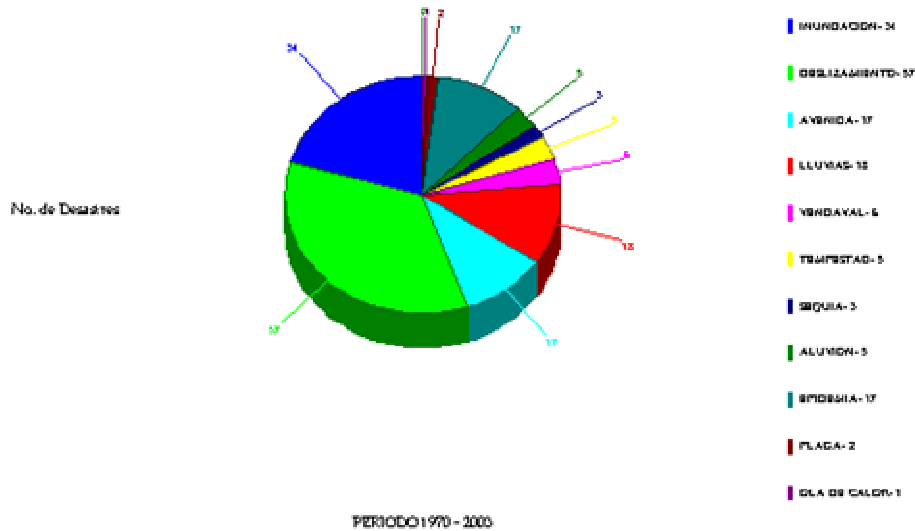


Figura No.19 Tipo y número de desastres en la Amazonia.

A nivel cantonal aquellos que presentan mayor número son los ubicados en el Golfo de Guayaquil, en la costa de Manabí y en la provincia de Esmeraldas en la región costa y en Quito y Cuenca en la región sierra.

La mayor parte de los eventos se hallan concentrados en los cantones de la costa ecuatoriana, especialmente en los cantones mas cercanos a la línea costera, bajo la isolínea de 1000 m debido a las precipitaciones severas que ocurren en esta zona (Bendix et al, 1998) los cantones con niveles medios de desastres entre ésta y la cordillera occidental y los cantones con bajos niveles en los valles interandinos y la región amazónica (Figura No.20).

Comentario [MSOFFICE2]: Bendix, J., Bendix, A., 1998 – *Climatological Aspects of the 1991/1992 El Niño in Ecuador*, Bulletin de l'Institut français d'Études Andines. 27 (3) : 655-666

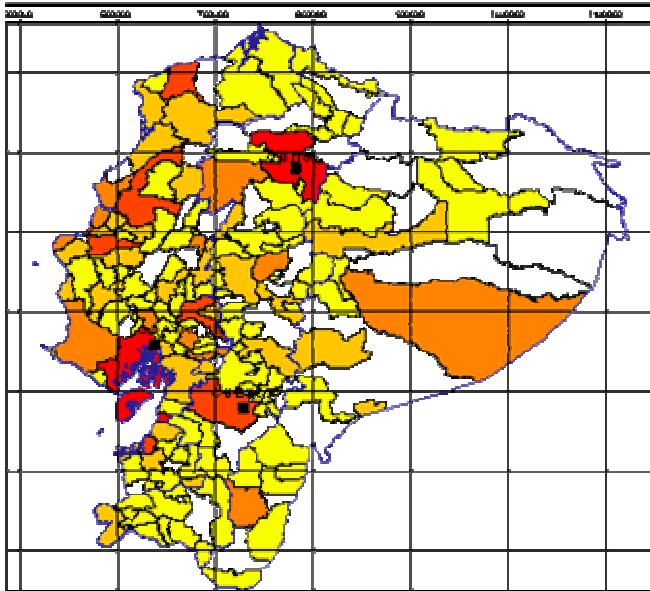


Figura No.20 Distribución de desastres a nivel cantonal

5.3 Patrón semántico

Los desastres más frecuentes para el país en el período 1970-2003 son las inundaciones, deslizamientos y lluvias (Figura No.21). Estos tres tipos de desastres representan el 70% de los desastres de origen hidrometeorológico reportados y un altísimo porcentajes de las afectaciones (Cuadro No. 5).

Los desastres que más afectan a los cantones de la Costa son las inundaciones, aunque existen pocos cantones (Figura No.22) especialmente en la Cordillera Chongón-Colonche que presentan como desastres mas frecuentes los deslizamientos (El Carmen, Jipijapa, Montecristi, Paján, Pichincha, Santa Ana, 24 de Mayo en la Provincia de Manabí, Piñas en El Oro, Durán en Guayas y Palenque en Los Ríos).

Cuadro No.5 Tipo de eventos y sus efectos. Periodo 1970 - 2003

Evento	# de Eventos	Porcentaje	No. de Muertos	No. de Heridos	No. de Afectados	No. de Viv. Destruidas	No. de Viv. Afectadas
Inundación	790	37.05%	458	124	196,368	3,835	26,239
Deslizamiento	476	22.33%	1,395	439	106,518	2,314	1,977
Lluvias	208	9.76%	150	189	39,986	613	579
Epidemia	180	8.44%	540	69,524	13,684	0	0
Sequia	92	4.32%	0	0	40,025	0	0
Marejada	68	3.19%	52	1	91	380	324
Forestal	64	3.00%	0	12	6	4	0
Avenida	59	2.77%	50	0	8,025	54	1,064
Arrión	53	2.49%	87	34	10,153	101	29
Piñaga	28	1.31%	0	0	0	0	73
Tempestad	28	1.31%	16	7	1	29	84
Vendaval	25	1.17%	3	42	750	59	98
Granizada	20	0.94%	2	21	0	0	0
Ota de calor	14	0.66%	3	300	0	0	0
Melada	8	0.38%	1	0	0	0	0
Alud	6	0.28%	23	31	0	0	0
Litoral	6	0.28%	0	0	0	0	0
Tormenta E.	5	0.23%	1	0	0	1	0
Neveña	2	0.09%	0	0	0	0	0
Sedimentación	1	0.05%	0	0	0	0	0
TOTAL	2,133	100%	2,781	70,724	415,607	7,390	30,467

Fuente: Desinventar,2004, modificado por el Autor

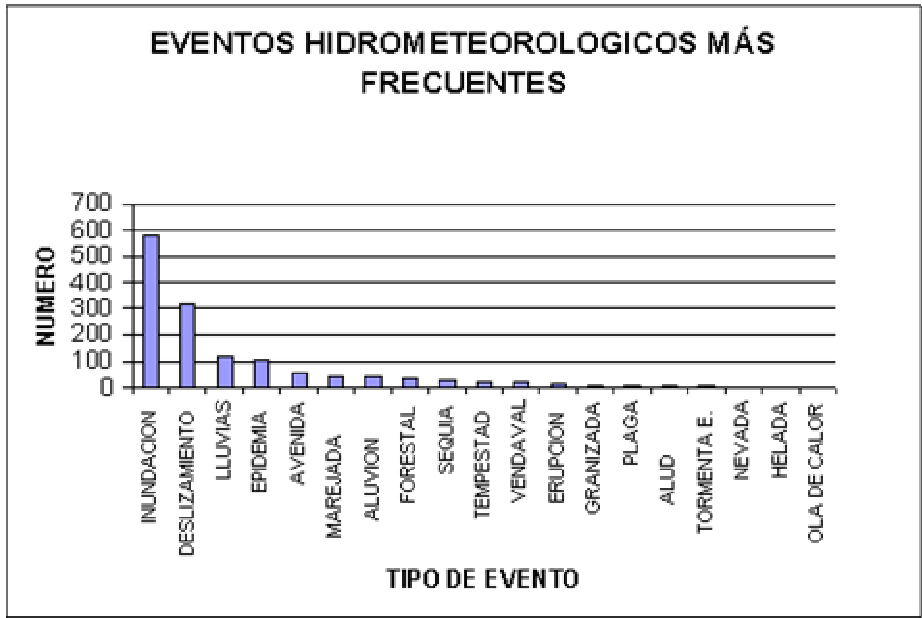
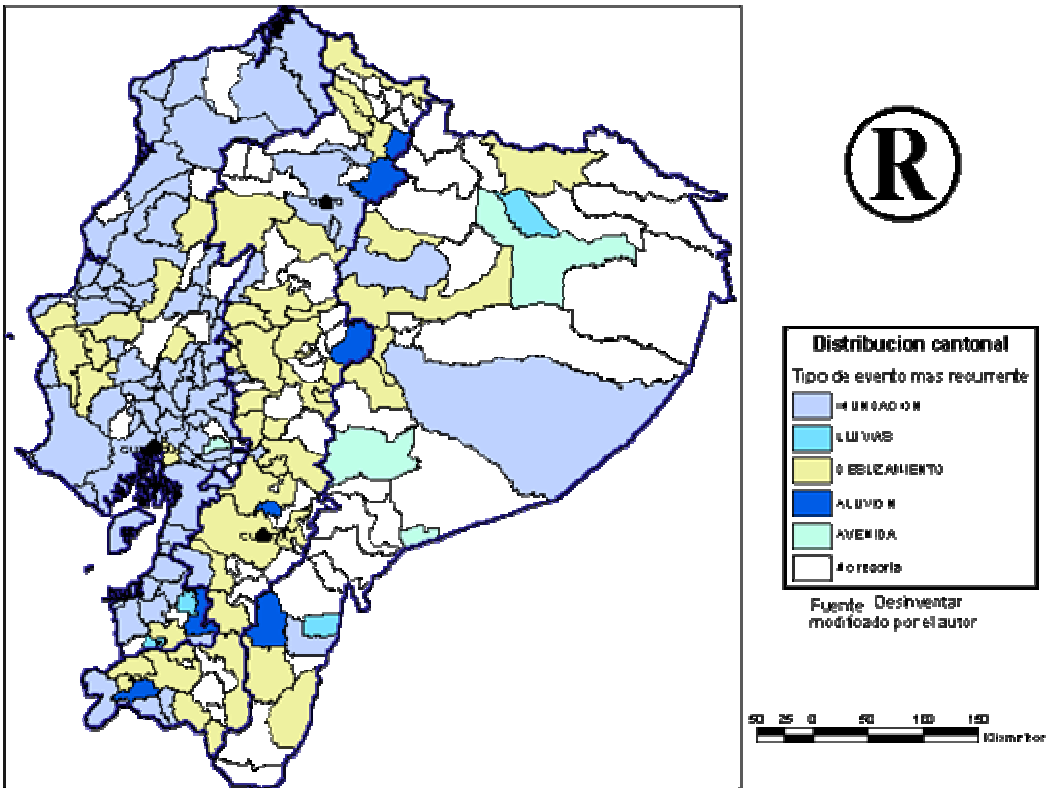


Figura No.21 Eventos Hidrometeorológicos más frecuentes



Fuente: Daqui, 2004

Figura No.22 Tipo de desastres más frecuente por cantón

En la región Sierra los principales tipos de desastres registrados son evidentemente los deslizamientos que ocurren en las zonas de fuertes pendientes de la cordillera de los Andes, seguidos por las inundaciones y aluviones.

En la región Oriental, se presentan mayormente deslizamientos e inundaciones, los cuales se presentan en 7 (39%) y en 3 (17%) de los 18 cantones que reportan desastres respectivamente. Estos se localizan principalmente en las partes altas de las cuencas amazónicas.

6. ANÁLISIS DE PATRONES COMPLEJOS

6.1 Análisis Temporal - semántico

De todos los tipos de desastres de origen HM, los deslizamientos y sobre todo las inundaciones, particularmente en el último ENSO 97-98, han sido los de mayor crecimiento a lo largo de las últimas 3 décadas. El número de epidemias no ha mostrado un incremento mayor, y el número de sequías incluso ha disminuido, posiblemente por tratarse de un periodo lluvioso como se verá mas adelante (Figura No.23).

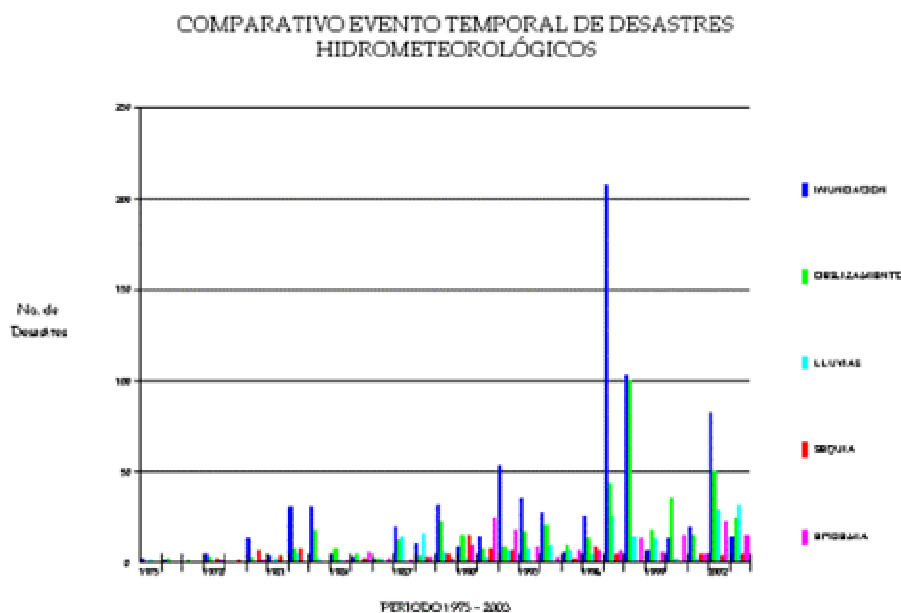
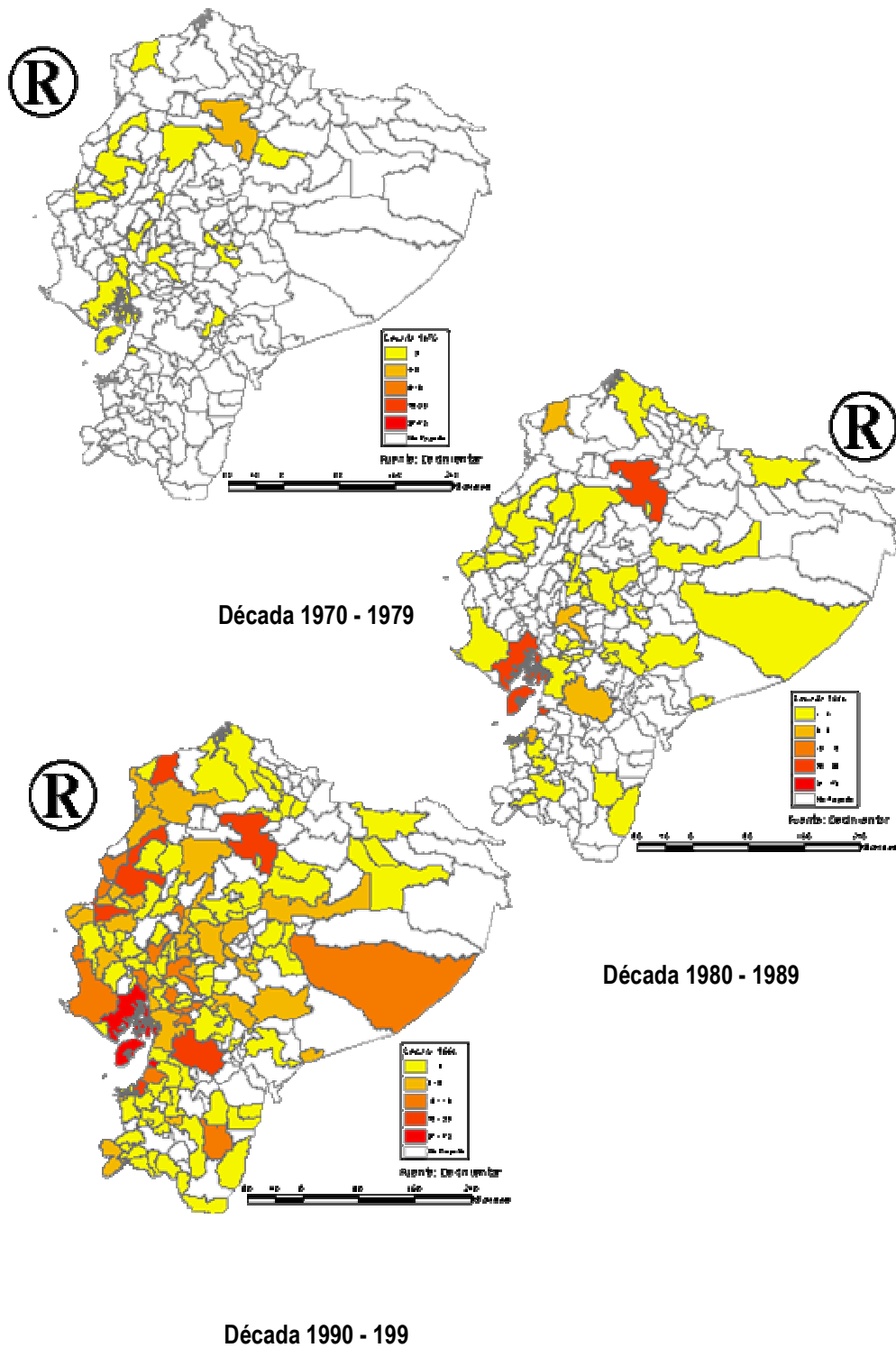


Figura No.23 Variación de los principales DHM en las últimas 3 décadas

6.2 Variación geográfico – temporal de los DHM

La ocurrencia de desastres de origen HM se ha ido ampliando a lo largo de las últimas 3 décadas desde los núcleos más poblados, hacia todo el territorio nacional y principalmente hacia los cantones de la costa y de la sierra centro y sur. Para la década de 1970 se reportaban desastres principalmente en Quito y Guayaquil y otros en menor número, sin embargo, para la década de 1980, debido principalmente al evento ENSO 1982-1983, este espectro se amplió hacia un mayor número de cantones especialmente de la costa, sierra centro y sur y Amazonia. (Figura No.24).

En la década de 1990 el proceso creció aun más, reportándose desastres en 67 cantones de los cuales gran parte de ellos en la provincia de Manabí y en la cuenca media y baja del río Guayas. Esto permite visualizar un proceso de ampliación de las zonas de afectación y por tanto de crecimiento de las condiciones de vulnerabilidad, ya que se puede razonablemente aceptar que no hay espacialmente una alteración climática.



Fuente: Desinventar, 2004 modificado por el autor

Figura No.24 Expansión de las áreas afectadas por Desastres HM en las 3 últimas décadas

El mayor crecimiento de los DHM se presentó en la región costa (Como ejemplos Guayas y Manabí) y en menor medida en la región sierra (ejemplo Azuay y Pichincha) como se visualiza en la Figura No.25,

COMPARATIVO GEOGRÁFICO - TEMPORAL DE DESASTRES
HIDROMETEOROLÓGICOS

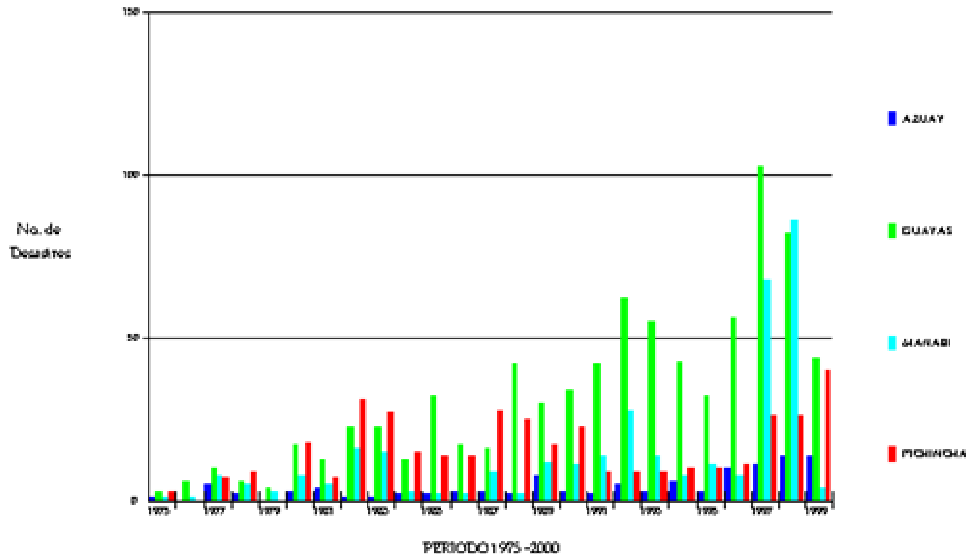


Figura No.25 Variación del número de Desastres HM en cuatro cantones a lo largo de las últimas 3 décadas

En parte el incremento se explica por los acelerados procesos de urbanización del Ecuador a partir de la década del 70, impulsado por el boom de la exportación petrolera. En efecto, de acuerdo a los resultados preliminares del último censo de noviembre de 2.001, la población urbana del país supera ampliamente a la población rural. La relación población urbana versus población rural se ha incrementado desde una relación 58.2 % / 41.8 % para el censo de 1990 a una relación de 60.98% / 39.02% para el censo del 2001. Para la década 1990-2000, la tasa de crecimiento urbana fue del 3.6%, mientras la rural fue negativa -0.07% , lo que expresa el proceso de migración rural-urbano.

El crecimiento poblacional, es sin duda otro factor de significación. A pesar de la continua disminución de la tasa de crecimiento poblacional (desde un valor de 2.92% entre 1980 y 1990, hasta el 2.11% para la década 1990-2000), la población del país ha crecido de 9.6 millones en 1990 a 12'090.804 en el 2001.

6.3 Análisis temporal y espacial

El estudio de la sola distribución del número de desastres a nivel general no es suficiente, ya que estos pueden ocurrir tanto en períodos neutros como en períodos ENSO. Para solventar esta inquietud se clasificó los cantones de acuerdo al comportamiento de los promedios anuales de desastres en cada cantón entre períodos ENSO y No ENSO.

La Figuras No.26 y 27 muestran la diferencia de patrones en los cantones, desde el punto de vista de los promedios anuales de desastres HM entre períodos ENSO y No ENSO. En ella se puede ver que los cantones ubicados en la línea costera del litoral ecuatoriano presentan una gran diferencia de ocurrencia de desastres entre los años neutros y los años ENSO, no así los cantones ubicados en el interior del país, los cuales reportan desastres tanto en los períodos ENSO como en los períodos neutros.

