

# Riesgos de inundación de Guayaquil

## Guayaquil flood risks

**Autor:**

*Arq. Felipe Espinoza, Msc.  
feocorreo@yahoo.com*

*Universidad de Guayaquil*

---

## RESUMEN

Se plantea el caso hipotético de una inundación masiva de la ciudad de Guayaquil causados por el cambio climático, basado en la evidencia dada por el ENOS fenómeno (El Niño-Oscilación del Sur), las lluvias-sostenidas de larga duración, alzamiento del nivel del mar, las limitaciones de infraestructura, la sedimentación del río Guayas, el relleno de canales naturales y orillas de la urbanización informal y la deforestación permanente de la cuenca del Guayas. Este evento masivo de inundaciones se explora a través de herramientas de modelación, para finalmente proponer varios escenarios de respuesta-a fin de lograr un plan de contingencia para inundaciones de la ciudad

**Palabras clave:** ENSO, modelado, sedimentación, plan de contingencia de inundación.

---

## ABSTRACT

I propose the hypothetical case of a massive flood of Guayaquil city caused by climate change, based on evidence left by the ENSO (El Niño-Southern Oscillation) phenomenon, long-sustained rains, upraising of sea level, infrastructure limitations and siltation of the Guayas River, filling of natural canals and shores by informal urbanization and the permanent deforestation of the Guayas basin. This massive flooding event is explored through modelling tools, to finally propose several response-scenarios in order to achieve a flood-contingency plan for the city.

**Keywords:** ENSO, modelling, siltation, flood-contingency plan.

**P**ara Buscar las soluciones contra las inundaciones en Guayaquil y su hinterland, indiscutiblemente debemos analizar lo que sucede en el Delta del Guayas<sup>1</sup>; en principio el delta era un gran humedal con grandes servicios ambientales, es decir la naturaleza regulaba las inundaciones sin precio alguno.

- regulación de inundación; el humedal sofoca las crecidas en sus planicies naturales.
- incrementa la productividad y fertilidad del suelo, y nutrientes para peces.
- almacena una gran biodiversidad de vida.

¿¿Que pasó con el delta?, con el paso del tiempo el delta fue cambiando su uso, y todo el territorio que era para la riada o crecida fue ocupado para diversos fines; urbanos, agrícolas, acuícolas, reduciendo los servicios ambientales, en todo caso la región cercana a la cuenca baja del Río Guayas se zonificó en tres partes bien caracterizadas; VER MAPA

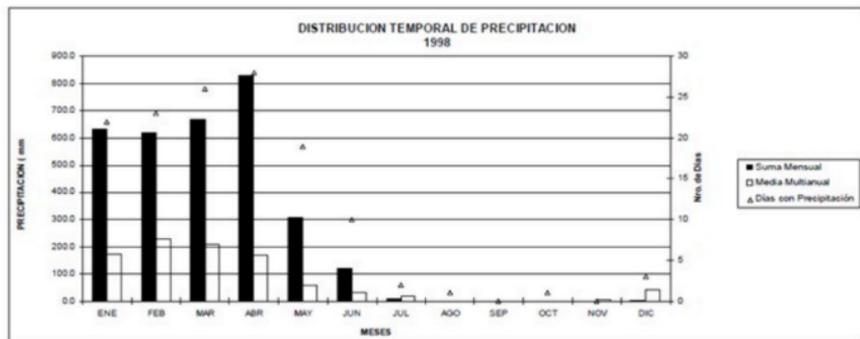
DEL DELTA:

- Región norte dedicada a la agricultura
- Región central dedicada a suelos ocupados por viviendas informales, urbanizaciones privadas en Samborondón, Daule, La puntilla, etc.
- región sur dedicada a camaroneras y asentamientos humanos.



Imagen captada el 4 de marzo de 2008 **Delta del Guayas**  
Muestra áreas inundadas en tonos oscuros

<sup>1</sup> SURVEY FOR THE DEVELOPMENT OF THE GUAYAS RIVER BASIN OF ECUADOR, An Integrated Natural Resource Evaluation Prepared, in the Department of Economic Affairs of the PAN AMERICAN UNION General Secretariat, Organization of American States WASHINGTON, D.C. 1964



Cuadro elaborado por el INAMHI, 1998.