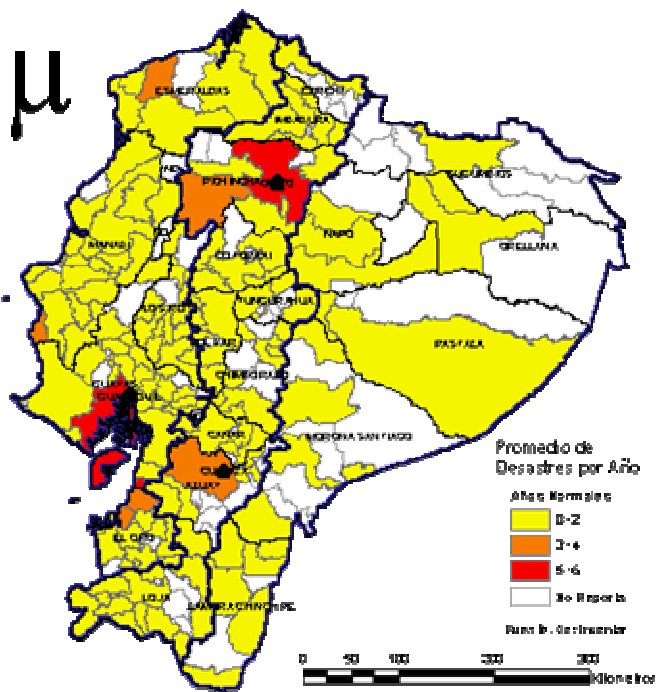


Figura No.26 Promedio anual de desastres por cantón en periodos No ENSO (VC)

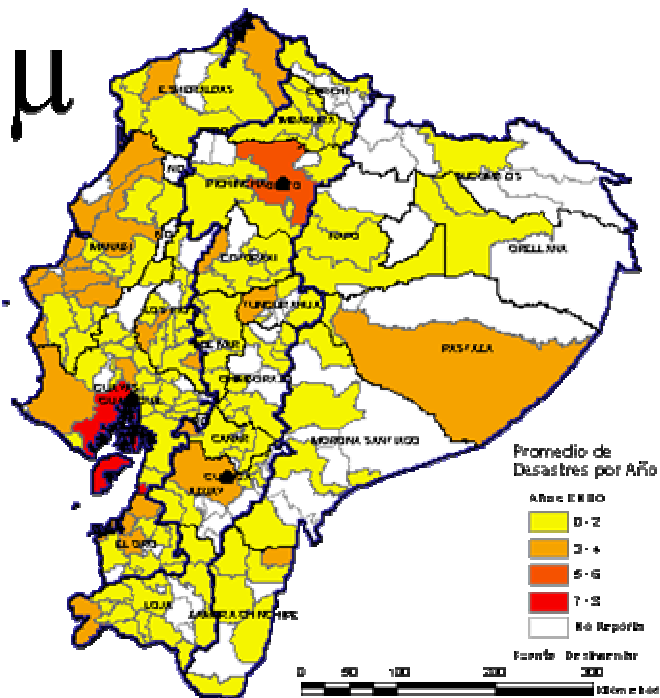
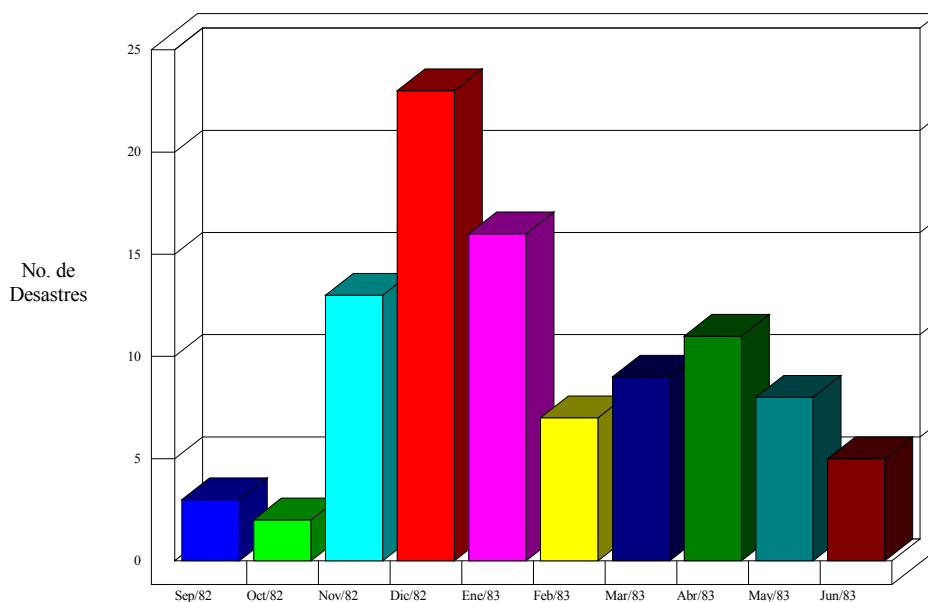


Figura No.27 Promedio anual de desastres por cantón en periodos ENSO (Influencia de ENSO)

7. EVENTOS ENSO 82-83 Y 97-98

7.1 Evento 1982 – 1983

La duración reportada de este evento según la NOAA fue de 15 meses, iniciándose en septiembre de 1982. Según DI en este periodo se produjeron 99 eventos, con una mayor ocurrencia entre noviembre de 1982 y enero de 1983. lo que representa aproximadamente 3 meses de anticipación con relación al patrón de pluviosidad normal que presenta picos entre



marzo y abril (Figura No.28).

Figura No.28 Patrón de ocurrencia y tipo de desastres durante el evento ENSO 82-83

A medida que se aumenta la intensidad del evento en el tiempo, aumenta la magnitud de los desastres asociados a la variabilidad climática, lo cual genera una disminución de la capacidad del medio y de los sistemas de emergencia para responder a los desastres. Esto provoca que se incremente el número de deslizamientos e inundaciones debido a las lluvias; adicionalmente la capacidad de respuesta de los sistemas hidrográficos disminuye y aumentan el número de desastres asociados a avenidas causados por precipitaciones superiores a las normales y las condiciones de saturación de los suelos, lo cual genera un efecto concatenado de deslizamientos.

Según DI, en el evento 82-83, curiosamente la ciudad más afectada fue Quito (Figura No.29), lo que coincide con un record de pluviosidad anual registrado en la ciudad, favorecido por los problemas del alcantarillado y la degradación por ocupación urbana de las laderas en flancos del Volcán Pichincha al pie del cual yace la Capital del Ecuador. Sin embargo, este resultado puede estar afectado por el sesgo de cobertura de los medios de prensa, todavía en esos años poco alertas al Fenómeno El Niño. En efecto, de la revisión de la base de datos local de Manabí, en el periodo Octubre 82-Julio 83 se reportan 61 eventos en la provincia, mientras en la base nacional para este mismo periodo se reportan apenas 16 para Manabí y 22 para Guayas, por debajo de

los 25 reportados para Quito y Pichincha. Esto significa que la gravedad de los efectos en la realidad fue mayor en la costa, que en Quito, aunque de manera extraordinaria, también Quito fue afectada severamente en este periodo.

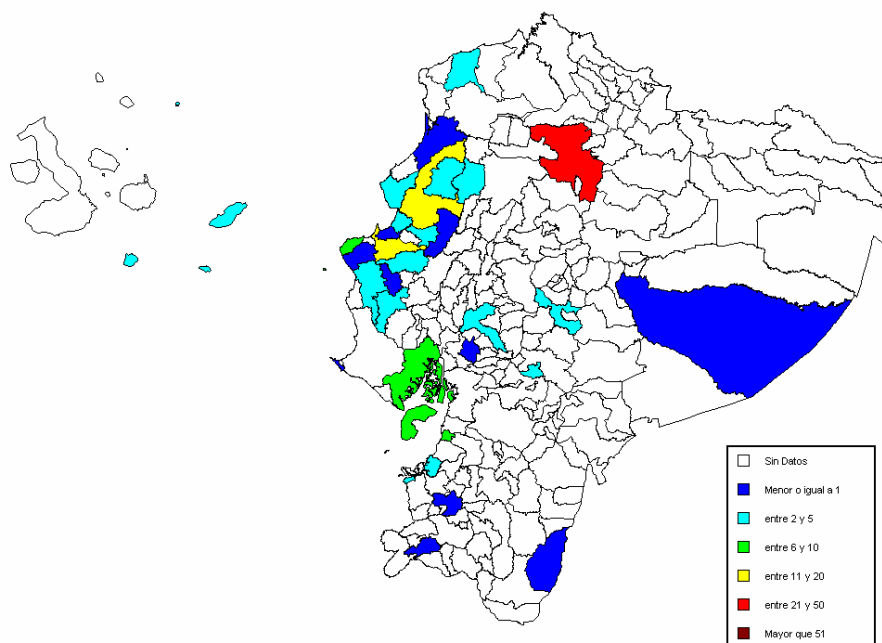


Fig. No. 29 Distribución cantonal de desastres durante el evento ENSO 82-83

7.2 Evento 1997-1998

Según el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), la temperatura superficial del mar frente a las costas ecuatorianas durante el Fenómeno El Niño estuvo constantemente 2 y 5 grados centígrados por encima de la media del período (Suárez, 1998). Este incremento de temperatura de la TSM es el responsable del incremento notorio de las precipitaciones en la región costera ecuatoriana (Rossel, et al, 1996) y peruana (Woodman, 1999).

En términos de pluviosidad acumulada, en los 17 meses de lluvia casi ininterrumpida entre enero de 1997 y mayo de 1998, se registraron en la presa de Chongón 8.800 mm. Entre agosto de 1997 y marzo de 1998 se registraron récords históricos de precipitación en Guayaquil, Portoviejo, Pichilingue, Babahoyo, Milagro y Machala. Las estaciones de La Concordia, Esmeraldas, Santo Domingo, Chone, Bahía, La Troncal registraron récord mensuales y diarios en varias ocasiones. En abril de 1997 en La Concordia llovió 27 días de 30 y en enero de 1998 en Machala llovió 29 de 31 días. En marzo de 1997, en la estación Guayaquil llovió 154 mm en 24 horas, equivalente al 31% de la precipitación en ese mes. En diciembre de 1997, en la misma estación Guayaquil, se registraron 818.6 mm, casi el equivalente a la media multianual. Igual situación ocurrió en enero de 1998 en Machala en que se registró 922.2 mm. (DNDC, 1998). De manera preocupante, al mismo tiempo, Pourrut, 1994, ha reportado tendencias notorias de largo plazo de disminución de la precipitación anual, en ciudades como Machala, Portoviejo, Guayaquil y Milagro.

NUMERO DE DESASTRES ASOCIADOS A EL NIÑO 97-98 DISTRIBUCION CANTONAL

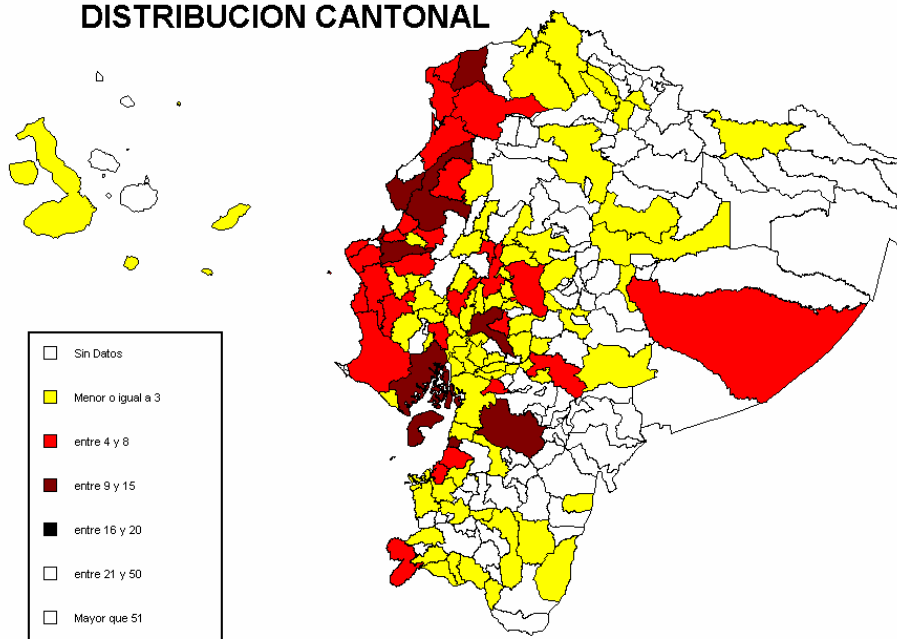


Figura No. 30b. Distribución geográfica de desastres asociados al evento ENSO 97-98 (A nivel Cantonal)

El número de víctimas directas fue: 293 fallecidos, 163 heridos y 36 desaparecidos. En total se registraron 6.273 familias damnificadas y 13.374 familias afectadas. Nuevamente, Manabí resultó la provincia más golpeada con 104 muertos y 3.131 familias afectadas. Las causas de muerte fueron 42% ahogamientos, 37% por deslizamientos, 6% electrocutados, 5% quemados y el resto por salud y otros.

La vialidad fue el segundo sector más afectado después de la agricultura. En vialidad hubieron 4.333 Km. de vías principales destruidas, de las cuales un tercio en Manabí. Según Cepal, 1998, se afectaron 2.457 Km. de red primaria y 2.935 Km. de vías secundarias. Según la DNDC, 1998, 31 puentes fueron destruidos completamente y 59 fueron afectados en distinta forma.

El total de viviendas destruidas alcanzó a 5.121 y 10.227 afectadas. De ellas en Manabí se destruyeron 1.820, equivalentes al 35.5 % del total. La causa principal de los daños en un 85% fueron por efecto de las inundaciones.

Los locales escolares dañados fueron 1.430 principalmente en Manabí, Los Ríos, Guayas y Esmeraldas. De ellos, 129 fueron completamente destruidos, 782 severamente afectados y 519 con daños menores. En infraestructura de salud, 7 hospitales y 9 sub-centros resultaron afectados, por efectos de inundaciones, aislamientos de los accesos, drenajes inadecuados, daños en cubiertas, etc.

El deterioro de las condiciones de salubridad por estancamiento de aguas, daños o inexistencia de sistemas de alcantarillados, fue favorable para la presencia de epidemias y enfermedades. En

total se afectaron las siguientes personas: Paludismo: 7.434, Dengue: 3.227, Afecciones a la piel: 2.079, Intoxicación alimentaria: 2001, Hepatitis: 1.770, Cólera: 965 y Leptopirosis: 139.

Las ciudades más afectadas en sus abastecimientos de agua fueron Esmeraldas, Bahía, Chone, Guayaquil, Portoviejo, etc. Los daños se produjeron por rotura de acueducto, desabastecimientos, colapso de sistemas de alcantarillados, sedimentación de alcantarillados, inundación de letrinas, anegamientos de pozos de agua, dispersión de desechos sólidos, etc.

Los daños en el sector agrícola alcanzaron al 12% del PIB y al 48% de las exportaciones. La causas fueron porque no se pudo sembrar, imposibilidad e recoger la cosecha, imposibilidad de transportar la cosecha, destrucción de cultivos por exceso de humedad, y por lluvias, inundaciones y avenidas. Los cultivos de ciclo corto como arroz, maíz, soya, fréjol, yuca, etc. fueron los más afectados. Los cultivos perennes más afectados resultaron el café, el cacao, el banano, la caña de azúcar, los mangos y los cítricos. El área no sembrada alcanzó a 288.000 Ha y las cosechas se perdieron en otras 325.000 Ha, alcanzando un 15% del área agrícola de la costa. La provincia de Los Ríos en cambio fue la más afectada en extensión agrícola, seguida por Guayas, Cotopaxi y Manabí. (DNDC, 1998).

Aproximadamente 30% de los hatos ganaderos de la costa fueron afectados por la pérdidas de la salud de los animales debido al exceso de humedad. Debido a las previsiones anticipadas, la mayoría pudo mover su ganado a zonas altas con menor riesgo. En el sector avícola se perdieron 700.000 aves y se afectó su alimento básico como maíz y soya..

Por efecto directo en la infraestructura por inundaciones, y deslizamientos, se afectaron numerosas empresas. De un sondeo en 131 empresas, la producción cayó en un 6.8%. El sector comercial mostró una caída de 40% de las ventas. La reducción del flujo turístico por deterioro de vías y servicios fue notorio sobre todo en áreas como Puerto López y Bahía de Caráquez.

Pérdidas económicas

CONCEPTO	PERDIDAS TOTALES Millones de dólares
Sector Social	<u>192.2</u>
Vivienda	152.6
Salud	19.5
Educación	20.1
Infraestructura	<u>830.7</u>
Agua y Alcantarillado	17.1
Energía y Electricidad	19.0
Transporte terrestre (Vías)	786.8
Infraestructura Urbana	7.8
Sector Productivo	<u>1291.9</u>
Agropecuario y Pesca	1019.9
Industria, Comercio y Turismo	272.0
Otros	330.0
TOTAL	<u>2650.8</u>

Fuente: CEPAL, 1998

8. ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS ASOCIADAS A ENSO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA (VC) EN LA COSTA ECUATORIANA

En términos de alteraciones de los parámetros climáticos y oceanográficos frente a las costas de Ecuador, los más significativos son entre otros: incremento de la temperatura superficial del mar, disminución de la salinidad, elevación del nivel del mar y ocurrencia de oleajes y marejadas, aumento de la pluviosidad y de la humedad del ambiente, incremento de la temperatura del aire en la región costera, baja de temperaturas en la región andina, vendavales, ventiscas y tormentas eléctricas, sequías, olas de calor, en distintas regiones (Zevallos, 1999). De las variables antes listadas, las lluvias son de largo el factor que más influye en la ocurrencia de desastres. A nivel de Ecuador es conocido que con la ocurrencia de un Fenómeno de El Niño hay una correlación significativa entre el incremento de la TSM y un aumento de la precipitación en la región costera centro y sur y en menor medida en la costa norte y los valles interandinos (Rossel, et al, 1996).

Este incremento de lluvias en la costa ecuatoriana, genera a su vez un gran número de afectaciones a personas, bienes, infraestructura, ambiente, etc. Estas afectaciones sin embargo, no son iguales cada año y afectan más a unas regiones que a otras, es decir es espacial y temporalmente variada y es generada por diversas manifestaciones del clima que ocasionan diferentes tipologías de desastres.

8.1 Periodos ENSO

Según estudios de la NOAA para el periodo 1900-2000, los eventos cálidos han sido más frecuentes que los eventos fríos, sobre todo en las últimas décadas. Para Ecuador, Rossel, 1993, identificó 15 situaciones La Niña y 17 situaciones El Niño en el periodo 1915-1999. En el presente estudio se analizaron varias series de reporte de ocurrencia de ENSO, adoptándose aquellos reportados por Villacís (2001), en base a la metodología modificada de Trenberth (1997) para el bloque "El Niño 1+2" (0-10 °S / 80-90 °W. Estos periodos concuerdan con los periodos adoptados por la RED para el Proyecto ENSO-IAI (Franco, 2000). Villacís concluye que el criterio de Trenberth es adecuado para la fase cálida, Bloque "El Niño 1+2", pero se debe revisar para su aplicación a las fases frías de La Niña (Cuadro No.6).

Bendix (1998) y Rossel (1998), estudiaron la influencia de ENSO sobre los regímenes pluviométricos en las costas ecuatorianas. De ellos se desprende que la sola presencia del mismo, no es indicativo del aumento de la precipitación, sino que estas se ven influenciadas únicamente en los eventos de gran magnitud. Las precipitaciones severas ocurren principalmente en la planicie costera del Ecuador y el norte del Perú hasta la línea de 1000 m. Se presenta un centro nocturno de fuerte precipitación en la zona del Golfo de Guayaquil debido a la forma de la línea costera, lo que crea una burbuja de agua caliente que tarda mas en disiparse y que favorece la precipitación en los cantones circundantes.

Cuadro No.6 Comparación de periodos ENSO según varios autores

MEI		TRENBERTH El Niño 3+4 (0.4 °C)				TRENBERTH El Niño 3 (0.5 °C)				TRENBERTH El Niño 1+2 (0.7 °C)				ROSSEL		VUILLE		LA RED	
EN	LN	EN		LN		EN		LN		EN*		LN		EN	LN	EN	LN	EN	
EVENTOS		INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	EVENTOS		EVENTOS			
	1949/1951			Mar-50	Feb-51					May-51	Dic-51			1951	1950				1951
		Ago-51	Feb-52			May-51	Feb-52			May-51	Dic-51			1951					1951
		Mar-53	Nov-53			Mar-53	Oct-54			Mar-53	Sep-53			1953					1953
	1954/1956			Jun-54	Mar-56			May-54	Ene-55			Feb-54	Feb-56		1954 Y 1955				
								Mar-55	Feb-56										
	1957/1958	Abr-57	Ene-58			Abr-57	May-58			Mar-57	May-58			1957 Y 1958					1957-1958
															1962				
	1964/1966	Jun-63	Feb-64	May-64	Ene-65	Jun-63	Ene-64	Abr-64	Ene-65			Mar-64	Oct-64						1964
	1965/1966	May-65	Jun-66			May-65	Feb-66			Mar-65	Dic-65			1965	1965				1965
								Sep-67	Abr-68			Ago-67	Jun-68		1968				
	1970/1972	Sep-68	Mar-70	Jul-70	Ene-72	Oct-68	Feb-70	Jun-70	Abr-71	Mar-69	Dic-69	Abr-70	May-71	1969	1971			1970/1971	1969
	1972/1973	Abr-72	Mar-73	Jun-73	Jun-74	Abr-72	Mar-73	Jun-73	Mar-74	May-72	Feb-73	May-73	Ene-74	1972 Y 1973		1972	1973/1974	1973-1973	
	1973/1975			Sep-74	Abr-76			Abr-75	Mar-76			Jul-75	Ene-76						1975/1976
	1975/1977																		
		Ago-76	Mar-77			Jul-76	Feb-77			May-76	Dic-76			1976		1976	1988/1989		1976
		Jul-77	Ene-78																
		Oct-79	Abr-80			Jul-79	Dic-79												
	1982/1983	Abr-82	Jul-83			Abr-82	Sep-83			Jul-82	Nov-83			1983		1982/1983			1983-1983
				Sep-84	Jun-85			Oct-84	Dic-85			Mar-85	Oct-85						
	1986/1987	Ago-86	Feb-88			Sep-86	Ene-88	Abr-88	Mar-89	Dic-86	Dic-87	Abr-88	Nov-88	1987		1986/1987	1988/1989		1987
	1988/1990	Mar-91	Jul-92			May-91	Jun-92			Ene-92	Jun-92					1991/1992			1991-1993
		Feb-93	Sep-93																
		Jun-94	Mar-95																
				Sep-95	Mar-96							May-96	Nov-96						
	1997/1998	Abr-97	Abr-98	Jul-98	Feb-99	Abr-97	Jun-98			Mar-97	Sep-98								1997-1998

* Periodos tomados como referencia para el análisis de patrones

Rossel et al. (1998), determinaron tres regiones y 18 zonas homogéneas de variabilidad pluviométrica en función de la influencia de El Niño sobre los totales pluviométricos anuales (Figura No.31):

1. *Zona de Fuerte Influencia*. Incluye la mayor parte de la región costera del Ecuador.
2. *Zona de Influencia Moderada*. Incluye los flancos occidentales de la Cordillera de los Andes con más de 1500 msnm de altitud y el norte de la región costanera.
3. *Zona de Influencia No Significativa*. Está constituida por los valles interandinos y por la vertiente amazónica.



Figura No.31 Macroregiones en función de la influencia de El Niño sobre los totales pluviométricos anuales (Rossel, 1993)

Según estos estudios, la región Interandina y la Amazónica aparecen como zonas de influencia poco significativa en relación con la influencia del ENSO. Estudios posteriores han mostrado la influencia de ENSO en el incremento de la temperatura, y disminución de las precipitaciones en la región interandina (Villacís et al., 2002,).

Según el trabajo de Rossel, el límite de fuerte influencia, donde el aumento de las precipitaciones es superior al 40%, está situado alrededor de Trujillo en Perú, al sur este del Ecuador y, corresponde a los primeros relieves de la Cordillera de los Andes (altitud inferior a 1500 msnm), a lo largo del Ecuador (de sur a norte) y termina alrededor de Esmeraldas al extremo norte. La región en donde el incremento de las precipitaciones es significativo con un aumento superior al 20%, en los años Niño, corresponde al conjunto del lado occidental de la Cordillera de los Andes, entre Chimbote (Perú) al sur del Ecuador y, el sur de Buenaventura (Colombia) al norte del Ecuador.

Según varios estudios, el Fenómeno El Niño tiene una recurrencia de entre 3 y 7 años. Según enfoques históricos y paleoclimáticos, estos eventos son normales y vienen ocurriendo desde hace siglos o incluso desde hace miles de años (Hocquenghem, 1998, Quinn et al, 1987 y Hocquenghem y Ortlieb, 1990).

8.2 Eventos ENSO y sus manifestaciones a nivel de Ecuador

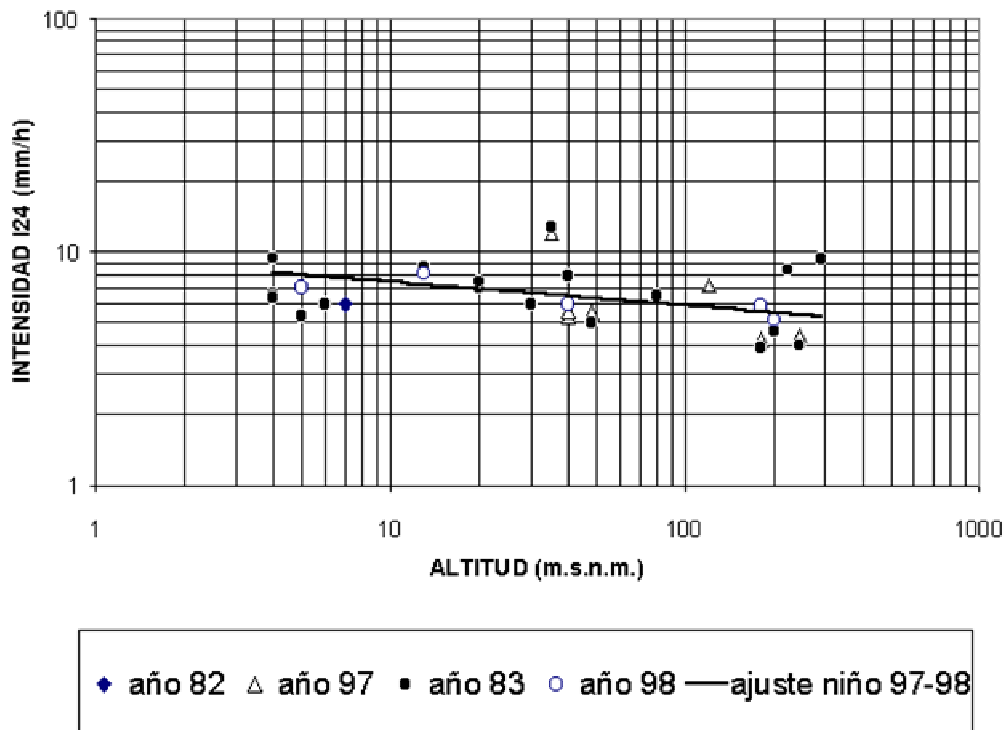


Figura No.32 Intensidades máximas para los eventos ENSO 82-83 y 97-98

Según la OMM (1998) el ENSO 97-98 fue uno de los más fuertes jamás registrados, con anomalías de temperatura de la superficie del mar (TSM) entre 2 y 5 grados Celcius sobre su valor normal. El efecto del ENSO tuvo influencia sobre el clima global, con incremento de la temperatura del planeta a una cifra promedio récord en 1997. En los eventos 82-83 y 97-98 se registraron las más intensas precipitaciones máximas en 24 horas en varios sitios de la costa ecuatoriana y caudales específicos extraordinarios (Ver Figura No.32)

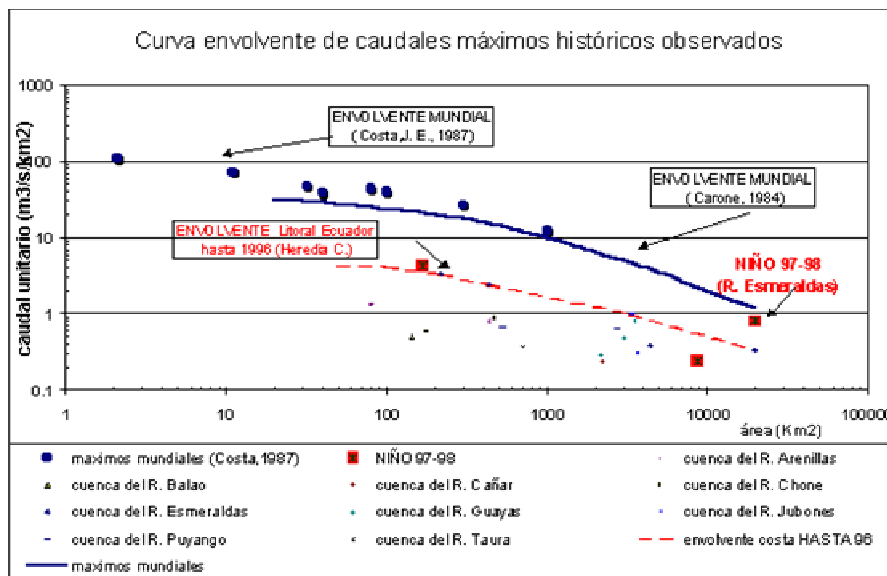


Figura No.33 Caudales máximos observados en Ecuador

En los aspectos hidrológicos, el ENSO 1997-1998 en Ecuador registró también cifras récord en varios sitios. Según estimaciones sobre la base de los registros y huellas de las crecidas (Heredia-Calderón, 1998), algunos valores de caudales específicos (parametrizados con el área de drenaje) se acercaron a los valores reportados por varios autores como los máximos mundiales (Figura No.33).

Por otro lado, en la fase fría del ENSO (eventos La Niña), también pueden presentarse anomalías positivas de precipitación. Tal es el caso de la anomalía ocurrida en varias estaciones de la costa durante el evento La Niña 1988-1989 (Heredia y Galárraga, 1999). Eventos intensos extraordinarios de carácter local, son también posibles sin que estén asociados a ENSO y de hecho se han presentado en la zona de Manabí. Tal es el caso de los periodos lluviosos en el periodo La Niña 1999-2001 o el evento extraordinario registrado en marzo del 2001 en la Estación Portoviejo.

Eventos La Niña se pueden asociar también con el déficit de caudal en proyectos hidroeléctricos importantes (Heredia, 1999), sin embargo, este tipo de eventos están poco documentados y poco estudiados, puesto que existen otros eventos de sequía más severos que no están relacionados con los fenómenos ENSO y cuyos patrones y causas son aún desconocidos.

8.3 Señales ENSO y VC, Normalidad y Anormalidad

La variabilidad climática depende de varios fenómenos, tales como la interacción entre el océano y la atmósfera en los trópicos, la interacción entre las zonas tropicales y extra-tropicales del planeta, la interacción océano atmosférica en las zonas extra-tropicales, las interacciones entre la superficie terrestre y la atmósfera, entre otras (WMO, 1999, Enfield et al, 1999). En este ámbito, se evidencia la dificultad de estudiar la variabilidad climática y sus consecuencias de manera general, puesto que sus efectos son distintos en cada región en la que se analiza. Factores como la altitud, latitud, distancia al mar, exposición a los vientos, etc, son importantes para determinar la distribución espacial de los eventos intensos y deben ser investigadas.

El efecto de la variabilidad climática en un periodo de tiempo particular, para un actor, actividad o región, puede definirse como la diferencia entre la magnitud de la ocurrencia de eventos en ese período y la magnitud media de ocurrencia de eventos en un periodo de tiempo más largo (varias décadas), los cuales consideran aspectos no climáticos y tendencias de cambios en el clima a largo plazo. (National Research Council-NRC, 1999).

Hidrológicamente o climatológicamente los eventos que pueden considerarse normales son aquellos cuya desviación no excede al valor de la desviación estándar, mientras que, los eventos cuyo valor excede la desviación estándar, pueden ser clasificados como eventos extraordinarios medios o severos de acuerdo a la magnitud de la anomalía.

Anomalías de pluviosidad anual

Para conocer en más detalle la normalidad y anormalidad de la pluviosidad anual y su relación con la ocurrencia de eventos ENSO, se analizaron las anomalías pluviométricas de las estaciones Manta, Chone y Portoviejo, ubicada la primera de ellas junto a la costa, la tercera en la región montañosa interior al pie de la cordillera costanera y la segunda estación en una localización intermedio entre las dos. De este análisis se puede señalar los siguientes aspectos (Cuadro No.7):

- Sólo los eventos ENSO cálidos El Niño (EN) Muy Fuertes presentan siempre anomalías positivas mayores a 1. La variabilidad es mayor en la costa que hacia el interior, concordante con la menor pluviosidad y mayor aridez de la zona costera.
- Años con eventos Neutros (N) o La Niña (LN) pueden presentar anomalías positivas o negativas, aunque primordialmente presentan anomalías negativas, es decir pluviosidad menor a la media.
- EN moderados y fuertes pueden presentar también anomalías positivas y negativas, aunque principalmente producen anomalías positivas, es decir pluviosidad mayor a la media.
- Aunque no todo evento cálido EN produce anomalía positiva de precipitación, casi todas las anomalías positivas de precipitación coinciden con eventos EN o con años Neutro.
- EN moderados producen anomalías positivas en el rango menor a 1, con excepción de la estación Manta que pueden ser mayores a 1.
- El año 1982 catalogado como EN Muy fuerte presentó anomalía negativa, aunque se debe a que el evento ENSO se inició a partir de septiembre. Para un análisis más preciso se requiere considerar los periodos de ocurrencia del ENSO y no años calendario.

Como ejemplo, para la estación Manta, de los 7 eventos ENSO reportados como moderados (51, 53, 65, 69, 76, 87, 91/93) sólo 3 presentaron precipitaciones por encima de la media y sólo en el del 91/92 se presentó un considerable número de desastres. Por otra parte, las ocasiones en que la precipitación fue mayor a la media coincide con un ENSO sea moderado o fuerte (53, 72,, 76, 83, 87) con excepción del año 1989. En los dos eventos ENSO reportados como fuertes (los de 57/58 y 72/73) la precipitación fue en un caso cercana a la media y en el otro mayor a la misma pero tampoco ocurrieron DHM.

En conclusión, la presencia de un periodo EN significa una mayor probabilidad de exceso de pluviosidad y al contrario un año LN o N advierte de una mayor probabilidad de déficit de precipitación.

Por otra parte, sólo los eventos EN Muy Fuertes como los del 82-83 y 97-98 producen claramente anomalías pronunciadas de precipitación (usualmente mayores a 1). Las restantes ocurrencias de periodos N, LN, EN moderado o incluso EN Fuertes pueden ser consideradas parte de la variabilidad climática normal (anomalías menores a 1 desviación positiva o negativa). De allí que el anuncio de ocurrencia de un Niño débil o moderado no significa nada diferente a la variabilidad climática normal y no debe ser considerado como sinónimo de desastre. Al contrario, esta podría ser interpretada como una señal positiva de que va a presentarse un periodo con suficientes lluvias para la actividad agrícola.

Cuadro No. 7 Anomalía de precipitación anual en comparación con la clasificación de periodos ENSO

MANA				PORTOVIJO				CHONE			
Año	P. Anual	Anomal.	Evento	Año	P. Anual	Anomal.	Evento	Año	P. Anual	Anomal.	Evento
1963	30	-0.78		1968	186	-1.00	LN				
1970	36	-0.76	N	1961	217	-0.90	N				
1980	54	-0.71		1980	218.1	-0.90	N				
1982	79	-0.64		1960	234	-0.85	N				
1990	91	-0.61	N	1979	241.5	-0.83	N				
1992	95	-0.60	EN Muy Fuerte	1980	244.5	-0.82					
1979	101	-0.58	N	1963	250.8	-0.80					
1991	130	-0.53	N	1964	252	-0.80	LN				
1995	122	-0.52	N	1991	257.2	-0.78	N				
1994	123	-0.52	LN	1988	288.8	-0.68	N				
1988	130	-0.50	LN	1974	299.1	-0.66	N				
1990	139	-0.47	N	1995	310.9	-0.62	N				
1995	141	-0.47		1978	324.8	-0.58	N	2000	347.4	-1.47	
1996	141	-0.47		1982	328.3	-0.58	EN Muy Fuerte	1988	488.5	-1.21	LN
1998	145	-0.46	N	1962	329	-0.57		1996	619.9	-1.01	N
1973	147	-0.46	EN Fuerte	2000	347.4	-0.51		1991	637.2	-0.98	N
1974	147	-0.46	N	1993	359.8	-0.48	N	1999	647.4	-0.96	N
1988	148	-0.46	EN Moderado	1970	382.4	-0.41	N	1995	700.4	-0.87	N
1988	153	-0.44	EN Fuerte	1996	400.2	-0.36	N	1979	738.8	-0.80	N
1991	158	-0.42	N	1984	400.4	-0.36	LN	2001	772.3	-0.75	N
1992	165	-0.40		1967	401.2	-0.35	N	1985	784	-0.73	N
1985	167	-0.40	N	1966	401.5	-0.35		1990	798.4	-0.70	N
1986	166	-0.32	N	1985	404.1	-0.35	EN Moderado	1988	806	-0.69	N
1989	203	-0.30		1971	407	-0.34	N	1978	948.8	-0.46	N
1984	214	-0.27	LN	1966	412.2	-0.22	N	1974	973.1	-0.40	N
1977	221	-0.25	N	1995	415	-0.31	N	1981	984.3	-0.39	N
1981	222	-0.24	EN Moderado	1977	444.8	-0.22	N	1989	1004.3	-0.36	EN Moderado
1978	223	-0.24	N	1994	481.9	-0.08	N	1967	1083.1	-0.22	N
1981	243	-0.18		1986	485.5	-0.07	N	1970	1094.8	-0.20	N
1986	246	-0.18	N	1981	501.5	-0.05		1980	1099.7	-0.18	N
1994	254	-0.16	N	1988	502.2	-0.06	EN Fuerte	1971	1105.9	-0.18	N
1984	259	-0.14	EN Muy Fuerte	1969	503.1	-0.05	EN Moderado	1992	1153.6	-0.10	EN Moderado
1993	270	-0.11	EN Moderado	1984	513.9	-0.02	N	1986	1159.3	-0.00	N
1989	281	-0.08	EN Moderado	1973	529.8	0.03	EN Fuerte	1984	1160.5	-0.03	LN
1987	288	-0.03	N	1989	546.6	0.07		1973	1231.3	0.04	EN Fuerte
1985	301	-0.02	EN Moderado	1967	559.8	0.12	EN Fuerte	1984	1280.4	0.12	N
1987	312	0.01	EN Fuerte	1976	589.5	0.24	EN Moderado	1985	1309.3	0.17	EN Moderado
1971	338	0.08	N	1981	641.4	0.36	EN Moderado	1989	1310.8	0.17	N
1976	361	0.14	EN Moderado	1999	647.4	0.38	N	1994	1318.6	0.18	N
1975	373	0.18	N	1989	666.8	0.44	N	1986	1341.8	0.22	N
1972	400	0.25	EN Fuerte	1987	685.3	0.49	EN Moderado	1982	1402.3	0.33	EN Muy Fuerte
1989	401	0.28	N	1972	790	0.66	EN Fuerte	1977	1473.9	0.46	N
1987	575	0.74	N	2001	757.4	0.71	N	1993	1478.5	0.46	N
1992	746	1.22	N	1975	757.8	0.71	N	1972	1569.9	0.61	EN Fuerte
1983	753	1.24	EN Moderado	1983	789.9	0.81	EN Moderado	1998	1642.8	0.74	EN Muy Fuerte
1997	1015	1.97	N	1992	941.4	1.28	EN Moderado	1975	1781.7	0.94	N
1988	1720	3.94	EN Muy Fuerte	1997	1350.9	2.43	EN Muy Fuerte	1976	1814.9	1.03	EN Moderado
1983	1782	4.11	EN Muy Fuerte	1998	1699	3.52	EN Muy Fuerte	1987	2051.3	1.43	EN Moderado
Media	309.1		N	1983	1789.2	3.79	EN Muy Fuerte	1997	2207.1	1.70	EN Muy Fuerte
DesvEst	356.4			Media	519.7			1983	3683.1	4.21	EN Muy Fuerte
				DesvEst	334.8			Media	1210.3		
								DesvEst	586.9		

Análisis de datos mensuales

El análisis de las anomalías mensuales de precipitación y su relación con las anomalías mensuales de la TSM, corrobora lo observado para los totales pluviométricos anuales. En efecto, un análisis de correlación directa entre las anomalías de temperatura de la superficie del mar y las anomalías de precipitación en la estación en la estación Portoviejo, para eventos EN, muestra que la correlación es muy alta para los eventos El Niño Muy Fuertes, con valores de anomalías de precipitación mayores a 4 y correlaciones altas, durante mayo a junio de 1983 y junio a agosto de 1997; mientras para eventos EN moderados o débiles, las correlaciones son

significativamente más bajas y las anomalías de precipitación presenta variaciones similares a las correspondientes a años normales. Para facilidad de visualización y análisis se ha calculado una media móvil de 6 meses). Cosa similar sucede con el número de eventos DHM (Figura No.34).

El análisis de autocorrelación de las series de tiempo (Programa KRONSTAT) aplicado para la serie pluviométrica anual de Guayaquil (periodo 1915-1998), identificó tres periodos: 1982-83, 1997-98 y 1918, cuyo valor de media y varianza evidencia diferencias significativas respecto a los otros períodos. El análisis utilizando la serie de anomalías mensuales, con objeto de eliminar el efecto estacional de las precipitaciones, identificó los mismos periodos como diferentes. Este resultado, refuerza la hipótesis de que en el pasado reciente existieron periodos con eventos de la misma magnitud de eventos EN Muy Fuertes, similares a los ocurridos en el 82-83 y 97-98.

En relación con la recurrencia de los eventos, se define una autocorrelación significativa, al 90%, para las series de precipitación mensual y anual de las estaciones de Guayaquil Aeropuerto, Manta Aeropuerto, Portoviejo y Chone, de entre 12 y 14 años, en todos los casos, lo que puede evidenciar una cierta ciclicidad de los eventos correspondiente a un periodo de recurrencia media de entre 11 y 14 años. Análisis de tendencias con una ciclicidad mayor, en el lapso de 4 décadas ha sido reportado para las estaciones de Manta y Portoviejo, ratificadas por la estación de Guayaquil.

8.4 Aumento de pluviosidad en el periodo de análisis

El análisis de la serie multianual de precipitaciones de la estación Portoviejo en la costa ecuatoriana, está caracterizada por la presencia de dos picos anormalmente altos de precipitación anual coincidentes con la ocurrencia de los Fenómenos de El Niño 82-83 y 97-98 (Zevallos, 2001) y un periodo de lluvias bajas entre los sesentas y setentas. En términos del mediano plazo podría ser valioso explorar la variabilidad climática basada en los registros históricos. Del análisis de las precipitaciones de la estación Manta, la media móvil de las precipitaciones tuvo su mínimo en la década de los sesentas y ha ido creciendo hasta la fecha.

Década	P (mm)
51-60	227.2
61-70	180.2
71-80	245.0
81-90	392.1
91-2000	549.1
Promedio	315.0

Anomalías de precipitación en Portoviejo ; anomalías de la superficie del mar (SST anomal;) en la región EN 1-2
 medio 0.01 (5 meses)

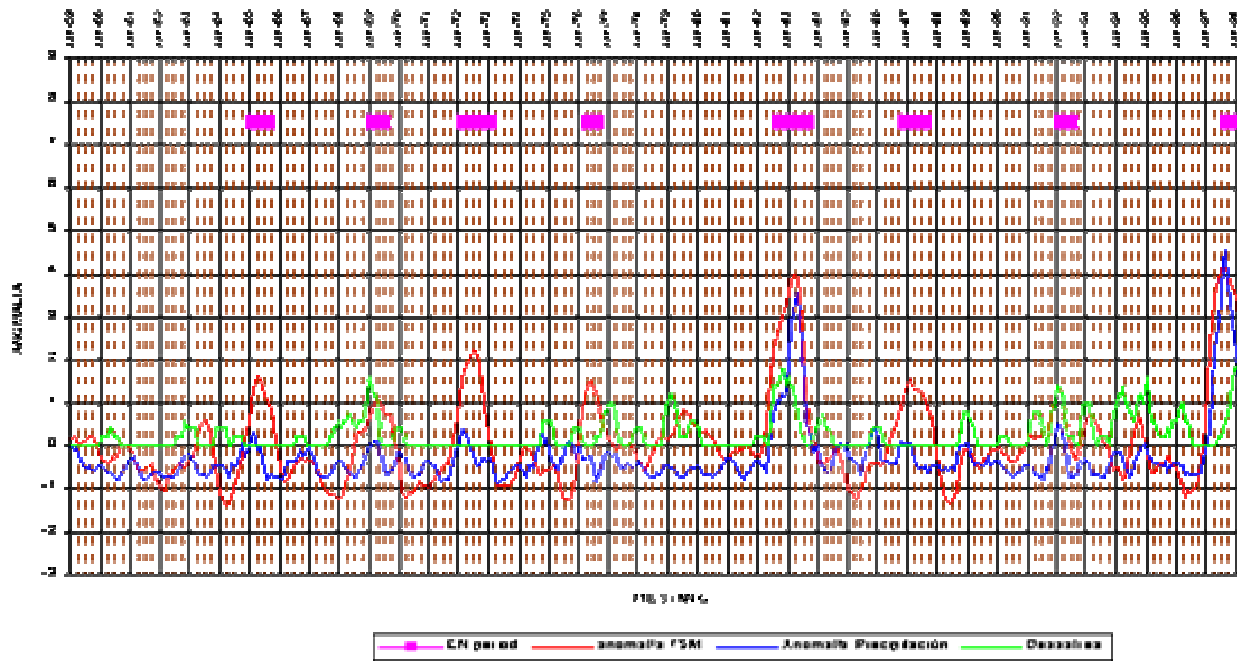


Figura No.34 Anomalías de pluviosidad Est. Portoviejo con relación a anomalías de la TSM en la región EN 1+2 y la ocurrencia de desastres HM.

Un comportamiento semejante muestra la estación Portoviejo, ubicada a 40 Km de la anterior. En efecto, el promedio de las precipitaciones en la estación Portoviejo UTM se ha incrementado desde 360 mm en los años 60s a 470, 520 y 660 en las sucesivas décadas sobre todo en las dos últimas a causa de los eventos El Niño de los 80s y 90s. Esta variabilidad sin embargo no es necesariamente anormal ya que en la década de los 30s el promedio fue también alrededor de los 640 mm e incluso entre 1925-26 se conoce de la ocurrencia de otro fenómeno El Niño similar a los recientes.

Una mirada a la serie de precipitaciones anuales, tanto a través del análisis de la media móvil como de los valores normalizados acumulados (Figura No.35) permiten visualizar con más claridad estos períodos de precipitación decreciente y creciente que corroborarían los ciclos de inundaciones y sequías registrados en Manabí. En esta figura se puede observar que se ha presentado un período de precipitación decreciente entre la década de los 40s y los 70s y un periodo creciente a partir de los 80s en adelante hasta la presente.

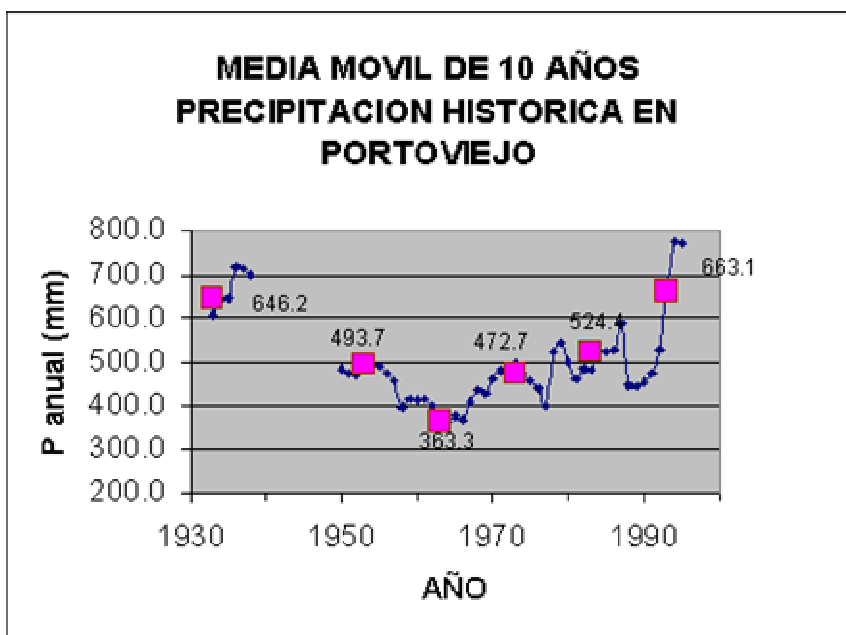


Figura No.35 Media móvil Estación Portoviejo

Esta misma tendencia se observa en los registros de precipitación anual normalizada acumulada de la estación Manta, así como en el Índice MEI (Multivariate ENSO Index, <http://www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI/index.html>), acumulados por el autor. A partir de los 80s hasta la presente se estaría dando la ocurrencia de un periodo lluvioso de varias décadas de duración, lo cual explicaría en parte la ocurrencia de más desastres asociados al clima. Así mismo, entre los 50s y 80s se habría dado un periodo de baja pluviosidad, caracterizado por la ocurrencia de grandes sequías como las ocurridas en Manabí alrededor de finales de los 60s y mediados de los 70s.

Lo que no sabemos es si esto es parte de una ciclicidad normal de largo alcance del orden de 70 u 80 años como se muestra en los datos de las estaciones Manta y Portoviejo, o es un cambio

permanente debido al efecto del calentamiento del planeta que esté produciendo incremento de precipitaciones y la ocurrencias de fenómenos ENSO más severos y frecuentes. Dilucidar ello requiere de mayor investigación climatológica, la misma que está fuera del alcance del presente estudio.

Por otra parte este incremento de la pluviosidad, (es decir aumento de la magnitud y frecuencia de la amenaza), en qué medida explica el incremento del riesgo y de los desastres?. Para tratar de responder esta pregunta en el Numeral 12.6 se explora una correlación cuantitativa entre pluviosidad, vulnerabilidad e Indicador de riesgo HM. En principio parece evidente que a mayor pluviosidad ocurra un mayor número de DHM.

Sin embargo, si consideramos la muestra de desastres homogénea para el periodo de registro y que no hay sesgos de cobertura informativa, se puede ver que en Manabí, lluvias de alrededor de los 400 mm no generaron ningún desastre en 1972, sin embargo produjeron 8 eventos en 1989. El Niño de 1983 con una precipitación anual de 1782 mm produjo 27 eventos y una lluvia anual muy similar de 1720 mm en 1998 produjo 70 eventos desastrosos. Algo semejante ocurre para lluvias en el rango de entre 280 a 300 mm, las cuales para la década del 60 produjeron entre 2 y 5 desastres, pero lluvias anuales entre 250 y 270 mm produjeron entre 15 y 17 desastres en la década del 90.

La relación, ciertamente no es lineal, ni tampoco se cumple siempre, pero claramente determina una tendencia que se puede expresar por el hecho de que a condiciones climáticas similares en la actualidad se generan mayores situaciones de desastre. Ello se debe en parte al crecimiento poblacional y de la mayor infraestructura expuesta, pero sin duda también o sobre todo por las mayores condiciones de vulnerabilidad generadas.