Hoy la naturaleza exige el espacio perdido para las riadas y/o crecidas, y el estado debe ir corriendo a resolver el problema, según el Art. 411 de la Constitución, que dice "El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua."

Por otro lado el Art. 132 del COOTAD, establece que le corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados de escala "regional" gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas mediante la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados de la cuenca hidrográfica respectiva con las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado del recurso hídrico.

Estas dos premisas establecen competencias del estado, no obstante el nivel de gobierno regional todavía no se implementa hasta tanto, le corresponde al Gobierno según el mismo COOTAD, conferir recursos a los diferentes niveles de gobiernos descentralizados para que puedan invertir en construir diques, muros, obras en general para evitar inundaciones, y para las personas afectadas.

Hasta tanto es necesario dimensionar la problemática de inundación de Guayaquil y su hinterland, con el objeto de establecer medidas prácticas que protejan la ciudad.

Se plantea la hipótesis de "la posibilidad de inundación masiva de Guayaquil causada por el cambio climático e incremento del nivel del mar, la acción progresiva de la sedimentación del río Guayas, las lluvias intensas (varias horas de más de 174mm), y la capacidad limitada de la infraestructura pluvial para enfrentar este tipo de tormentas, entre otros factores<sup>2</sup> que podría causar daños importantes a la ciudad, los alrededores y a sus habitantes".

#### ANTECEDENTES Y ANALISIS.

Para pronosticar los daños de esta masiva inundación es necesario conocer la naturaleza del comportamiento del clima, la geografía e hidrología de la zona;

Las precipitaciones alcanzaron máximos niveles, según los registros del INAMHI de 1998, como podemos apreciar en el siguiente cuadro de distribución temporal de precipitación.

Dicho evento, más los otros mencionados causa-

<sup>2</sup> Relleno continuo de los bordes de los esteros por acciones de invasiones y urbanizaciones, y la permanente deforestación en la cuenca del río Guayas.

ron importantes impactos daños por inundación, tal como lo registra la documentación del Plan Maestro de Alcantarillado Pluvial 1997/1998, que evidencia que la infraestructura colapsó.

A ello le agregaremos las condiciones de topografía, geografía e hidrología de la zona,

A nivel de la micro región, la dinámica de estuario en el Golfo es comprensible, sin embargo debe mencionarse que la construcción de la Presa Daule Peripa causó un importante impacto aguas abajo, ya que la fuerza hidráulica del río disminuyó, en otras palabras el río no tiene la misma fuerza hidráulica para arrastrar los sedimentos aguas debajo de la presa, ello ha traído como consecuencia las formaciones de islotes frente a Guayaquil, entre ellas, la aparición del Isote Palmar en la confluencia del Río Daule con el Río Babahoyo, situación que no está influenciado por un cambio del ángulo de convergencia, el cual es bajo y no favorece en sí mismo la acumulación de sedimentación, si no dos choques diferenciados de caudales.

Los datos de caudales de los dos ríos indican que

GRÁFICO 1

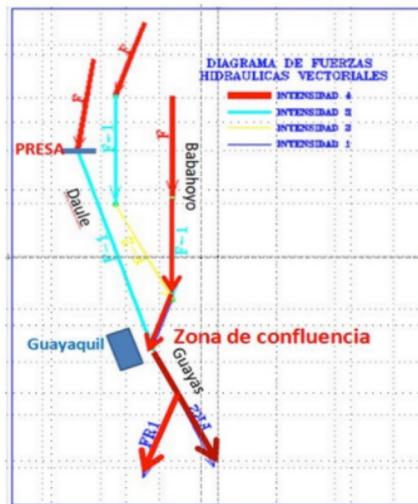
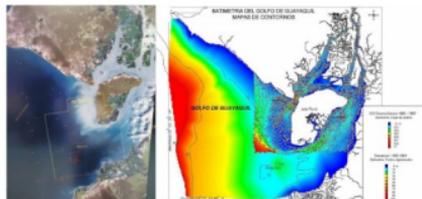


Diagrama de fuerzas hidráulicas, elaborado por autor.