9. EFECTOS DE LOS DESASTRES EN PERSONAS E INFRAESTRUCTURA

9.1 Tipos de afectaciones asociadas

La ficha Desinventar considera los siguientes tipos de afectaciones:

Efectos sobre las personas

- Muertos
- Desaparecidos
- Heridos o enfermos
- Damnificados
- Afectados
- Evacuados
- Reubicados

Efectos sobre la infraestructura

- Viviendas destruidas (o dañadas severamente tal que no puedan ocuparse)
- Viviendas afectadas
- Mts de Vías dañadas (No existe campo de afectación a puentes, alcantarillas, etc.)
- Centros de educación
- Centros hospitalarios

Efectos sobre sectores de producción

- Agricultura (Hectáreas) (Ciclo corto, permanentes, agro-exportación, consumo interno)
- Transporte
- Pesca, acuicultura (No existe)
- Ganadería (Cabezas de ganado)
- Industria
- Energía

Efectos sobre los servicios

- Agua Potable (Acueducto)
- Alcantarillado
- Telecomunicaciones
- Salud
- Educación

Efectos sobre el ambiente y la naturaleza (No se incluyen efectos positivos y negativos)

- Bosques y cobertura vegetal
- Erosión, Morfología de los ríos
- Fauna y Flora
- Biodiversidad, especies marinas
- Recargas de acuíferos

- Incremento de la cobertura vegetal, etc.

9.2 Resultados de afectaciones según DI

En este acápite se detalla las afectaciones de los desastres en lo que respecta a personas, así como también en infraestructura. Esta información se indica en el Cuadro No.8

Del análisis de los efectos se puede concluir que:

- El 36% de todos los desastres reportados provocan muertes.
- El 29% de los desastres destruyen viviendas.
- En el 20% de todos los desastres se afecta el sector vial y en el 13% se afecta al sector agropecuario (Figura No.36)
- Los deslizamientos son los tipos de desastres HM que más personas matan, seguido de las epidemias y las inundaciones (Figura No.37)

En conclusión, la presencia de un periodo EN significa una mayor probabilidad de exceso de pluviosidad y al contrario un año LN o N advierte de una mayor probabilidad de déficit de precipitación.

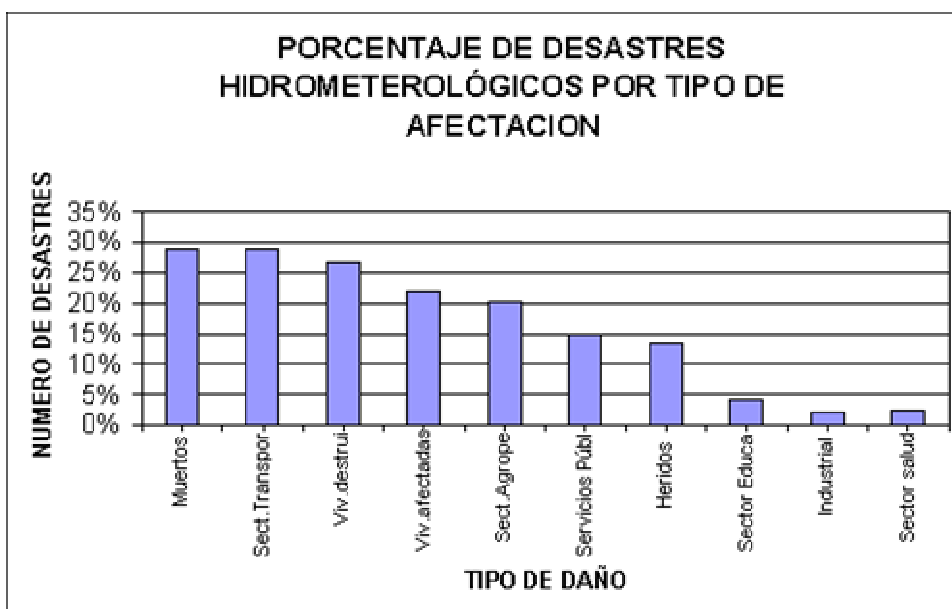


Fig. No.36 Porcentaje de los desastres HM que producen afectaciones



Fig. No.37 Muertes por Tipo de evento

- Las inundaciones por su número y extensión son los desastres que más viviendas destruyen y que más personas afectan (Figuras No.38 y 39) .
- La segunda causa de destrucción de viviendas son los deslizamientos, por su ubicación en lugares de fuertes pendientes en laderas, junto a bordes de quebradas y ríos, etc.



Fig. No.38 Destrucción de viviendas por tipo de evento

Cuadro No.8 Eventos más representativos por tipo de afectación

Tabla N° 4.6 Reporte de los eventos más representativos para cada uno de los campos de efectos en la ficha según personas e infraestructura.

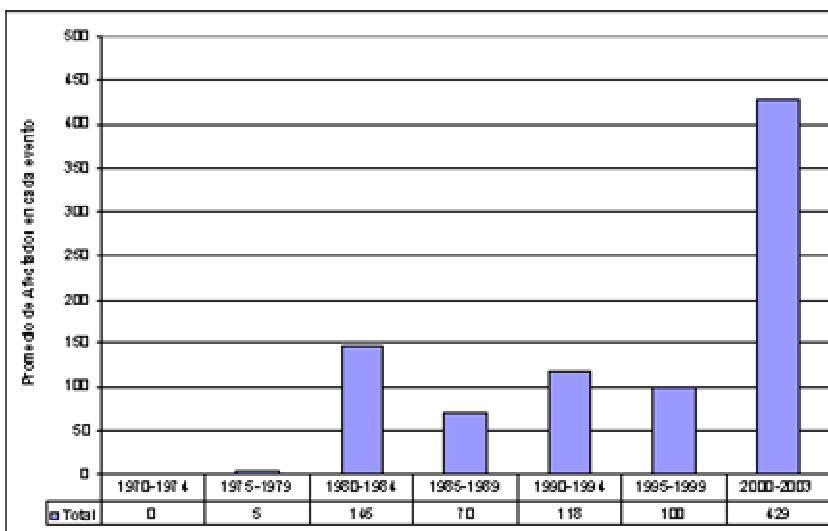
Evento	No.de Fichas	Muertes	Heridos	Desaparecidos	Afectados	Viv. Destruídas	Viv. Afectadas	Hospitales	Escuelas	Hectareas	Caberes	Mts. De Vías
ALUD	6	21	27	19	0	0	0	0	0	0	0	0
ALUVION	41	82	32	4	10,000	107	21	0	0	30	0	0
AVENIDA	33	32	10	24	4,025	477	18	1	0	495	0	0
DESPLAZAMIENTO	348	1,374	349	353	35,781	2,119	1,539	0	496	22,590	150	845,812
EPIDEMIA	107	424	33,344	0	13,484	0	0	0	0	0	0	0
FORESTAL	47	0	2	0	6	1	0	0	0	32,416	0	0
GRANIZADA	10	2	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HELADA	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INUNDACION	380	414	94	93	145,448	3,043	24,982	3	1,777	142,423	1,040	2,995,002
INCENDIO	4	4	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0
LITORAL	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LLUVIAS	139	138	188	17	17,337	473	579	0	21	331	0	0
MAREJADA	41	23	1	0	8,800	312	257	0	0	0	0	900
NEVADA	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OLA DE CALOR	2	3	309	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAGA	7	0	0	0	0	0	0	0	0	200	58	0
SEQUIA	31	0	0	0	250	0	0	0	0	101,382	1,400	0
TEMPERAD	19	14	7	0	0	27	84	0	0	0	0	0
TORMENTA E	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
VENDAVAL	19	3	47	0	730	40	91	2	0	300	0	0
TOTALES	2,561	2,444	42,910	1,291	369,386	9,479	30,644	6	2,294	2,040,139	2,69,620	3,842,734



Figura No.39 Afectación de personas por tipo de evento

9.3 Efectos de los desastres en el tiempo

El efecto de los desastres sobre la población ha aumentado de forma alarmante. En la década de 1970 los afectados no sobrepasaban los 100, sin embargo el quinquenio 1980-1984 este valor es aproximadamente 1000 veces mayor. Si se divide el número de afectados por el número de desastres, se puede ver que salvo el periodo 2000-2003, no ha existido un incremento en el promedio de afectados en las ultimas décadas, lo cual es un indicativo de que no ha aumentado la peligrosidad de los eventos o de que el aumento del número de afectados se debe al incremento poblacional y de las áreas geográficas afectadas por desastres (Figura No.40).



Nota: No se incluye el deslizamiento de la Josefina y la inundación de Babahoyo en 1989.

Fuente: Daqui, 2004

Figura No.40 Variación del promedio de afectados por desastre a nivel quinquenal

10. ÍNDICES DE RIESGO MATERIALIZADO

El número de desastres registrado en el periodo de análisis, es el indicador más simple de riesgo de DHM en cada unidad geográfica. Si se construye una serie de valores independientes y asumiendo un comportamiento homogéneo de la serie constituida por el número de años con eventos ocurridos (frecuencia) dividida para el número total de años de registro, se tiene la frecuencia relativa, como aproximación de la probabilidad de ocurrencia, con valores entre 0 y 1.0 (Ver Cuadro No.9).

**Cuadro No.9 Probabilidad de ocurrencia de inundación a nivel cantonal
Obtenida a partir de registros de Desastres de Desinventar**

CANTÓN	FRECUENCIA	FREC. RELAT	CANTÓN	FRECUENCIA	FREC. RELAT.
GUAYAQUIL	25	0.714	PALESTINA	2	0.057
QUITO	21	0.600	SANTA LUCIA	2	0.057
BABAHOYO	14	0.400	LOJA	2	0.057
EL TRIUNFO	13	0.371	BABA	2	0.057
CHONE	13	0.371	MONTALVO	2	0.057
PORTOVIEJO	11	0.314	FLAVIO ALFARO	2	0.057
ESMERALDAS	10	0.286	JIPIJAPA	2	0.057
CUENCA	8	0.229	MONTECRISTI	2	0.057
MACHALA	8	0.229	PAJAN	2	0.057
MILAGRO	8	0.229	PEDERNALES	2	0.057
NARANJAL	8	0.229	GUALACEO	1	0.029
QUEVEDO	6	0.229	PUCARA	1	0.029
DAULE	7	0.200	CHILLANES	1	0.029
PASTAZA	7	0.200	ECHEANDIA	1	0.029
SANTO DOMINGO	6	0.171	CALUMA	1	0.029
RIOBAMBA	5	0.143	LAS NAVES	1	0.029
HUAQUILLAS	5	0.143	PUJILI	1	0.029
VINCES	5	0.143	ALAUZI	1	0.029
SUCRE	5	0.143	PENIPE	1	0.029
EL GUABO	4	0.114	ARENILLAS	1	0.029
SANTA ELENA	4	0.114	PASAJE	1	0.029
ZAPOTILLO	4	0.114	BALAO	1	0.029
VENTANAS	4	0.114	COLIMES	1	0.029
BOLIVAR	4	0.114	EL EMPALME	1	0.029
MANTA	4	0.114	NARANJITO	1	0.029
TENA	4	0.114	URBINA JADO	1	0.029
ZAMORA	4	0.114	PLAYAS	1	0.029
SANTA ROSA	3	0.086	SIMON BOLIVAR	1	0.029
ELOY ALFARO	3	0.086	MARCELINO MARIÓ	1	0.029
MUISNE	3	0.086	LOM SARGENTILLO	1	0.029
SAN LORENZO	3	0.086	NOBOL	1	0.029
PEDRO CARBO	3	0.086	LA LIBERTAD	1	0.029
SALINAS	3	0.086	CELICA	1	0.029
SAMBORONDON	3	0.086	MACARA	1	0.029
YAGUACHI	3	0.086	PUYANGO	1	0.029
ÓTAVALO	3	0.086	SOZORANGA	1	0.029
URDANETA	3	0.086	PUEBLOVIEJO	1	0.029
JUNIN	3	0.086	PALENQUE	1	0.029
ROCAFUERTE	3	0.086	BUENA FE	1	0.029
TOSAGUA	3	0.086	MOCACHE	1	0.029
PUERTO LOPEZ	3	0.086	EL CARMEN	1	0.029
RUMIÑAHUI	3	0.086	SANTA ANA	1	0.029
AMBATO	3	0.086	24 DE MAYO	1	0.029
LA TRONCAL	2	0.057	OLMEDO	1	0.029
LA MANA	2	0.057	MORONA	1	0.029
CUMANDA	2	0.057	ARCHIDONA	1	0.029
PORTOVELO	2	0.057	QUILOS	1	0.029

El mismo análisis puede ser hecho para eventos HM particulares como las inundaciones o los deslizamientos, aunque en estos casos el número de eventos es menor.

10.1 Construcción del Índice de Riesgo Hidrometeorológico (IRH)

El análisis anterior, no incorpora los efectos de los desastres, por lo que un indicador más realista puede ser construido tomando las siguientes variables más robustas de Desinventar como son:

- # de desastres, como expresión de frecuencia o recurrencia;
- # de muertos y # afectados, como expresión de afectaciones a las personas;
- # de viviendas destruidas, como representación de afectación a la infraestructura vital y
- # promedio de sectores afectados como representación de sectores de servicios y de la producción.

Para la construcción del índice se parte de los eventos registrados de Desinventar, totalizando para cada cantón los indicadores antes señalados para el período de análisis 1990-1994. Para la variable viviendas destruidas se totalizó los campos viviendas destruidas y viviendas afectadas siguiendo el criterio expuesto por Cardona et al (2004) según el cual una vivienda afectada es equivalente a 0.25 de una vivienda destruida.

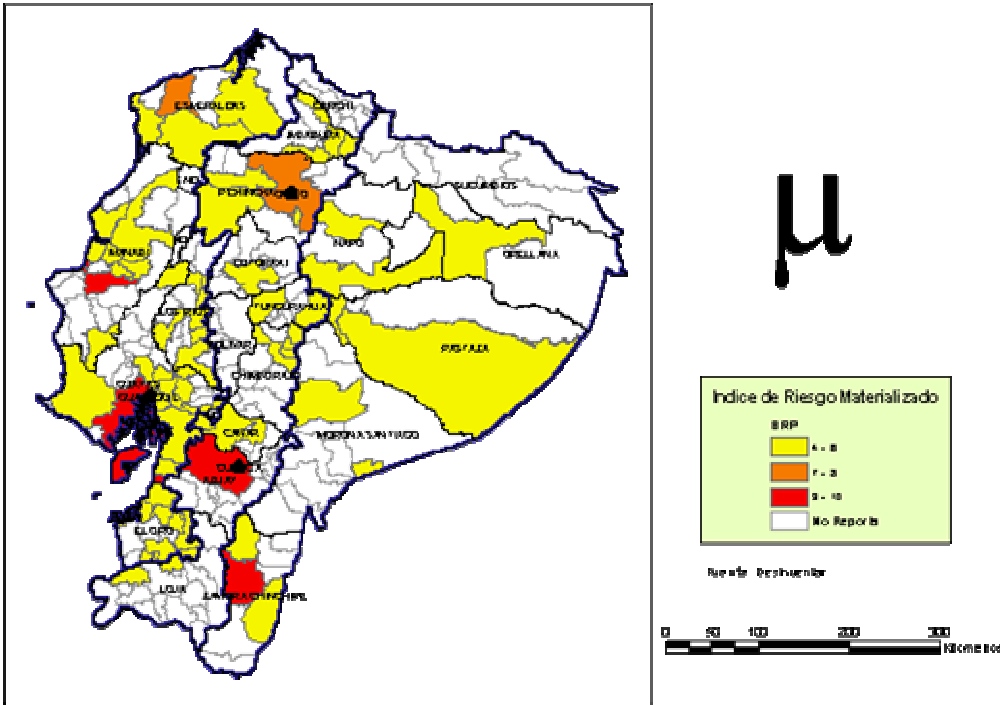
Se tomó como periodo de análisis el quinquenio 1990-1994 con la finalidad de poder correlacionar estos índices con los datos socio-económicos disponibles y así establecer una relación entre los efectos ocurridos y las condiciones de vulnerabilidad en cada cantón (Daqui, 2004).

10.2 Análisis de Componentes principales

Del análisis de componentes realizado a los datos de Desinventar, para el periodo señalado, se determinan dos componentes principales (Daqui, 2004). El *primer componente*, que expresa el 32.19% de la varianza, exhibe una alta relación con los efectos sobre las personas (muertos y afectados) así como con el número de desastres, por lo que a este componente se le denomina *Subíndice de Riesgo Poblacional (SRP)*

$$SRP^* = 0.526 \times MUER + 0.555 \times AFEC - 0.021 \times VIV + 0.031 \times SECT + 0.644 \times DES$$

Este subíndice es mayor para las áreas o cantones más poblados, lo que expresa también una mayor infraestructura expuesta. En este caso, Quito, guayaquil, Cuenca, etc., son las ciudades con mayor riesgo (Figura No.41)



Fuente: Daqui, 2004

Figura No.41 Subíndice de Riesgo Poblacional

El *segundo componente* captura el 21.74% de la varianza y exhibe una alta relación con los efectos físicos de los desastres al presentar los mayores coeficientes con las variables viviendas destruidas y número promedio de sectores afectados en cada cantón. A este componente se le denomina *Subíndice de Riesgo de Infraestructura y Servicios (SRI)*

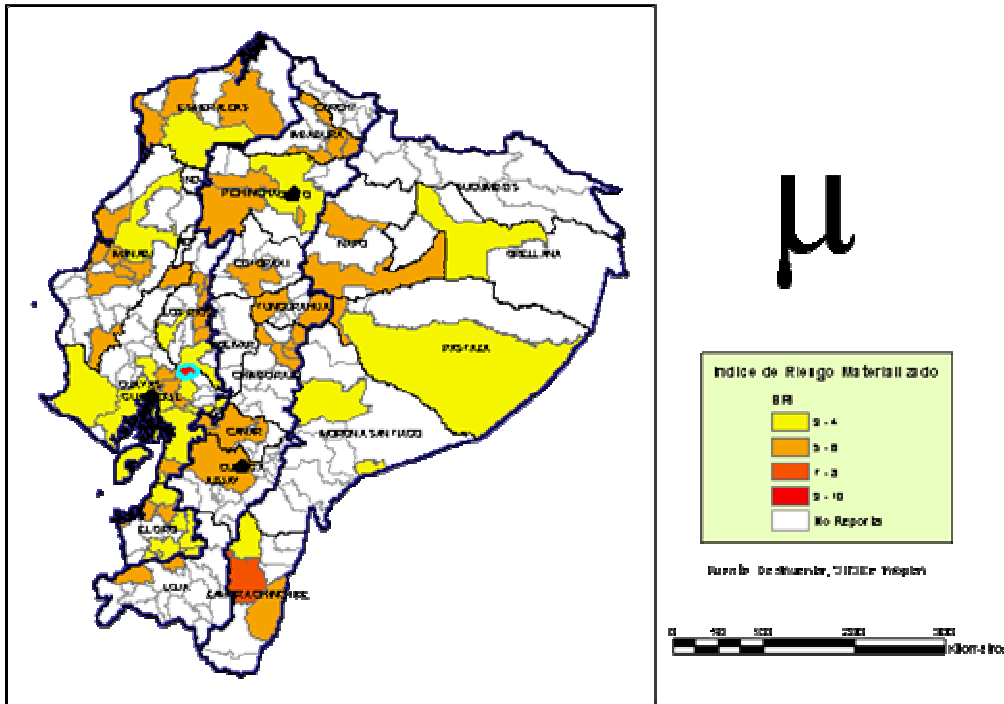
$$SRI^* = 0.584 \times VIV - 0.763 \times SECT + 0.213 \times MUER + 0.062 \times AFECT - 0.173 \times DES$$

Este subíndice incorpora en mayor medida las afectaciones a personas e infraestructura producidos por DHM ocurridos (Figura No42).

Cada uno de estos componentes han sido transformados de escala usando la siguiente ecuación (Larrea et al, 2000):

$$SRP^* = 5 + SRP$$

$$SRI^* = 5 + SRI$$



Fuente: Daqui, 2004

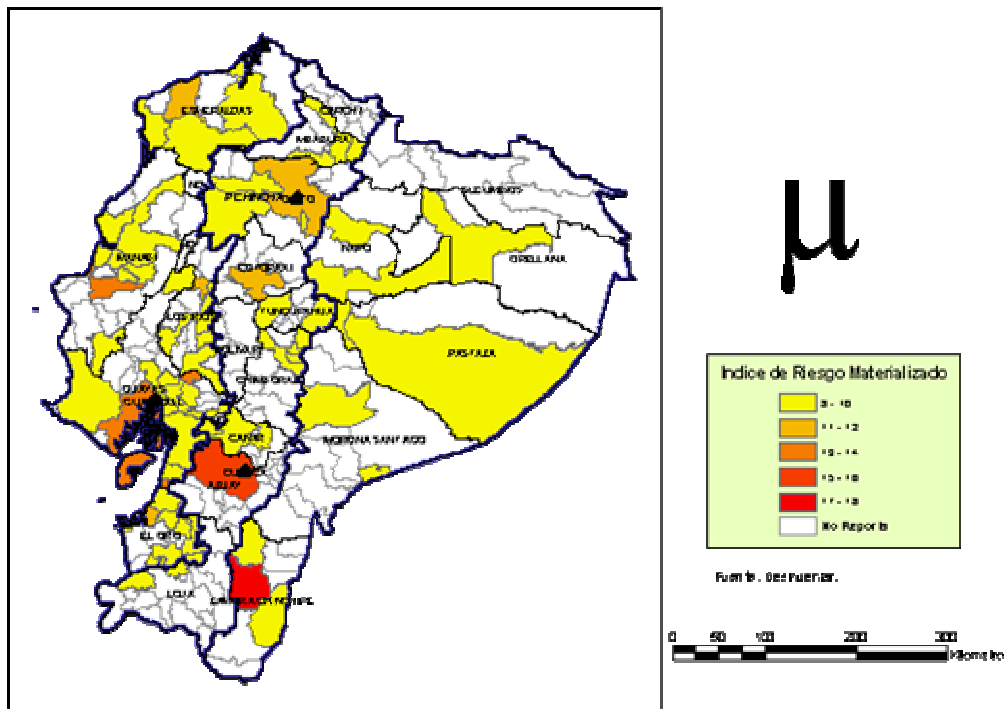
Figura No.42 Subíndice de Riesgo de Infraestructura y servicios

El *Índice de Riesgo Hidrometeorológico Materializado IRH*, fue construido como la suma de las dos componentes principales transformadas, este índice representa la calificación de los efectos combinados de todos los desastres ocurridos en cada cantón en el período de estudio.

$$IRH = SRP^* + SRI^*$$

El IRH para el periodo 90-94 construido con la metodología arriba expuesta, se presenta en la Figura No.43. En ésta se puede observar que Quito, Guayaquil y principalmente Cuenca, presentan los mayores índices de afectación para el periodo analizado. En el caso de Cuenca ello se debe a la ocurrencia del deslizamiento de la Josefina en 1993, que causó una gran cantidad de daños, muertos y afectados. En el caso de Zamora el IRM alto se debe a la ocurrencia del deslizamiento en Nambija.

En general, los cantones que corresponden a capitales de provincia son los que exhiben los mayores valores de IRH, ya que muchas de estos cantones tienen la mayor cantidad de población e infraestructura expuesta. Sin embargo, otros cantones menores como Quevedo, Pujilí, Baquerizo Moreno, también presentan altos índices de riesgo materializado, ya que en ellos influye la carencia de acceso a servicios y atención de necesidades básicas.



Fuente: Desinventar, 2004. Modificado por el autor

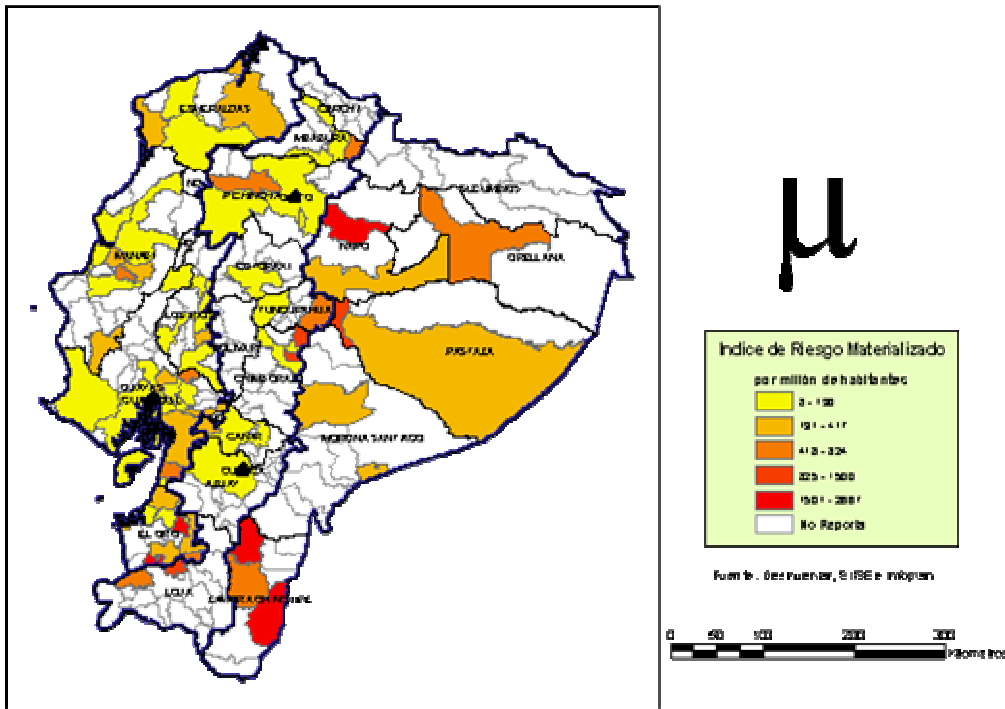
Figura No. 43 Índice de Riesgo Hidrometeorológico (IRH)

Aunque la metodología y los resultados aparecen promisorios, los coeficientes y las ecuaciones son sólo referenciales y requieren de una investigación más amplia para su generalización.

10.3 Índice en relación a la población

El análisis antes presentado revela la relación de los registros de desastres asociados a ENSO y VC y sus efectos sobre el territorio nacional, como función de la ocupación del territorio (personas e infraestructura expuesta), pero si se divide el IRH para el número de habitantes, se muestra otra dimensión más cercana a la vulnerabilidad de cada población.

En la Figura No.44 se muestra la distribución espacial del IRH por millón de habitantes. En ella se puede ver que los cantones de la región amazónica y del sur del país (El Oro y Loja, ya no Guayaquil, Cuenca, Portoviejo o Quito), son los que presentan los mayores índices. Esto es un indicativo de que los cantones pequeños con menor población e infraestructura son relativamente más vulnerables que las grandes ciudades.



Fuentes: SIISE, Infoplan, Desinventar

Figura No.44 Índice de Riesgo Materializado por millón de habitantes

La población en estos cantones es menor y se halla dispersa, por lo cual los desastres de mediana y pequeña magnitud producen un mayor impacto tanto en pérdidas de viviendas como en el número de afectados, así como en la destrucción de las redes sociales que posibilitan el sobrellevar el evento y la posterior recuperación.

11. INDICES DE VULNERABILIDAD

11.1 Riesgo HM como consecuencia de la vulnerabilidad

La desventaja de la utilización de los registros de desastres como evidencia del riesgo materializado, es la dificultad de conocer en cada caso las causas primigenias que generaron la condición de riesgo, o más precisamente, qué componente del riesgo es atribuible a la amenaza y qué a la vulnerabilidad.

Como es conocido por los especialistas de las ciencias naturales (hidrólogos, hidráulicos, meteorólogos, geólogos, geofísicos, vulcanólogos, geotécnicos, etc.), la amenaza puede ser cuantificada en términos de magnitud y probabilidad de ocurrencia, en cada tiempo y lugar. Ello sin embargo demanda un gran esfuerzo de información, que no es dable salvo en casos de proyectos específicos normalmente de obras o aprovechamientos (Puentes, captaciones, presas, hidroeléctricas, etc.). Las caracterizaciones generales factibles de realizar a niveles nacional (mapas de amenazas de inundación, erosión o de deslizamientos escalas 1:50.000 o incluso menos) son de escasa utilidad práctica.

Por otra parte, el estudio de las condiciones de vulnerabilidad, tarea de sociólogos, economistas, antropólogos, trabajadores sociales, etc. es también más útil cuanto más específico, temporal y espacialmente definido es el estudio.

Si bien lo anterior es verdad en eventos individuales, es posible lograr algunas conclusiones a partir del análisis de las tendencias de algunos factores de vulnerabilidad, siempre bajo la óptica espacial y temporal.

11.2 Construcción del Índice de Vulnerabilidad

Para determinar este índice se partió de los criterios propuestos por LA RED (2002) y por Barrenechea et al (2001), según los cuales se deben de tomar en cuenta cuatro dimensiones de la vulnerabilidad: demográfica, económica, social y de recursos naturales. Para el presente caso se seleccionó un menor número de indicadores socio-económicos, de tal manera que capturen la mayor cantidad posible de las dimensiones antes expuestas. Las fuentes primarias de datos usadas fueron los datos del sistema Integrado de Indicadores Socio Económicos - SIISE y del INFOPLAN 2002, con la base geográfica de la división político administrativa de 1999 (Daqui, 2004).

- Población Total (TOTPER)
- Población Económicamente Activa (N_PEA)
- Densidad poblacional (DENSIDAD)

- Tasa de Migración (MIGRAC)
- Tasa de crecimiento Poblacional (TASA_CRE)
- Tasa de Dependencia (TASA_DEP)

- Índice de Vivienda (INDVIV)
- Viviendas con Hacinamiento (POR_HHAC)
- Índice de infraestructura (INDINFRA)

- Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (INDINB)
- Índice de Vulnerabilidad Social (IVS)
- Índice de Femenidad (INDFEM)
- Escolaridad (N_ESCOL)

Debido a que no se contó con los resultados procesados del Censo de 2001, se trabajó con los indicadores del censo de 1990 y con los datos de desastres del quinquenio de 1990-1994. Se seleccionaron los cantones que presentaron desastres en uno o más de los siguientes efectos: Muertos, Afectados y/o Viviendas Destruídas, o sectores afectados que constituyen las variables más robustas de Desinventar.

A los indicadores socio-económicos de los cantones con registros de desastres HM se aplicó el análisis de componentes principales con el Software Statgraphics 5.0, con el que se determinó que tres componentes eran suficientes para describir la variabilidad del conjunto. El modelo determina las variables de cada componente que tienen coeficientes de correlación mayores que 0.4 en valor absoluto y aquellas que no tienen significado válido dentro del modelo. Luego de ello se procedió a utilizar el Análisis de Factores a fin de determinar las ecuaciones que describen de mejor manera las características de la vulnerabilidad subyacente en el conjunto de variables.

El *primer factor* capta el 41.63% de la varianza de los indicadores de base y presenta las mejores correlaciones con las variables: Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, Índice de Infraestructura, Índice de Vivienda, Porcentaje de Hogares con Hacinamiento, por lo que a este factor se lo denominó como *Subíndice de Vulnerabilidad de Acceso a Recursos (SAR)*

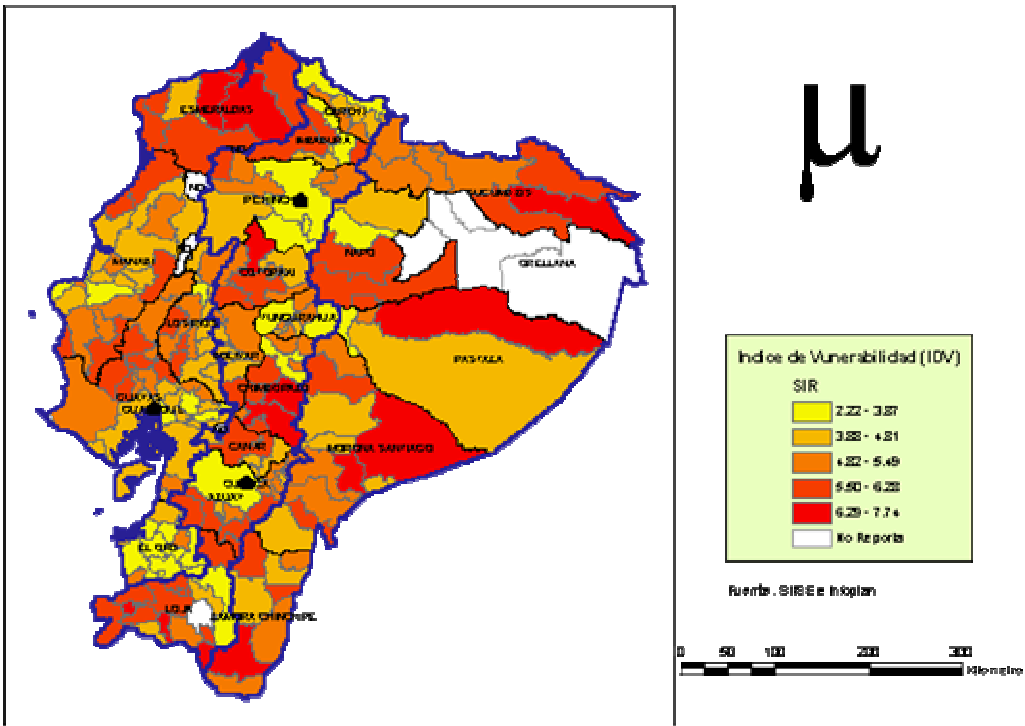
$$SAR^* = +0.224 \text{ INDINB} - 0.25 \text{ INDVIV} - 0.213 \text{ INDINFRA} + 0.221 \text{ POR_HHAC} + 0.141 \text{ IVS} + 0.178 \text{ Dep_1000H} + 0.081 \text{ TASA_CRE} - 0.036 \text{ MIGRAC} + 0.060 \text{ TOTPER} - 0.056 \text{ INDFEM} + 0.061 \text{ N_PEA} + 0.065 \text{ N_ESCOL}$$

En este caso y en los siguientes, los asteriscos significan que las variables originales han sido estandarizadas, transformándola de manera que su media se iguale a cero y su varianza a uno. La transformación de escala, en este caso y en los otros índices, se ha realizado con la siguiente fórmula (Larrea et al, 2000):

$$SAR = 5 + SAR^*$$

Donde SAR es el índice en una escala de 0 a 10 puntos, e SAR* es el primer componente principal original. A partir del análisis del SAR aplicado a los cantones del Ecuador (Figura No.45), se desprende las siguientes conclusiones:

- Los cantones que presentan índices altos de vulnerabilidad se encuentran en áreas rurales de la mayoría de las provincias tanto de la sierra como de la costa debido principalmente a la carencia de infraestructura.
- Las provincias que presentan mayor índice de vulnerabilidad son: Esmeraldas, el sur de Manabí, el norte de Guayas, Loja, Cañar, Chimborazo, el sur de Morona Santiago, Pastaza y Napo.
- En los cantones donde se encuentra las capitales de provincias y ciudades grandes, los índices de vulnerabilidad son menores, así por ejemplo la relación entre los cantones de la provincia de Esmeraldas y el cantón Esmeraldas. Esto es especialmente cierto para cantones como Quito, Guayaquil y Cuenca que al ser capitales concentran población, infraestructura, recursos, etc. y exhiben los valores bajos en este índice.



Fuente: Daqui, 2004

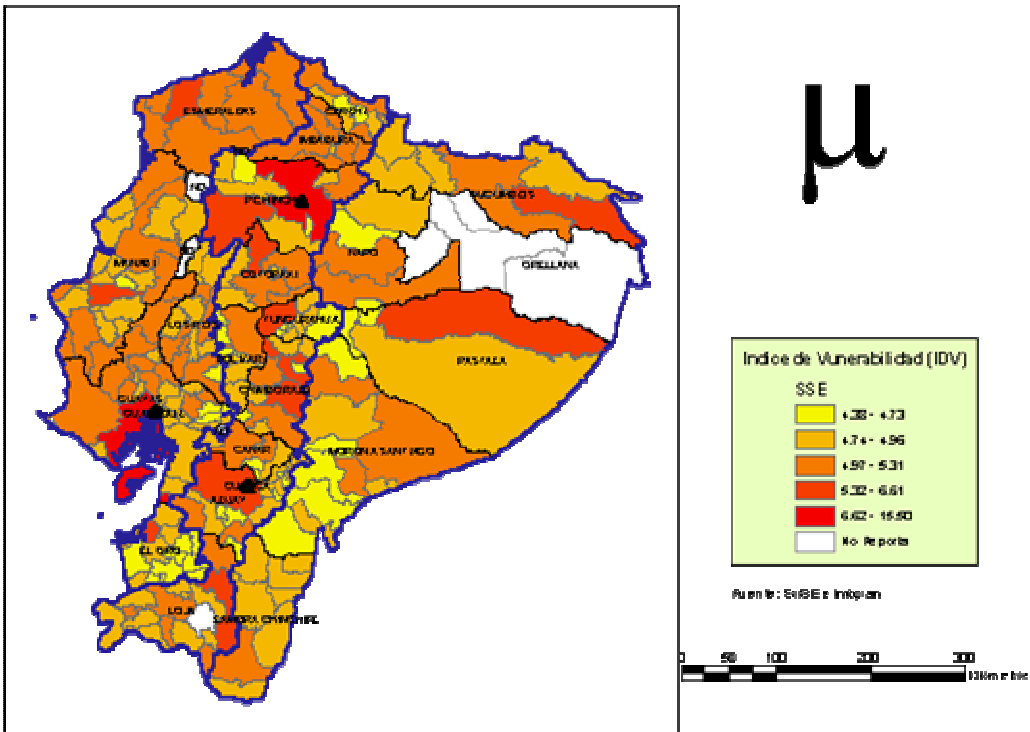
Figura No.45 Subíndice de Vulnerabilidad de Acceso a Recursos (SAR)

El segundo factor capta el 20.26% de la varianza y está relacionado con los aspectos poblacionales y económicos, presenta una gran relación con las variables Total de Personas, Escolaridad, Población Económicamente Activa, por lo que se le ha denominado *Subíndice de Vulnerabilidad Socio - Económica (SSE)*

$$SSE^* = + 0.343 \text{ TOTPER} + 0.346 \text{ N_ESCOL} + 0.343 \text{ N_PEA} - 0.044 \text{ INDVIV} - 0.014 \text{ INDINFRA} + 0.016 \text{ INDINB} + 0.059 \text{ TASA_CRE} - 0.028 \text{ MIGRAC} + 0.098 \text{ POR_HHAC} + 0.016 \text{ TASA_DEP} + 0.018 \text{ IVS}$$

De la Figura No.46, se pueden desprender las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la población expuesta los centros urbanos de mayor concentración poblacional y de infraestructuras son los que presentan índices altos de vulnerabilidad. En la Sierra: Quito, Ambato, Riobamba, Guamote, Cuenca, Loja, En la Costa: Santo Domingo Guayaquil, Portoviejo, Esmeraldas.



Fuente: Daqui, 2004

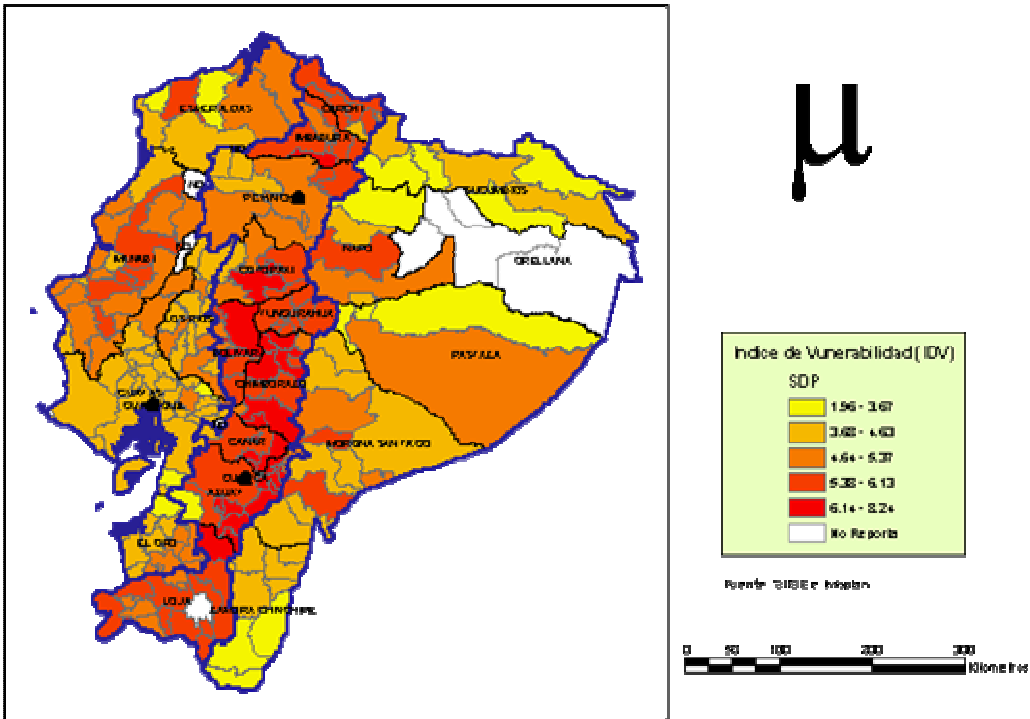
Figura No.46 Subíndice de Vulnerabilidad Socio – Económica (SSE)

Finalmente el tercer factor capta el 14.4% de la varianza y se halla relacionado con los aspectos de la dinámica poblacional, ya que toma en cuenta principalmente las variables Índice de Femenidad, Migración y Tasa de Crecimiento. A este factor se lo ha denominado *Subíndice de Vulnerabilidad Demográfica y de Dinámica Poblacional (SDP)*

$$SDP^* = + 0.475 \text{ INDFEM} - 0.316 \text{ MIGRAC} + 0.255 \text{ IVS} - 0.257 \text{ TASA_CRE} + 0.133 \text{ INDINFRA} + 0.116 \text{ TASA_DEP} + 0.085 \text{ INDVIV} + 0.050 \text{ INDINB} - 0.013 \text{ TOTPER} - 0.198 \text{ POR_HHAC} - 0.011 \text{ N_PEA} - 0.026 \text{ N_ESCOL}$$

Al estudiar la distribución de este subíndice en los cantones (Figura No.47) se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Debido principalmente a la migración y consecuente baja tasa de crecimiento de los cantones de la Sierra Centro-Sur los mismos presentan mayores valores para este índice, seguidos por los cantones de la provincia de Manabí. Esto se debe principalmente a la pobreza y migración rural de los cantones de la Sierra hacia Quito, Cuenca y Ambato; y de los de la Costa hacia Guayaquil.
- Los cantones de las provincias de Guayas, Los Ríos y El Oro presentan valores medios para este índice, lo cual se podría atribuir principalmente a la presencia de grandes zonas de cultivos tanto de banano, cacao y café.



Fuente: Daqui, 2004

Figura No.47 Subíndice de Vulnerabilidad Demográfica y de Dinámica Poblacional (SDP)

11.3 Índice de Vulnerabilidad (IDV)

Este índice permite ver la distribución total de vulnerabilidad tomando en cuenta el conjunto de dimensiones antes descritas.

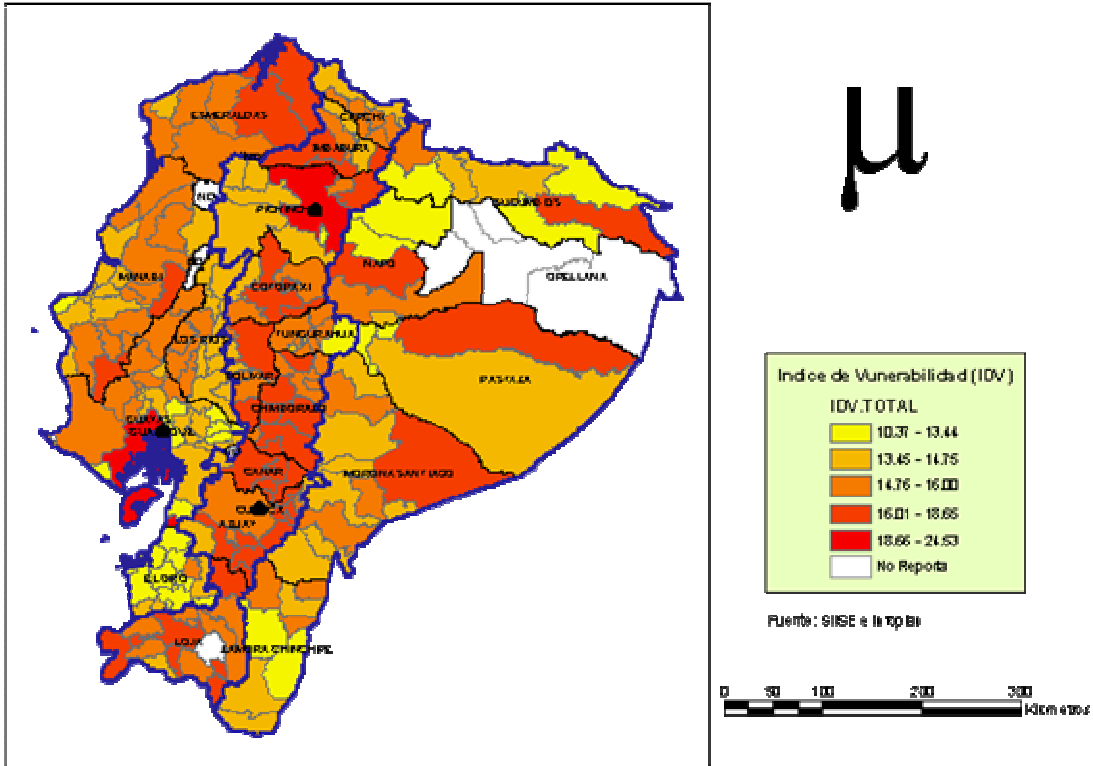
$$IDV = SIR + SSE + SDP$$

Al estudiar la distribución de este índice en los cantones del país se pueden extraer las siguientes conclusiones (Figura No.48):

Existen tres principales tipologías de cantones que presentan altos índices de vulnerabilidad:

- Cantones con menor vulnerabilidad en infraestructura pero con un alto grado de población expuesta, altas tasas de crecimiento y bajas tasas de migración ya que son centros de desarrollo económico, como los cantones con las ciudades principales que tienen mejor infraestructura pero con problemas de vivienda adecuada e Índice de Vulnerabilidad Social altos.
- Cantones cuya vulnerabilidad radica en las bajas tasas de crecimiento con tasa de dependencia e índices de feminidad mayores. Esto se ve principalmente en los cantones de la Sierra Centro que presentan este fenómeno debido principalmente a la migración de los hombres hacia las principales ciudades con el fin de obtener un empleo adecuado y mejorar la situación de su familia.
- Cantones que presentan valores medios en todos los componentes como es el caso de las provincias de Manabí y Esmeraldas. Básicamente esto se debe a que existe flujos migratorios en estas provincias hacia las principales ciudades con el fin de conseguir mejores perspectivas económicas, falta de infraestructura y servicios básicos y como

resultado de esto un mayor número de mujeres que deben de velar por los hijos y ancianos que no pueden migrar hacia las ciudades.



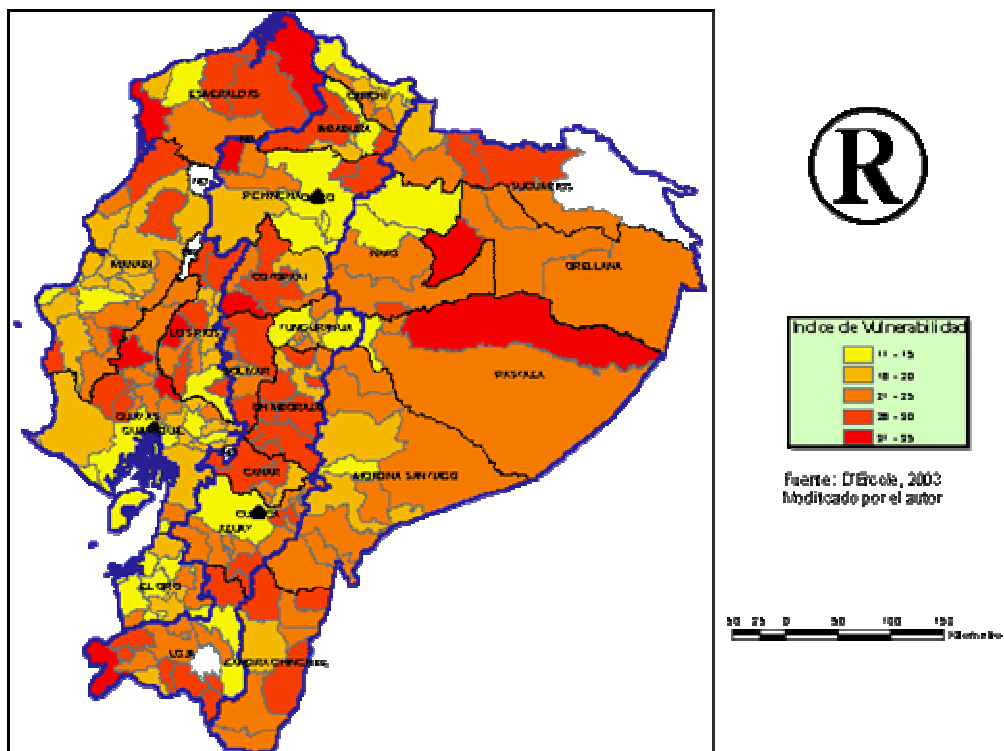
Fuente: Daqui, 2004

Figura No.48 Índice de Vulnerabilidad – IDV

11.4 Análisis comparativo de Resultados

D'Ercole et al (2003), investigaron en Ecuador las amenazas, vulnerabilidades y capacidades a nivel cantonal usando la misma serie de datos que en el presente trabajo, es decir los datos del censo de 1990, por lo cual es posible comparar el índice obtenido con los resultados de este trabajo. El autor usó un sistema de calificación de acuerdo a los valores de las variables, divididas en cuatro dimensiones de vulnerabilidad: Educación, Salud, oferta de servicios básicos y pobreza por consumo y población económicamente activa.

En la Figura No.49 se presenta el resultado de este estudio, el mismo que usa un modelo de análisis de vulnerabilidad y capacidades propuesto por Anderson y Woodrow (1989), las variables tomadas en cuenta no muestran la población expuesta, ya que no se tomó la tasa de crecimiento, ni la población de cada cantón aspecto fundamental para el análisis de vulnerabilidad. Esto se refleja en valores menores de vulnerabilidad para los cantones más poblados en contraste a lo hallado en el presente estudio.



Fuente: D'Ercole, 2003, modificado por Daqui, 2004

Figura No.49 Mapa del Índice de Vulnerabilidad según D'Ercole, 2003

Es de notar que el resultado de D'Ercole concuerda razonablemente con el Subíndice de Acceso a Recursos del presente trabajo. (Ver Figura No.45) El estudio de D'Ercole únicamente toma en cuenta la cobertura de servicios básicos, salud, educación, la pobreza por consumo y la PEA dedicada a la agricultura, sin embargo el presente estudio toma en cuenta la escolaridad y las tasas de crecimiento y dependencia así como la población total. Al usar estas variables se puede medir la cantidad de población expuesta y sus relaciones económicas.

11.5 Vulnerabilidad de las poblaciones menores

Los procesos de migración del campo a la ciudad, son una medida de sobrevivencia de los sectores rurales, como estrategia de mitigación de las condiciones de pobreza extrema. Según P. Vásquez en Zevallos et al, 1996, pp 290, los beneficios del desarrollo en el Ecuador se centralizan en Quito, Guayaquil y en menor medida en Cuenca. En las regiones se reproduce este vicio, polarizando el proceso en la capital y en cada cantón en la cabecera cantonal. El proceso es más descarnado a medida que se aleja de los polos más desarrollados, pues cada eslabón trata de resarcir del siguiente más de lo que pierde con el anterior, de manera que los caseríos o comunidades rurales son los últimos del eslabón y quedan agobiados con todo el peso de las injusticias y condenados a una menor capacidad de resistencia.

La Vulnerabilidad es mayor en las poblaciones más pobres

Según los datos de DI, a mayor población mayor número de desastres y mayores afectaciones. Al dividir los indicadores de números de desastres y sus efectos en relación a la población, este número resulta en un indicador indirecto de la condición de vulnerabilidad, ya que a pesar de haber menor población y bienes expuestos, relativamente hay más eventos y más muertes.

Este es el caso si se divide el número de muertos por DHM en cada provincia por su población (Cuadro No.10). El número de muertes por cada 100.000 habitantes es mayor principalmente en las provincias poco pobladas de la región amazónica, así como de la costa.

Cuadro No.10 Número de muertes con relación a la población

PROVINCIA	Población	Número de muertes	Muertes por 100.000 Hab
ZAMORA CHINCHIPE	76,601	11	14.4
PASTAZA	61,779	8	12.9
NAPO	79,139	10	12.6
MANABI	1,186,025	109	9.2
LOS RIOS	650,178	57	8.8
ESMERALDAS	385,223	33	8.6
EL ORO	525,783	39	7.4
GUAYAS	3,309,034	233	7.0
CHIMBORAZO	403,632	26	6.4
LCJA	404,835	26	6.4
BOLIVAR	169,370	10	5.9
AZUAY	599,546	35	5.8
MORONA SANTIAGO	115,412	6	5.2
TUNGURAHUA	441,034	21	4.8
PICHINCHA	2,388,817	108	4.5
SUCUMBIOS	128,995	5	3.9
COTOPAXI	349,540	12	3.4
CAÑAR	206,981	6	2.9
IMBABURA	344,044	8	2.3
CARCHI	152,939	3	2.0
ORELLANA	86,483	1	1.2
GALAPAGOS	18,640	0	0.0

Algo similar ocurre si se realiza este ejercicio para el número de desastres (DHM). Nuevamente las provincias de la región amazónica y de la costa muestran los mayores valores relativos (Cuadro No11). Por supuesto, en estos datos está implícita también la ocurrencia de la amenaza HM con mayor significación en la región costera, en particular en los periodos ENSO.

Cuadro No.11 Número de desastres con relación a la población

PROVINCIA	Población	Num. de Desastres	Desastres por 100.000 Hab
ORIENTE			
ZAMORA CHINCHIPE	78,801	11	33.8
PASTAZA	81,778	8	22.7
NAPO	79,139	10	19.0
MORONA SANTIAGO	115,412	6	7.8
ORELLANA	88,493	1	5.8
SUCUMBIOS	128,895	5	0.8
TOTAL		548,419	41
COSTA			
ESMERALDAS	385,223	33	15.1
MANABI	1,188,025	109	12.6
LOS RIOS	650,178	57	12.5
EL ORO	525,763	39	11.6
GUAYAS	3,309,034	233	6
TOTAL		6,058,223	471
SIERRA			
BOLIVAR	189,370	10	10.6
CHIMBORAZO	403,832	28	8.4
AZUAY	599,546	35	7.5
LOJA	404,835	28	5.7
CAÑAR	206,981	6	5.3
PICHINCHA	2,388,817	108	4.1
COTOPAXI	349,540	12	3.1
TUNGURAHUA	441,034	21	2.3
IMBABURA	344,044	8	1.7
CARCHI	152,939	3	1.3
TOTAL		5,480,738	255

Esto también se visualiza si se divide el número de desastres por décadas para la población registrada en cada uno de los periodos censales (Figura No.50). Como se puede observar el crecimiento de los desastres relativamente es mucho mayor en las poblaciones más pobres del Oriente y de la Costa. La Vulnerabilidad ha crecido desde 1970 por causa del deterioro de las condiciones socio-económicas de la población, el deterioro ambiental y el aumento de la pobreza y la inequidad.

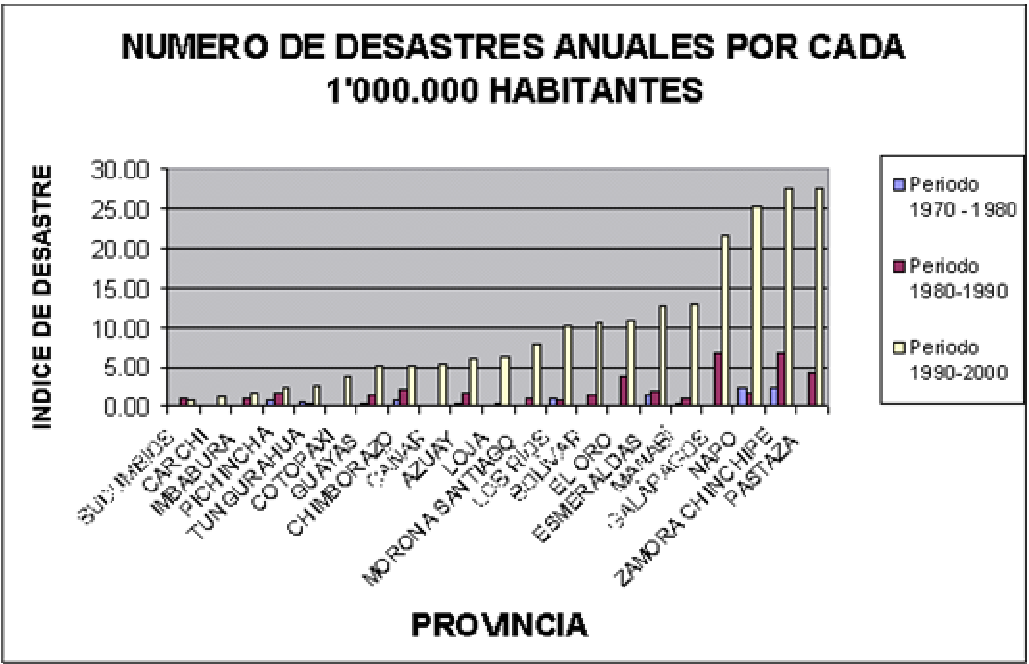


Fig. No.50 Crecimiento del Número de desastres con relación a la población en las últimas 3 décadas

12. PROCESOS DE CONFIGURACIÓN DEL RIESGO

12.1 Niveles de análisis: del nacional al regional y hacia lo local

El análisis del riesgo se realiza a diferentes niveles, en un proceso de aproximaciones. En primer lugar se parte del nivel nacional en consideración de las cuatro regiones naturales del país. Luego se estudia el riesgo a nivel de la región costa, teniendo como unidad de análisis las provincias. Posteriormente se selecciona una provincia y se estudian sus condiciones de riesgo ante eventos Hidrometeorológicos y Fenómenos ENSO a nivel cantonal. Finalmente se realiza el estudio de casos a nivel de cuencas hidrográficas.

Para el análisis se parte de la base de datos nacional para las tres décadas comprendidas entre el periodo 1970-2000. A partir de esta base se caracterizan los desastres asociados a ENSO y Clima, (tipología) se determinan las regiones con mayor afectación (distribución espacial) y la variabilidad a lo largo del periodo de registro (análisis temporal).

12.2 Selección de la región de análisis

Como se ha visto, a nivel nacional, la región costa es la más afectada por los desastres. Dentro de esta región, a su vez la provincia de Manabí es la más afectada por desastres asociados a ENSO y VC. De acuerdo a la base de datos Desinventar, Manabí fue la provincia más golpeada durante el Fenómeno El Niño 97-98 en número de eventos, muertes, viviendas destruidas, vías colapsadas, etc.

Esta provincia posee una variabilidad pluvial, que va desde áreas húmedas con 1.500 mm/año hasta semi-áridas con 400 mm/año. En esta provincia, a nivel de la costa ecuatoriana, es la región donde más claramente se revelan los efectos de El Fenómeno de El Niño. Así mismo, es una región productiva importante, con la tercera población del país. Tiene dos ciudades intermedias como son Manta y Portoviejo con poblaciones en el orden de los 200.000 habitantes y varias ciudades menores con población entre 50 y 100.000 habitantes. La provincia se encuentra ubicada en el centro de la región costera y es de fácil accesibilidad, manteniendo una diversidad cultural, productiva y geográfica.

Por tanto todos los análisis a continuación tienen como eje la Provincia de Manabí, principalmente su región central en donde se asientan las más importantes ciudades con una población total cercana a los 600.000 habitantes.

Para el estudio regional de la provincia de Manabí se levantó información de un diario local con el fin de construir una base de datos regional, más completa y detallada. Así, se dispone de 4 décadas de registros de desastres comprendidos entre 1960 al 2003. En este periodo de análisis se presentaron periodos de sequías e inundaciones muy severos, incluyendo dos eventos extraordinarios El Niño.

12.3 La Provincia de Manabí

Los indicadores socio-económicos de Manabí

La Provincia de Manabí presenta índices de Desarrollo Social, Vivienda y Brecha de Pobreza en el rango medio con relación al resto del país. El Índice de Gestión Municipal es bajo y alcanza

apenas al 29.4%. Entre los cantones, los más grandes y poblados como la Capital Provincial Portoviejo tienen los mejores índices de desarrollo relativo. A su vez dentro de cada cantón, la pobreza y la carencia de desarrollo es mayor en la zona rural que en las ciudades.

Como ejemplo, en el Cantón Portoviejo el Índice de Desarrollo Social en la ciudad es de 69.3% y de 48.1% en el campo. Para el Cantón Santa Ana, el Índice de Vivienda es de 66.7% en la ciudad y de 46.5% en el campo. En términos de gestión municipal tienen similar grado de desempeño en el rango bajo. En función de diferencia de género, los indicadores de analfabetismo por ejemplo, son mayores en las mujeres (16.3%) que en los hombres (14.7%), aunque la diferencia se está acortando.

La población según resultados del censo de noviembre del 2001 es de 1'180.375 habitantes (9.8% del total nacional). La población urbana es el 61% y la rural el 39%. El 26% de la población es económicamente activa. De la PEA un 45% se dedica a la agricultura. Según el INFOPLAN, el índice de pobreza de Manabí es 70.7%, mayor al 60.6% nacional.

Debido a la pobreza rural, la migración campo → ciudad se constituye en una necesidad de sobrevivencia en una espontánea estrategia de mitigación de pobreza. A partir de la década de los 70s, el despoblamiento de las áreas rurales y el apareamiento de numerosas barriadas marginales en las dos ciudades mayores (Manta y Portoviejo), testifican este proceso. Como ejemplo, la población de Manta creció el 44.8% entre 1990 y 2001, mientras otras como Santa Ana, Olmedo, 24 de Mayo, Bolívar (cantones fundamentalmente rurales), decrecieron su población.

Condiciones naturales y ambientales

Gran parte de la provincia tiene clima semiárido con precipitaciones alrededor de 600 mm, con 7 meses o más secos. Por su condición de provincia montañosa Manabí posee pocos valles propicios para agricultura intensiva (Chone y Portoviejo). Por ello se puede decir que Manabí es un gran pastizal con un 65% del suelo dedicado a la ganadería extensiva. Queda apenas un 5% de cobertura boscosa, estando el resto totalmente deforestado. Por la inadecuada utilización de sus laderas los suelos están cada vez más degradados y la productividad sigue disminuyendo. La producción de Manabí ha caído desde el 17 al 6% del PIB nacional desde la década de los 60 hasta el presente. Manabí ha ido perdiendo significación en la conformación del PIB nacional y ha ido disminuyendo su productividad.

Condiciones económicas

Las condiciones de pobreza por la falta de empleo se van acentuando. Avanza la desnutrición, principalmente infantil. La familia campesina típica sobrevive con un estimado de US\$ 50/mes. La agricultura, principal fuente de generación de ingresos en la zona rural, tiene precios por debajo de los de sustentación. Casi sin excepción la producción agrícola es de muy baja rentabilidad (maíz, café, yuca, maní, algodón, plátano, ganado, etc.). La acuicultura permanece semicolapsada por plagas como la denominada Mancha Blanca (White Spot). Se taló el 95% de los manglares y ahora más de la mitad de las piscinas camaroneras están abandonadas. La avicultura apenas sobrevive.

La única industria en situación de rentabilidad es la pesca blanca y la de enlatados de Atún que explican el boom de Manta en la última década. Sin embargo este sector no está consolidado y depende de la merma de las especies en los océanos. Portoviejo se mantiene gracias a los

empleos generados por la administración pública (gobierno y organismos autónomos) y por la limitada producción agrícola del valle. El resto de cantones se sustenta de una u otra manera en la agricultura y principalmente de la ganadería (A pesar de la situación de crisis en que se encuentran estas actividades) y de las transferencias gubernamentales.

La participación de Manabí en el crédito nacional del Banco Central bajó de un promedio de 15.3% en el periodo 75-84 al 7.54% entre 85-93. De igual manera en los mismos periodos el crédito del Banco de Fomento bajó del 16.7% al 11.6%.

Servicios

Manabí tiene una baja cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado, basuras, en particular en la zona rural. Esto genera condiciones de insalubridad y enfermedades. Sólo Portoviejo tiene por concluir el nuevo Alcantarillado, el resto o es anticuado o no lo tiene. Las redes de agua potable son antiguas en todos los cantones. El servicio de electrificación cubre el 62.5% de los hogares frente al 77.7% nacional. El número de hogares con teléfonos es de 6.9% frente al 15.7% del País. Sólo el servicio de viviendas con agua potable en Manabí (82.1%) es superior al promedio nacional (78%). La recolección de basuras en Manabí es de 32.2% de hogares frente al 43.2% nacional. El 23.0% de las viviendas en Manabí poseen alcantarillado frente al 39.5% del País

Salud

La salud de la población está cada vez más deteriorada. Las patologías asociadas a las condiciones de insalubridad e inadecuada alimentación son las más críticas (enfermedades intestinales, paludismo, cáncer, etc). Los centros hospitalarios funcionan en condiciones precarias. Manabí presenta el mayor número de casos reportados de Dengue a nivel nacional. El número de casos de paludismo en Manabí fue el 33% del total nacional.

Educación

El analfabetismo de Manabí es de 15.5% frente a 11.7% del promedio nacional. Con el 10% de la población el número de Becas entregadas a Manabí representan apenas el 3.1% del total nacional.

Situación social y política

El desorden social y la delincuencia campean. La provincia se vuelve cada vez más ingobernable. El intento de dividir la provincia atenta contra su desarrollo y debilita su fortaleza como provincia. Los intentos autonomistas no tienen sustento en análisis serios y no pasan de expresiones emocionales políticamente motivadas. En condiciones de baja participación cívica ciudadana y pobre organización social, campea el populismo y el clientelismo político.

La mala calidad de los servicios de comunicación social principalmente radial degradan la conciencia ciudadana. Se prostituye la libertad de prensa y promueve el caos, la diatriba y los intereses políticos mezquinos disfrazado de periodismo valiente y crítico.

Infraestructura

El país ha hecho grandes inversiones, principalmente en obras hidráulicas para Manabí (más de 500 millones de dólares en las dos últimas décadas), pero ello no ha redundado en mejoramiento de la producción. Las vías principales de enlace de Manabí con el resto del país están deterioradas o son vías angostas. La conexión con Guayas, Pichincha y Esmeraldas está en condiciones malas o regulares.

Los desastres de origen natural cada vez más ocasionan severos impactos a la infraestructura y a las personas, en particular durante los periodos invernales o más aun con la ocurrencia del Fenómeno El Niño. A pesar de tener Manabí una población 2.5 veces menor que Guayas fue la provincia con mayor número de muertos, heridos, viviendas, escuelas y kilómetros de vías destruidas durante El Niño 97 – 98.

Por otra parte la infraestructura construida (vías, canales, presas, infraestructura productiva) y las actividades productivas, la expansión de la frontera agrícola, la deforestación, la acuicultura, etc., en buena parte son también generados de riesgo como se verá en el caso de la cuenca del río Portoviejo.

Los procesos desordenados de ocupación urbana, los asentamientos de las barriadas marginales en áreas inundables o en laderas, es otro factor generador de riesgo. La falta de normatividad, la ausencia de planes de uso y ocupación del suelo, planes de OT, el incumplimiento de las regulaciones, son generadores de vulnerabilidad.

12.4 Análisis de los desastres en la Provincia de Manabí

Según Desinventar con información de la base regional para Manabí, en esta Provincia se han reportado 647 desastres de origen HM. La tipología de ocurrencia es similar al resto del país, siendo las inundaciones, los deslizamientos, las epidemias y las lluvias los más recurrentes (Ver Cuadro No.12)

Cuadro No.12 Desastres más frecuentes en Manabí

EVENTO	NUMERO
INUNDACION	203
DESLIZAMIENTO	136
EPIDEMIA	91
LLUVIAS	71
AVENIDA	41
MAREJADA	41
SEQUIA	38
ALUVION	13
PLAGA	6
FORESTAL	2
TORMENTA E.	2
VENDAVAL	2
TEMPESTAD	1
TOTALES	647

Según esta fuente, la década del sesenta y setenta y en particular los periodos 68-70, 79-82 y 90-91 estuvieron caracterizados por prolongadas y severas sequías.

Por otra parte, en los periodos 75-78, 92-96, 2000-2003 y especialmente 82-83 y 97-98 y ocurrieron graves inundaciones. Los eventos de inundación se incrementaron principalmente a partir de la década de los 90 (Figura No.51).

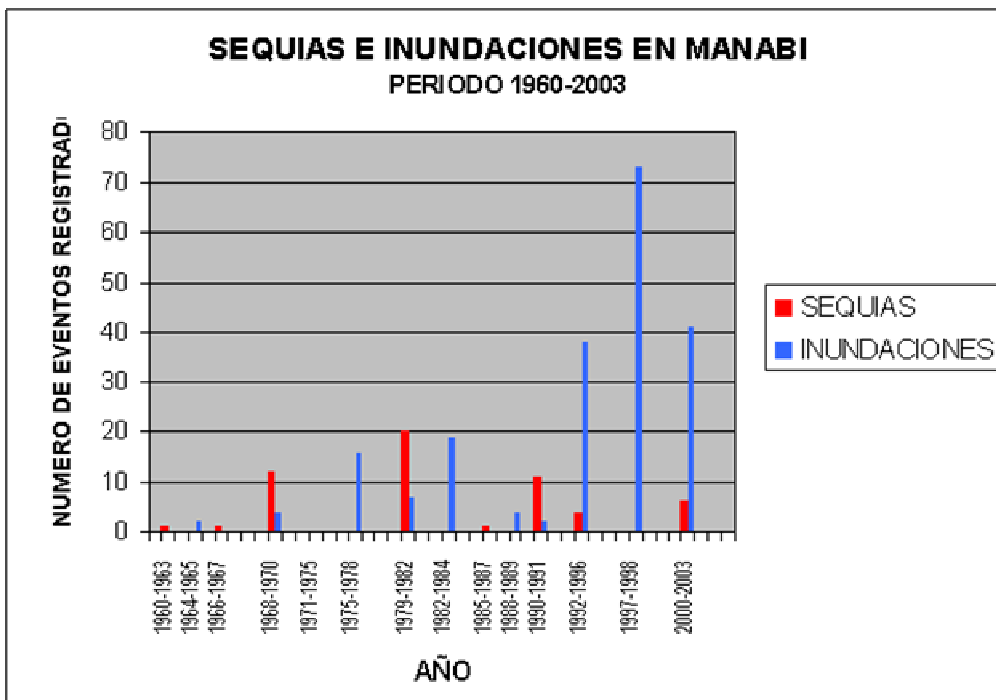


Figura No.51 Distribución de periodos de inundaciones y sequías en la Provincia de Manabí (Periodo 1960 – 2003)

Especialmente las sequías del 68-69 y 79-82 fueron muy severas. En la primera no llovió en 20 meses, la mayoría de los ríos se secaron y el aprovisionamiento de agua debía hacerse desde pozos excavados en el cauce de los ríos. La sequía ocasionó el éxodo de miles de familias campesinas como se reportó en abril del 68 en “El Diario Manabita” (Ficha #177). El aprovisionamiento de agua de los escasos sitios posibles como “La Guayaba” ocasionó peleas colectivas como rezaba la nota de prensa de marzo de 1969 (Ficha #35).

Por otra parte particularmente las inundaciones de El Niño 97-98 fueron las más severas, lloviendo hasta 3850 mm en Chone, en prácticamente 24 meses consecutivos de lluvia. Las lluvias ocasionaron un sinnúmero de afectaciones. En marzo de 98 se reportaba en el Cantón Olmedo la destrucción de 10 viviendas y la afectación a otras 200 por la crecida del río Puca (Ficha # 1038). En noviembre de 1997, los enfermos del Hospital de Calceta debieron ser evacuados por las inundaciones del Río Carrizal (Ficha #995). En junio de 1998, mes en el que usualmente no llueve, varios barrio de la ciudad de Chone se inundaron con 1.50 metros de agua (Ficha #992). En octubre de 1997 se reportó que la parroquia Novillo del Cantó Flavio Alfaro quedó completamente aislada por las lluvias (Ficha #982).

12.5 La Pluviosidad como indicador de amenaza

Una de los principales efectos del ENSO en las costas ecuatorianas es el incremento de la pluviosidad tanto puntual como acumulada (Rossel, 1996). Las inundaciones, deslizamientos y otros desastres de origen hidrometeorológico, están asociados a la ocurrencia de lluvias intensas corta duración o lluvias acumuladas de larga duración, dependiendo de las condiciones locales. En general, lluvias intensas disparan eventos como aluviones o inundaciones en pequeñas cuencas, mientras las lluvias acumuladas de larga duración producen inundaciones en cuencas grandes o deslizamientos masivos.

La pluviosidad es el mejor indicador de amenaza asociada a riesgos de desastres ENSO y VC. Sin embargo, la pluviosidad es altamente variable en espacio y tiempo. La pluviosidad anual no es adecuado para un análisis particular de riesgo, por el carácter altamente variable de las precipitaciones, pero a pesar de ello, puede ser útil como un indicador de peligrosidad para determinar tendencias crecientes o decrecientes de pluviosidad.

A fin de tomar en cuenta tanto los efectos de las precipitaciones puntuales máximas como los efectos acumulados, se tomó las anomalías anuales máximas de precipitación y la precipitación total para cada año para las estaciones de la provincia de Manabí.

En general a menor pluviosidad anual mayor variabilidad y mayor extremo de pluviosidad durante eventos ENSO de gran magnitud y mayor peligrosidad de la amenaza. A mayor pluviosidad anual menor variabilidad y menores extremos de pluviosidad, así como una mejor cobertura vegetal.

12.6 Análisis de las relaciones entre riesgo, amenaza y vulnerabilidad – Aplicación a la Provincia de Manabí

Para explorar las relaciones entre riesgo, amenaza y vulnerabilidad, se partió de los datos de Desinventar para la provincia de Manabí, periodo 1990 – 1994. Este periodo fue tomado a fin de lograr la comparación con los datos socio-económicos disponibles y el índice de vulnerabilidad calculado anteriormente. Los datos de precipitaciones fueron extraídos del “Proyecto para el Control de Inundaciones de la Ciudad de Chone”, los mismos que fueron recopilados de los anuarios hidrológicos del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI). El objetivo fue determinar si existe correlación entre la pluviosidad anual o la anomalía de pluviosidad mensual como indicador de la amenaza y el incremento del número de desastres.

La anomalía de precipitación fue calculada usando los datos disponibles para las siguientes estaciones (Cuadro No.13).

Cuadro No.13 Localización de las estaciones usadas

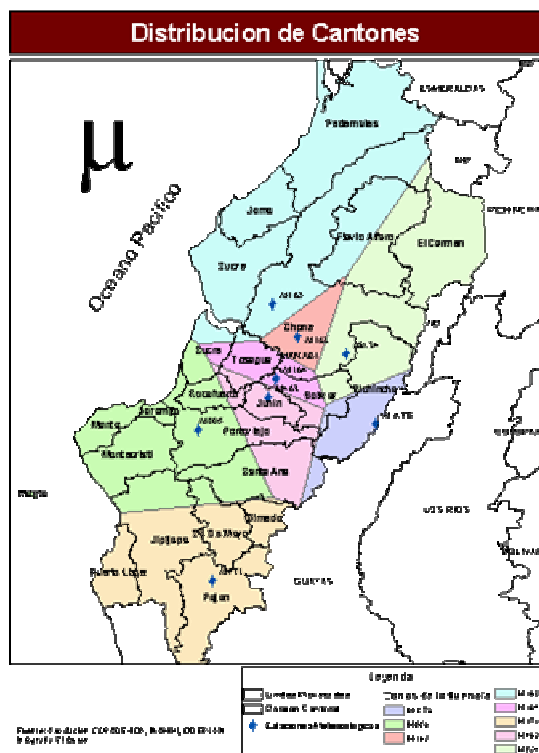
ESTACIONES	NOMBRE_EST	LONGITUD	LATITUD
M162	Chone	602000.00	9923700.00
M163	Boyacá	591800.00	9937250.00
M164	Calceta	593000.00	9907000.00
M462	Junín	589750.00	9899000.00
MA24	Dos Bocas	621365.00	9916927.66
M ATS	Atascozo	633500.00	9888160.00

M171	Camposano	566800.00	9824962.60
M005	Portoviejo	561000.00	9885970.00

Fuente: INAMHI, 2002

Las anomalías fueron calculadas extrayendo los valores máximos de precipitación mensual para cada año y calculando la media y desviación estándar de toda la serie de datos disponibles para cada estación. Usando los polígonos de Thiessen (Figura No.52) se asignó a cada cantón la o las estaciones con mayor influencia. Para obtener la anomalía anual máxima se usó el promedio de las anomalías positivas entre todas las estaciones que influyen sobre el cantón. Para la precipitación total anual se tomó el promedio de las precipitaciones ocurridas en cada uno de las estaciones por cada cantón.

Para el modelo basado en anomalías se utilizaron las observaciones cuyas anomalías son mayores que cero e IDV menores que 12, ya que más allá de estos límites, los datos generaban una distorsión de los planos de regresión.



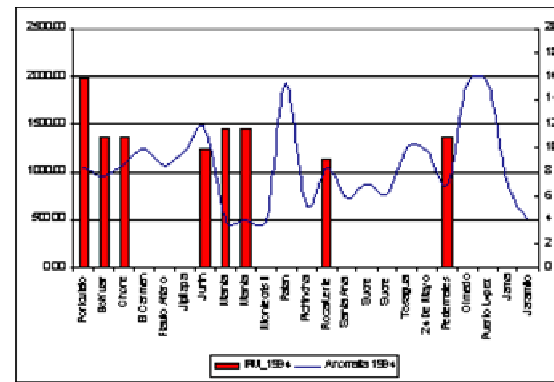
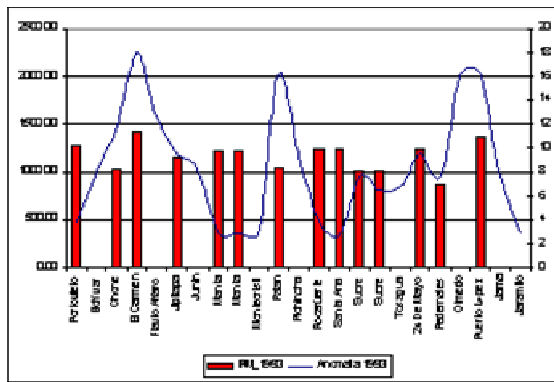
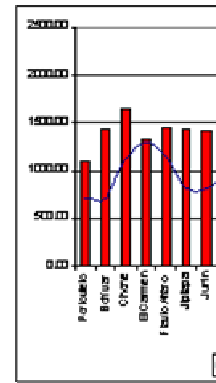
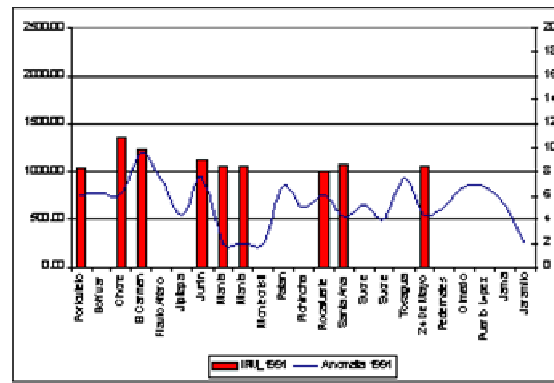
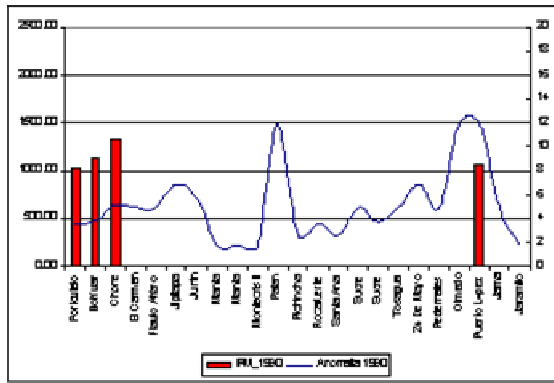
Fuente: Daqui, 2004

Figura No.52 Distribución de estaciones pluviométricas en los cantones de la Provincia de Manabí

El IRH se calculó utilizando el mismo procedimiento expuesto en el Numeral 10.2, utilizando los datos de desastres reportados en la provincia de Manabí en este período. El índice de vulnerabilidad utilizado fue el calculado para el periodo 1990-1994 con los datos del censo de 1990 calculado de igual forma que en el Numeral 11.2. A partir de estos datos se realizó un análisis de regresión múltiple $IRM = a \cdot IDV + b \cdot A + c$, tratando de encontrar un modelo que explique relaciones entre amenaza, riesgo y vulnerabilidad. A fin de corregir la correlación de los términos de error en la serie temporal para la regresión lineal múltiple, se utilizó el procedimiento de Cochran – Orcutt con el cual se logra minimizar la suma de los residuales (Pindyck, et al., 2001)

De los análisis realizados por Daqui, 2004, determina que para varios cantones, las anomalías positivas de precipitación no explican por si solas la ocurrencia de desastres, sino la variación de precipitación en función del tiempo explica mejor el incremento del IRH. En el primer modelo con las anomalías de precipitación se observa que no es sólo el exceso de lluvia el detonante para el incremento del IRH, sino que en años con precipitaciones menores a la media también se producen desastres.

En el segundo modelo se puede ver que existe una mejor explicación de la variación del IRH al tomar la precipitación total anual como indicador de amenaza. Este modelo refuerza lo arriba expuesto, es decir, que el problema de los desastres no es únicamente los fenómenos extraordinarios, sino que los sucesos normales y los procesos que generan la vulnerabilidad influyen de una manera definitiva en el incremento del riesgo (Figura No.53)



Fuente: Daqui, 2004

Figura No.53 Pluviosidad anual y distribución del Índice de Riesgo Hidrometeorológico en los cantones de la Provincia de Manabí. Período 1990-1994

De los dos modelos, el primero con las anomalías anuales explicó sólo el 28.35% de la variabilidad en el Índice de Riesgo Hidrometeorológico. El segundo modelo de correlación usando la precipitación total anual P_anual, explicó el 95.98% de la variabilidad de IRH.

La ecuación de correlación entre Riesgo, amenaza y vulnerabilidad para el periodo de análisis 90-94 en la provincia de Manabí resultó:

$$IRH = 0.000158219 * P_{anual} + 0.686368 * IDV$$

Debe anotarse que esta ecuación es válida exclusivamente para las condiciones exploradas y no puede ser aplicada a otras condiciones. Sin embargo, es una correlación interesante ya que explica a partir de registros reales un indicador de riesgo como producto de un indicador de amenaza expresado por la pluviosidad anual de cada sitio con relación a sus condiciones de vulnerabilidad obtenidas a partir de indicadores socio-económicos del mismo periodo.

Este análisis y los resultados arrojan la esperanza de determinar la variabilidad espacial y temporal del riesgo de desastre hidrológico a partir de datos objetivos y no exclusivamente a partir de consideraciones hipotéticas, lo que a su vez puede ser un elemento útil para la toma de decisiones de intervención para mitigación.

12.7. La construcción social del riesgo: El caso de la cuenca del Río Portoviejo

Nada más natural que las lluvias, las inundaciones o incluso los deslizamientos. Su ocurrencia y su variabilidad son manifestaciones de la dinámica del planeta. Sin embargo, cada vez que el ser humano construye, modifica la naturaleza y los ecosistemas con los cuales estos eventos están relacionados.

Debido al grado de exposición o de vulnerabilidad de una región, una comunidad o de una obra, estos eventos naturales en principio se han ido transformando en “fenómenos” y la ocurrencia de estos en desastres. Adicionalmente, debido a las intervenciones humanas sobre los ecosistemas y el clima por vía del calentamiento global, estas amenazas se han transformado de naturales en socio-naturales, es decir cada vez más tienen un fuerte componente antrópico.

Estos procesos de antropización de las amenazas y las vulnerabilidades, es decir el proceso de configuración de los riesgos asociados al clima, se van configurando a lo largo del tiempo. Para profundizar en el conocimiento de estos procesos se analiza en detalle la cuenca del Río Portoviejo. Para ello se aprovecha la información existente y se realiza un inventario fotográfico de algunos de los más significativos problemas observados.

La cuenca del Río Portoviejo, localizada en la región central de la provincia de Manabí, ocupa de manera total o parcial cuatro cantones entre otros y drena un área de 2060 Km². El Río Portoviejo es la más importante fuente de agua para la región central de Manabí ya que abastece de agua potable a más de 600.000 personas en ciudades como Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte, Sucre e incluso a otras fuera de su cuenca como son Manta, Montecristi, Jaramijó y Jipijapa. El río nace en la cordillera costanera a una altitud de 420 msnm y fluye a lo largo de 132 Km de longitud hasta su desembocadura en el Pacífico. En la Figura No.54 se presenta una imagen satelital de Manabí con la delimitación de la cuenca del Portoviejo.

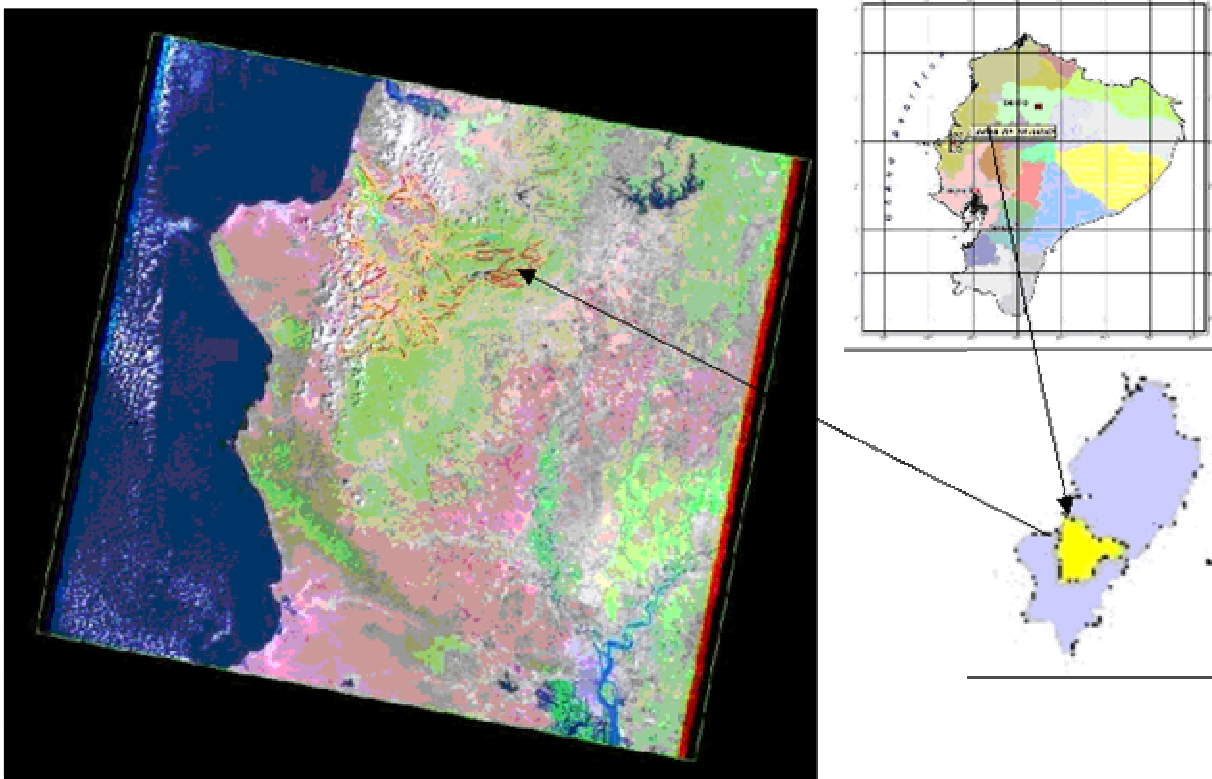


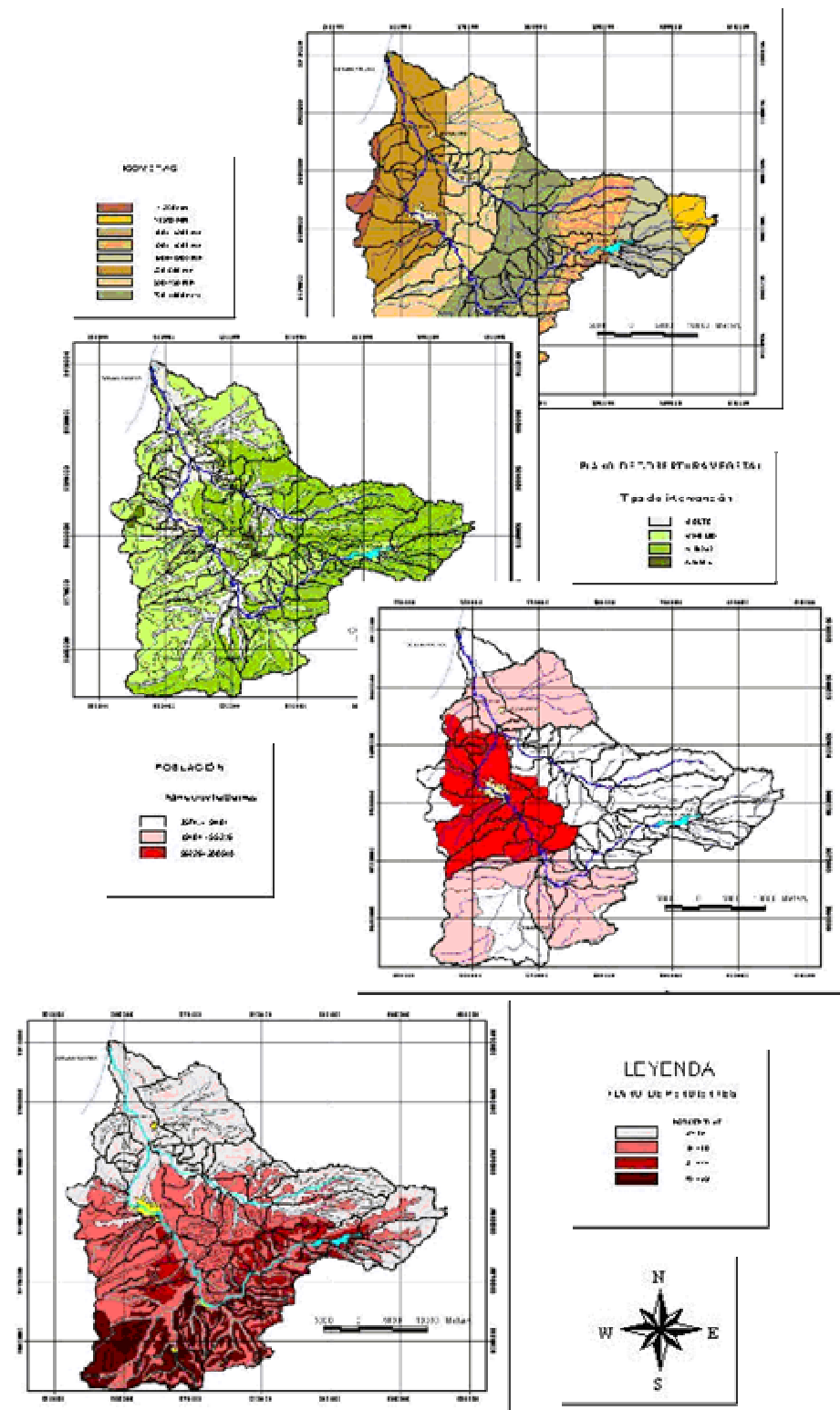
Figura No.54 Imagen satelital de la cuenca del Río Portoviejo

Como se presenta en la composición de la Figura No.55, la cuenca en su tramo medio y superior presenta altas pendientes en el rango de 17 hasta casi 60%. El clima de la zona corresponde a tropical y la precipitación varía desde los 400 mm/año en la costa, hasta los 1500 mm/año en la zona montañosa. La cubierta vegetal presenta un alto grado de intervención y su gran mayoría presenta cobertura entre media y baja. Por otra parte la población se concentra principalmente en la zona central correspondiente a la cuenca media y baja más plana. En esta zona se localizan varias ciudades y principalmente la capital provincial Portoviejo con casi 200.000 Hab.

Problemática ambiental

Un diagnóstico de la problemática ambiental realizada por Zevallos, 2000 para el proyecto de Asistencia Técnica para la Gestión Ambiental, determina que los problemas ambientales más serios del río son la contaminación bacteriológica por las aguas servidas inadecuadamente tratadas de Portoviejo y Santa Ana y por las basuras, así como el estrangulamiento del cauce del río por efecto del relleno de sus márgenes, la pérdida de capacidad hidráulica y el agravamiento de las inundaciones por sedimentación.

A nivel de la cuenca, la degradación ambiental de la misma por deforestación, y quema de vegetación, la conversión de bosques en pastizales en laderas con fuertes gradientes, la ocupación desordenada de colinas y laderas en Portoviejo, ocasionan el incremento de la erosión, la pérdida de fertilidad, la baja de productividad de los suelos y el empobrecimiento de los campesinos que habitan en esta zona.



Fuente: Valencia X., 2001. Apoyo : Co-PI

Figura No. 55 Características ambientales, socio económicas y de uso de la Cuenca del Río Portoviejo

En otro estudio realizado por Valencia, 2001, con la colaboración del Co-PI, se determinan como causas últimas de las inundaciones: 1) el mal manejo de los recursos naturales

fundamentalmente en la cuenca media y alta, y 2) la inadecuada implementación de la infraestructura, principalmente en la cuenca baja.

Los procesos erosivos, el potencial de producción de agua y sedimento

En el estudio de Valencia, 2001, el Co-PI en conjunto con el consultor desarrolló un procedimiento semi cuantitativo para determinar las áreas con mayor potencial de producción de agua y sedimentos. Mediante uso del Sistema de Información Geográfico del Proyecto de Monitoreo Ambiental del Sector Agropecuario-SIMASA (MAG-IICA-CLIRSEN, 1999) y del Sistema de Información de la Oficina de Desarrollo y Planificación – INFOPLAN, se realiza un análisis para cada una de las microcuencas, con parámetros de tipo *físico ambiental* como la pendiente de las laderas, la pluviosidad y la erosividad, de tipo *socio-económico* como la población y el índice de pobreza y de tipo *natural-antrópico* como el uso del suelo y la cobertura vegetal remanente de la cuenca.

Cada uno de estos parámetros se clasifica por rangos con los criterios que se resumen a continuación (Cuadro No14).

Cuadro No. 14
Índices de evaluación del grado de adversidad en la producción de agua y sedimentos en la cuenca alta en relación a las inundaciones de la cuenca baja

INDICE	CALIF.	Rango de la variable					
		Población (-)	Pobreza (%)	Erosividad (-)	Pluviosidad (mm)	Pendiente (%)	Cobertura Vegetal
Alto negativo	-3	56.226 - 200.510	77.5 - 87.9	Alta	> 1000	45 - 59	Ciclo corto
Medio Negativ	-2	19.484 - 56.225	43.9 - 77.5	Medio	500-1000	31 - 44	Arbustiva, pasto
Bajo negativo	-1	3.574 - 19.484	0 - 43.9	Baja	250-500	16- 30	Bosque intervenido
Neutro	0	0 - 3.573		Nula	0-250	0- 16	Bosque natural

Los resultados para cada subcuenca y micro cuenca se califican en una matriz (Cuadro No.15). El *Índice Absoluto Negativo* representa el grado de peligrosidad de cada subcuenca o microcuenca en sí, independiente de su tamaño y por tanto un indicador local, en particular para las obras o infraestructura localizadas en la misma (Figura No 56).

El mayor índice negativo resulta en la cuenca alta (localizada al sur de la cuenca principal), la cual corresponde a la subcuenca del Río Lodana. Esta región es también la de mayor pobreza y en efecto presenta gravísimos problemas erosivos inducidos por procesos de degradación ambiental y agravados como consecuencia del Fenómeno El Niño 97-98. Ver composición fotográfica en la Figura No.57.

Cuadro No. 15 Indices socio económicos, ambientales y de uso por subcuencas

Identificación de la cuenca					Impactos que influyen negativamente							
No	Area (Km ²)	Area %	Código	NOMBRE	Población	Pobreza	Erosividad	Pluviaridad	Pendiente	Cobertura Vegetal	Result	Result / Km ²
1	238.4	16.3	00-1	R. Portoviejo	-2.25	-1.65	-1.35	-1.70	-0.60	-2.70	-10.25	-1.67
2	293.2	14.1	00-1-20	R. Lodana	-1.50	-2.00	-2.25	-2.00	-2.50	-2.00	-12.25	-1.73
3	178.1	8.5	00-3-1	R. Bachillero	-2.00	-2.00	-1.00	-1.70	0.00	-2.50	-9.20	-0.78
4	104.7	5.0	00-1-18	R. Masque	-1.90	-1.90	-2.55	-2.70	-2.00	-1.50	-12.55	-0.63
5	93.3	4.5	00-2-8	R. Chamote	-1.00	-2.00	-1.10	-3.00	-0.20	-1.40	-8.70	-0.39
6	90.0	4.3	00-2-9	R. Mancha Grande	-1.00	-2.00	-1.30	-3.00	-0.50	-1.40	-9.20	-0.40
7	74.8	3.6	00-2	R. Chico	-1.00	-2.00	-1.05	-2.00	-0.40	-2.50	-8.95	-0.32
8	64.6	3.1	00-1-1	R. Pata de Pájaro	-1.00	-2.20	-1.20	-3.00	-0.50	-1.10	-9.00	-0.28
9	55.5	2.7	00-2-6	Oda. Bejuco	-1.00	-2.00	-1.00	-2.00	-0.20	-1.60	-7.80	-0.21
10	54.3	2.6	00-1-26	Oda. Queros	-3.00	-1.00	-1.40	-1.00	-1.20	-1.90	-9.50	-0.25
11	50.4	2.4	00-1-24	S.N. Q. Limón	-3.00	-1.00	-1.50	-1.00	-1.05	-2.20	-9.75	-0.24
12	44.1	2.1	00-1-27	R. De Oro	-2.00	-1.00	-1.00	-0.85	-0.90	-2.30	-8.05	-0.17
13	42.8	2.1	00-2-10	Oda. Byagual	-1.00	-2.00	-1.50	-2.00	-0.90	-2.00	-9.50	-0.20
14	40.5	2.0	00-1-28	Oda. Moras	-1.50	-1.00	-1.00	-0.80	-0.50	-2.00	-8.80	-0.13
15	39.7	1.9	00-1-2	R. Mineral	-1.00	-3.00	-1.30	-3.00	-0.40	-1.05	-9.75	-0.19
16	38.8	1.9	00-1-19	Est. Bonce	-2.00	-2.00	-2.50	-2.00	-2.00	-2.10	-12.60	-0.34
17	33.4	1.6	00-2-12	Oda. El Zapallo	-1.80	-1.50	-1.10	-2.00	-0.80	-1.30	-8.50	-0.14
18	31.9	1.5	00-2-7	S.N.	-1.00	-2.00	-1.00	-2.05	-0.40	-1.20	-7.65	-0.12
19	30.4	1.5	00-1-21	Oda. Mapacangue	-2.50	-1.50	-1.20	-2.00	-1.75	-2.10	-11.05	-0.18
20	28.7	1.4	00-1-23	S.N.	-3.00	-1.00	-1.80	-2.00	-1.00	-2.40	-11.20	-0.15
21	27.9	1.3	00-1-17	Est. Pemincha	-2.00	-2.00	-1.00	-3.00	-2.00	-1.30	-11.30	-0.15
22	27.2	1.3	00-1-33	S.N.	-2.40	-1.50	-1.00	-0.80	0.00	-2.20	-7.90	-0.10
23	22.1	1.1	00-1-22	Oda. Pachinche	-3.00	-1.00	-2.00	-2.00	-1.00	-2.40	-11.40	-0.12
24	20.5	1.0	00-1-4	Est. Punta de Peja	-1.00	-3.00	-1.10	-3.00	-0.05	-1.00	-9.15	-0.09
25	20.5	1.0	00-1-29	Est. Papayitas	-3.00	-1.00	-1.00	-0.50	-0.10	-2.30	-7.60	-0.08
26	19.9	1.0	00-1-32	S.N.	-2.50	-1.50	-1.00	-1.00	0.00	-2.50	-8.50	-0.09
27	19.5	0.9	00-1-3	R. Las Chacras	-1.00	-3.00	-1.10	-3.00	-0.50	-1.00	-8.60	-0.19

Fuente: Valencia X., 2001.

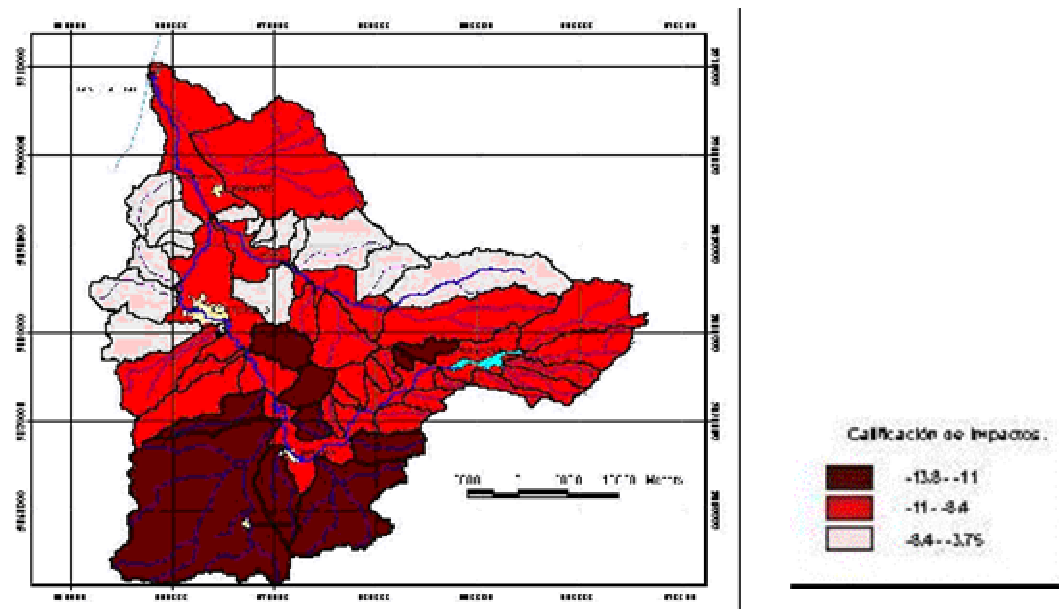


Figura No. 56 Índice negativo en la producción de agua y sedimentos



Figuras No. 57 y 58 Procesos erosivos en las márgenes del Río Lodana en la cuenca alta del Río Portoviejo y en las laderas de la cuenca media.

El cambio del uso del suelo y la conversión a pastizales de antiguos bosques nativos en la sub cuenca del Río Chico (centro este de la cuenca) han inducido también procesos erosivos en las laderas como los recientemente ocurridos en Alajuela (Ver Figura No.58).

Como consecuencia de este mal manejo y de los intensos procesos erosivos en la cuenca alta y media, la parte baja de la cuenca está sufriendo severos problemas de inundaciones y sedimentación, agravados por los impactos ambientales generados por la ocupación desordenada y la construcción de infraestructura sin adecuado criterio técnico.

Efecto de la infraestructura sobre las inundaciones

Vías mal concebidas se diseñan y construyen a través del cauce de inundación sin considerar criterios hidráulicos o ambientales, lo que ocasiona que estas funcionen como diques de represamiento agravando las inundaciones. Adicionalmente, algunas vías son construidas sin alcantarillas o con puentes estrechos o alcantarillas insuficientes, que actúan como verdaderos embudos que remansan al río creando embalses, produciendo la sedimentación del valle y agravando de esta manera las inundaciones.

Los diques o presas de derivación para captación de agua para riego son otras estructuras que han agravado los problemas. Estos diques de 2.5 – 3.0 metros de altura obligan a sobreelevar el fondo del río y los niveles de agua, favoreciendo las inundaciones.

La construcción de vías en el valle del Río con drenajes insuficientes ha ocasionado el represamiento de las aguas. La construcción de 13 puentes, todos con insuficiente capacidad (excepto uno), ha ido estrangulando la capacidad hidráulica del río, agravando las inundaciones en varios sectores. Adicionalmente, la construcción de 7 presas derivadoras en el cauce del Río ha incrementado los problemas de sedimentación con graves consecuencias para la agricultura, para la vida de los campesinos y para los ecosistemas, conformando una situación de catástrofe.

El caso más claro es la carretera Cruz Verde (Ceibal) hacia Rocafuerte, que atraviesa todo el Valle del Río Portoviejo. El puente tiene apenas 20m de luz y el río en esta sección tiene una capacidad hidráulica de apenas 66 m³/s, mientras el caudal de crecidas calculado es de aproximadamente 600 m³/s, con las consecuencias previsibles. (Figura No.59).



Figura No. 59 Inundaciones en la cuenca baja en el Valle del Río Portoviejo, agravadas por la construcción de infraestructura vial mal concebida.

De igual manera la ocupación indebida de los cauces de inundación y de las márgenes del río, así como el cambio de patrones de construcción de viviendas a ras de piso en lugar de viviendas en piso alto, o la inadecuada práctica de los rellenos, son otras de las causas que favorecen la ocurrencia de mayores daños por inundaciones.

En particular el estrangulamiento del cauce del río principalmente en el tramo que atraviesa la ciudad ha restado capacidad hidráulica al cauce, por lo que las inundaciones son más frecuentes y de mayor magnitud. Esto a su vez ha generado cambios en los ecosistemas rivereños, muerte de especies frutales, sedimentación, etc.

Una noticia de 9 de enero de 2002 en “El Diario” de Manabí titula: “Insisten en abrir viejo cauce en Simbocal”. Obras que construyó la ex Caja Nacional de Riego y luego el CRM como redención ante las sequías, hoy se demuestran un grave error técnico”. Otra nota dice: “Canuto busca demoler represa por inundaciones”. Obra construida por CRM hace 15 años, creó más problemas que los que trató de resolver. Sólo ha servido para agravar las inundaciones y acumular sedimentos, por lo que hay consenso entre los pobladores de que hay que demoler esa obra.

En estos casos el desastre se ha ido generando a lo largo de los años por intervenciones desafortunadas o inapropiadas, tanto que los problemas se están convirtiendo virtualmente en insolubles. En la cuenca alta del Río Portoviejo, en particular la de sus afluentes como son el Río Lodana y el Río Chico es tal el nivel de degradación de laderas y cauces, que los eventos 82-83 y sobre todo 97-98 desataron unos procesos erosivos irreversibles que están teniendo y que tendrán a futuro consecuencias muy graves de sedimentación deteriorando aún más los ecosistemas y la infraestructura y los servicios en la cuenca baja (Valencia, 2001).

Sin El Niño las lluvias y los desastres continúan

Después del Fenómeno El Niño 97–98, no se han vuelto a presentar condiciones de la fase cálida del Fenómeno. Al contrario, han prevalecido condiciones de la fase fría conocida como evento “La Niña”. A pesar de ello, en las costas ecuatorianas han continuado presentándose años lluviosos con pluviosidad por encima de la media. Por ejemplo el año 2001 tuvo una precipitación de 757 mm 50% por encima de los 498.9 mm del promedio y similar a la del año lluvioso de 1975. El mes de marzo del año pasado llovió un 170% por encima de la media. Aún más, el 7 de marzo de 2001 se registró la máxima precipitación en 24 horas jamás registrada en la estación Portoviejo, con un valor de 149.7 mm.

Precipitación Mensual – Periodo Lluvioso 2001

	ENE	FEB	MAR	ABR
2001	232.9	122.3	303	84.2
PROMEDIO	96.5	120.8	125.4	72.1
% EXCESO	141.30%	1.20%	141.60%	16.80%

A partir de los dos grandes eventos ENSO ocurridos en 1982-1983 y en 1997-1998, en el Ecuador y en buena parte del mundo se ha fijado en el subconsciente colectivo que el problema es El Niño. A partir de estos eventos, los medios de comunicación, las autoridades, los políticos, el ciudadano común hablan de cualquier periodo de lluvias intensas como si fuera El Niño. El problema de los desastres ha llegado a reducirse a si se anuncia o no se anuncia El Niño y a partir de ello generar una dinámicas que no apuntan a resolver los problemas de fondo como se verá más adelante..

Como ejemplos, los periodos lluviosos (o “inviernos” como se denominan en Ecuador) de los años 1999, 2000, y 2001 invariablemente fueron calificados por la prensa como causados por El Niño. Quizá una excepción la constituyó este último periodo invernal que está transcurriendo (enero-mayo de 2002), en que ya fue tan obvio y notorio que no estaba ocurriendo un Fenómeno El Niño, en que las autoridades empezaron a regresar al lenguaje anterior y volvieron a hablar de “emergencia por el periodo invernal o lluvioso” sin incluir a El Niño. Y es que cada vez es más claro y notorio que el problema es de otra índole y no del capricho de la naturaleza o de “Niño” o “Niña” o si será Niño moderado o débil.

Lluvia del 7 de marzo de 2001

Para ejemplificar el efecto de una lluvia intensa, se analiza el evento ocurrido entre el 7 y 8 de marzo del 2001. Según reportes de la estación INAMHI-UTM en Portoviejo, en 16 horas de lluvia ocurridas entre el 7 y 8 de marzo, cayeron 147.9 mm de lluvia. Esta lluvia a nivel de toda la provincia y de toda la costa estuvo acompañada de vientos de gran potencia que destruyeron barcos en La Libertad. Cabe mencionar que la lluvia máxima de este día superó todos los registros de la estación Portoviejo desde 1959, incluyendo las de los dos eventos El Niño.

Esta lluvia produjo inundaciones en Chone en una altura de 1.2 sobre el piso frente al Municipio de esa ciudad. Según referencias, esa inundación superó al nivel máximo durante El Niño 97-98 en cerca de 40 cm. Igualmente por este evento se inundó Flavio Alfaro, Jipijapa, Manta, Calceta, Las Palmas de Montecristi, etc. En Canuto, cantón Chone un deslizamiento sepultó una casa provocando 4 muertos. En el sitio La Segua antes de San Antonio la vía estuvo 3 Km. con medio metro de agua. En Guayas el Río Bachillero dejó depósitos de casi 2 metros en sitios del cantón Samborombón.

En la cuenca del Portoviejo y específicamente en la ciudad de Portoviejo, cientos de familias fueron afectadas por el desbordamiento del Río junto a los puentes Velasco Ibarra, Santa Cruz, San José y Mamey. En la cuenca alta, los sitios La Unión, San Pablo y Pueblo Nuevo del cantón Santa Ana quedaron aislados por la caída de un puente que unía a estas poblaciones. El puente fue recién construido en 1997.

En el sector de los Angeles de La Mocora la carretera Portoviejo-Pachinche fue destruida por la crecida de los esteros Maconta Adentro y Maconta Afuera. La vía Portoviejo- San Plácido también presentó problemas por deslizamiento de la mesa de la vía. La vía Metropolitana entre Portoviejo y Montecristi también fue inundada por la creciente de varios riachuelos interrumpiendo el tráfico.

En el sector de la vía Ceibal - Rocafuerte el agua subió cerca de 40 cm. Por encima de la vía a lo largo de cerca de 1 Km.

12.7 Reflexiones sobre los procesos de configuración del riesgo ENSO y VC

Hemos visto a partir de la base de registros de DI que tan pronto se empiezan a dilucidar algunas incógnitas del problema Riesgo HM, empieza a surgir la preocupación por los procesos de configuración subyacentes. Detrás de cada desastre está invariablemente la poca conciencia sobre el riesgo, la falta de alternativas por causa de la pobreza, las soluciones parches o demagógicas, la imprevisión, la irresponsabilidad y en ocasiones la corrupción del sistema. Entonces, empieza a surgir con claridad que el desastre no tiene en último término un origen

natural. El desastre es político. El desastre es técnico. El desastre es ambiental. Y finalmente: el desastre es la sociedad que hemos configurado.

Se ha visto también que el incremento de los riesgos asociados a ENSO y VC se explican parcialmente por una mayor magnitud y frecuencia del fenómeno natural "Precipitación", así como por el crecimiento de la población y de la infraestructura expuesta a la amenaza. Sin embargo, como ha sido también demostrado, ante la ocurrencia de eventos de similar magnitud, los impactos mayores se deben fundamentalmente a incremento de la vulnerabilidad social. El deterioro de la economía nacional, el incremento de la pobreza y de la inequidad, los procesos de urbanización y la degradación ambiental son causa para el incremento de las amenazas y para la agudización de las condiciones de vulnerabilidad de la población, la infraestructura y los ecosistemas, que deviene en un crecimiento de las condiciones de riesgo.

Para dilucidar hasta donde llegan las responsabilidades y las causalidades, se debe rastrear en el pasado y en el presente. Descubrir las acciones u omisiones que posibilitaron las condiciones de riesgo en el día a día y a lo largo de los años y que luego, una vez que ocurrió el detonante del evento natural, se transformó en desastre. Con esta visión entonces, aunque partiendo de la memoria histórica que constituye el registro de desastres, terminamos volviendo la mirada a su origen. El problema entonces es el riesgo y no el desastre. Aunque sea a este último al que los medios y los políticos y la sociedad prestan atención.

De allí que las acciones de prevención y mitigación de último momento, prácticamente no tengan ninguna incidencia en reducir de manera significativa el riesgo de desastres en las comunidades, ni en la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos, ni en el número de muertos o afectados o en la infraestructura perdida. La idea es simple: no podemos resolver en pocos meses lo que hemos venido deteriorando a lo largo de décadas, más aún con los pocos recursos disponibles. Las obras de emergencia que cada año los gobiernos se ven forzados a implementar para calmar en algo la presión social y colectiva, definitivamente no están apuntando a resolver los problemas de fondo ni los problemas verdaderos, sino a paliar pequeños casos aislados de amenazas puntuales, que poco inciden en la gran problemática de toda una región.

Esta es apenas una muestra de la compleja y variada problemática relacionada con los desastres y el riesgo de desastres con el que convive el país. El riesgo de desastre es en gran medida generado no cabe duda. Para muestra algunos ejemplos:

- Cuando se localiza una escuela de manera imprevista en una zona inundable, se está garantizando que tarde o temprano esa instalación sea afectada.
- Si como en el caso del valle del Río Portoviejo se construye una carretera como la Ceibal-Rocafuerte que cruza el cauce de inundación y se construye un puente con capacidad de una décima parte del caudal de crecida, allí se está generando el agravamiento de las inundaciones, el azolve del valle agua arriba y empeorando las condiciones de vida de los campesinos asentados en ese sector.
- Cuando un barrio o una entidad pública, como en el caso de las laderas del Pichincha, rellena una quebrada y deja un drenaje insuficiente, se está generando un represamiento que luego puede romperse y generar un aluvión, un desastre mayor al que podría generarse de manera natural. Si además la población arroja basuras y escombros que taponan sumideros y colectores, el desastre es casi seguro con cualquier lluvia intensa que caiga después.

- Si un propietario irresponsable construye de manera antitécnica un camino hasta casi la cumbre del Volcán Pichincha en una hacienda de su propiedad, está generando erosión, desestabilizando los taludes y agravando el riesgo de aluviones hacia las partes bajas de la ciudad.
- En la costa, los caminos que construyen bananeros o camareros en la zona de Taura, Boliche o Churute, sin ninguna técnica y con drenajes pequeños para reducir costos, terminan agravando las inundaciones y amenazando la biodiversidad de los ecosistemas aledaños.
- Cuando se asientan poblaciones en las áreas inundables, cuando se producen invasiones en terrenos inestables, cuando se rellenan las márgenes y se estrangulan los cauces de los ríos, cuando se cortan los drenajes naturales, se está agravando el riesgo.

En fin son centenares, miles de pequeñas y cotidianas intervenciones, decisiones de ciudadanos, comunidades, técnicos, funcionarios, políticos, gobernantes que inadvertidamente pero de manera penosamente constante, abonan hacia el proceso de incremento del riesgo.

Pero de igual manera, optimistamente, si los actores todos desarrollamos una conciencia del riesgo de desastre, podemos empezar a prevenir y mitigar los mismos. Y para ello el primer paso puede ser conocer el riesgo, saber como se configura y aprender de los desastres ya ocurridos.

El proceso natural lluvia o el período lluvioso normal y benéfico que anualmente se presenta en la Costa, se ha ido convirtiendo en “Fenómeno natural” casi indeseable o en un problema grave recurrente gracias al caos, la imprevisión, la degradación e impactos ambientales. El ecosistema ha entrado en proceso de colapso y el modelo económica que subyace es causa y condición para ese colapso. La alternativa tiene que ser global, no cabe duda.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, Mary y Peter Woodrow. (1989). *Rising from the Ashes: Development Strategies in Times of Disaster*. Boulder Colorado. West View Press.
- Barrenechea Julieta, Gentile Elvira, González Silvia y Claudia Natenzon (2003). Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del Riesgo. En "En torno de las metodologías: abordajes cualitativos y cuantitativos" Silvia Lago Martínez, Gabriela Gómez y Mirta Mauro – Coordinadoras.
- Bendix, J., Bendix, A., (1998) – Climatological Aspects of the 1991/1992 El Niño in Ecuador, Bulletin de l'Institut français d'Études Andines. 27 (3) : 655-666.
- Blakie, Piers, Cannon Therry, Ian David, Ben Wisner. *Vulnerabilidad: el entorno social, Político y Económico de los Desastres*. LA RED. IT Perú. Tercer Mundo Editores, Colombia.
- CAF, (Corporación Andina de Fomento) (1999) El fenómeno "El Niño 1997-1998. Retos y soluciones para la region andina. Resumen ejecutivo para los presidentes . XI Reunión del Consejo Presidencial Andino. Cartagena de Indias.
- Cardona, O., Hurtado, J., Duque, G., Moreno, A., Chardon, A., Prieto, D.,(2004) Dimensionamiento relativo del Riesgo y de la Gestión. BID-CEPAL-IDEA, Programa de información en Indicadores de Gestión de Riesgos.
- Chicaiza, D., (2004) Sistema de inventario de Desastres: Depuración y Complementación del Programa Desinventar, Proyecto de Titulación, Escuela Politécnica Nacional. Abril, 2004.
- CRED-EM-DAT (2004) EM-DAT Glossary, <http://www.emdat.net/glossary.htm>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, ECUADOR: Evaluación de los efectos Socioeconómicos del Fenómeno El Niño en 1997-1998, 16 de julio de 1998.
- Daqui D. (2004) Análisis del riesgo espacial, temporal y semántico a partir del registro de desastres por eventos ENSO y variabilidad climática anual en Ecuador, Proyecto de Titulación, Escuela Politécnica Nacional. Noviembre de 2004.
- Franco E., 2000, Documento metodológico. Proyecto Gestión del Riesgo ENSO en América Latina. Componente 2: Investigación comparativa sobre los riesgos de desastre ENSO. Comunicación Personal.
- Glantz, M. (1996). *Corrientes de Cambio. El Impacto de "El Niño" sobre el clima y la sociedad*. Cambridge University Press. Santiago de Chile.
- Hewitt, Kenneth (1997). *Regions of Risk*. Longman Press
- Heredia-Calderón, E. A. y L. Rodríguez-Fiallos, 1998, El Evento Enso 1997-98: Evaluación Hidráulica Y Algunas Recomendaciones De Diseño Para La Rehabilitación De La Red Vial Del Litoral Ecuatoriano, Seminario Internacional El Fenómeno "El Niño" 1997-1998: Evaluación y Proyecciones, Guayaquil (Ecuador).
- Heredia-Calderón, E. y Galarraga R., Miniproyecto de Investigación: Influencia de la variabilidad climática tipo ENSO en los recursos hídricos del Ecuador, Primer Instituto de Verano IAI/UM sobre Ciencias Interdisciplinarias en América: "Interacciones entre la

variabilidad Climática Estacional a Interanual y Sistemas Humanos”, 11 - 30 de Julio de 1999, Universidad de Miami, Florida, EE.UU. <http://www.rsmas.miami.edu/IAIUM>.

- Johnson, D. E. Métodos Multivariados aplicados al análisis de datos. Internacional Thompson Editores, Ciudad de México - México, 2000
- LA RED (2000a), Guía metodológica para el inventario de desastres, Manual de Usuario Desinventar versión 6.0
- LA RED (2000b), Manual de Usuario DesInventar versión 6.0
- LA RED (2001), Análisis Regional de los Patrones Semánticos, Temporales y Espaciales de los Riesgos de Desastre ENSO y referencia a Procesos Sociales de Base: Estado de la Cuestión en el Proyecto, DOCUMENTO DE TRABAJO, Piura.
- LA RED (2002), Documento metodológico para el Proyecto de Investigación Comparativa 2: “Configuración de Riesgos de Desastre ENSO”, DOCUMENTO DE TRABAJO, Piura.
- Larrea Carlos, Carrasco Fernando, Cervantes Javier y Noemí Viedma, 2000, Desarrollo Social y Gestión Municipal en el Ecuador. Jerarquización y Tipología. Primera Edición, Quito, Odeplan,
- Lavell Allan, Bonilla Adriana (2001), Costa Rica: Patrones de Riesgo ENSO y su Configuración 1970-2000. La Red, 2000
- National Research Council, 1999, Making Climate Forecast Matter, U. S. National Academy Press, 175 p.
- OMM, Revista Cimate, No. 13, junio 1998, Ginebra, Suiza.
- Rossel, F. Roura, J., Pombosa, R., Ontaneda, G., Mejía, R., Heredia, E., Homogeneización y regionalización de la influencia de “El Niño” sobre las precipitaciones mensuales y anuales y construcción de modelos explicativos y de previsión, en Memorias del XV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, 1998, Oaxaca, México.
- Rossel, F., 1997, Influencia de El Niño sobre los regímenes hidro-pluviométricos del Ecuador, serie INSEQ No.18, tomos I, II y III, Publicación INAMHI-ORSTOM.
- Rossel Frederic, Cadier Eric, Gustavo Gomez, (1996), Las inundaciones en la zona costera ecuatoriana: causas; obras de protección existentes y previstas, Bulletin de l’ Institut d’ Etudes Andines.25 (3): pp 399-420
- Trenberth, K., 1997, The definition of El Niño, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 78, No. 12, 2771-77.
- Villacís Marcos J., (2001), Influencia de ENSO sobre la precipitación en los Andes Centrales del Ecuador. Proyecto de Titulación, Quito
- Zevallos, Othon. (2000). Informe de Avance I. LA RED. www.desenredando.org
- Zevallos, Othon. (2001). Informe de Avance II. LA RED. www.desenredando.org
- Zevallos, Othon. (2002). Informe de Avance III. LA RED. www.desenredando.org