Imágenes Satelitales, 2008

no son iguales; en promedio el caudal de Río Babahoyo supera el del Río Daule en un orden de 60% en verano y 66% en invierno (CAAM 1996). En 1979 el flujo medio total del Río Guayas superó el del Río Daule en un orden de 30-80% (Wallingford 1981). lo que sugiere variaciones altas de la relación de los caudales respectivos, que son favorables a la sedimentación en la zona de confluencia. VER GRAFICO 1.

La sedimentación, evidencia que la batimetría del Río Guayas, parece estar cambiando más rápidamente en especial en la cabecera del estuario, al respecto se debe indicar que la cuenca del Río Guayas produce anualmente cerca de 7 millones de m<sup>3</sup> sedimentos, Y espacialmente podemos apreciarlo en la imagen satelital.2008., que evidencia la poca profundidad del delta.



Imágenes Satelitales, 2008

Drenajes;

A nivel local, Guayaquil es dividida en dos partes por su geología de los cerros Santa Ana y el Carmen, que prácticamente configuran dos zonas, la zona A hacia el sur y la zona B hacia el norte, con menos drenajes, ver imagen satelital 2008.





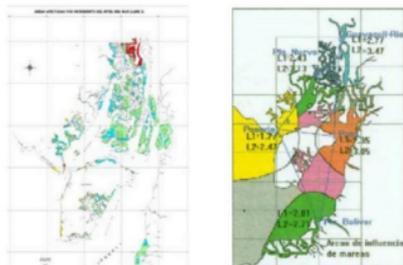
Fotos de Diario El Universo



Fotografías de ocupación de los bordes de los esteros



Fotografías de rellenos en las riberas de los esteros



Gráficos de INOCAR Ministerio de Medio Ambiente 30-04-98, del año 2000

Según los planos de sondeo en metros I.O.A. 1071, elaborados por INOCAR, en Octubre 1.999, y de otros mapas de intermareas las alturas en metros sobre el nivel medio del mar alcanzarían L1 =2.77 y L2=3.47 msnm



Foto de Diario El Universo, Ciudadela Alborada, 1997, 10 etapa.

Se cuenta con suficiente evidencia científica que las zonas de baja pendiente fueron inundadas en 1997-1998, así como en Febrero y Marzo del 2001, cuya cota de inundación afectó los territorios menores a 3.20 m.s.n.m (fuente INOCAR) en una extensión uniforme entre 100 y 500 metros contados a partir de la orilla.

Se han realizado modelos de simulación, para planificar e intervenir, como los Modelos de Simulación Hidrológica Superficial para áreas de Llanura, XIX CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRAULICA CORDOBA 2000), del mismo modo se ha podido observar en las imágenes ERS-2-3 de marzo del 2008, zonas con saturación baja, media e inundable. Luego de la revisión ERS-2-3, podemos confirmar que el área del delta del Guayas es

potencialmente inundable, véase también los siguientes planos; Carta internacional del espacio y las grandes catástrofes Ch Call ID 195 Inundaciones en Ecuador 2008, Imágenes Alos/Palsar pixel/resolución; a00m copyright JAXA 2008 Análisis y mapeo INA Argentina.

Por lo que se considera que para efectos de cualquier desarrollo se deberá considerar por lo menos cotas mayores a 3.20, esto aproximadamente presupone un relleno uniforme de aproximadamente + 1.20.



Imagen satelital compuesta CLIRSEN 2008

## DAÑOS E IMPACTOS PRODUCIDOS POR INUNDACIONES MASIVAS

La colmatación del Río Guayas sería el medio propicio para producir El escenario LANM2<sup>4</sup>, lluvias intensas mas el levantamiento del nivel del mar en un metro es crítico para el segmento urbano Guayaquil, especialmente las orillas del Río Guayas y los bordes de todos los esteros; Salado, Miraflores, etc.

De igual manera se infiere que el sector más afectado por la ocurrencia del escenario LANM2 en Guayaquil sería el de prestación de servicios básicos, principalmente el sistema de alcantarillado que se vería doblemente afectado, tanto por el levantamiento del nivel del mar, como del incremento de las precipitaciones.

Aproximadamente 178.000 viviendas ubicadas en el Suburbio, Guasmos y la Isla Trinitaria, el hospi-

4 INOCAR, 2000.



tal del IESS, el puerto de Guayaquil, el hospital del Suburbio, etc estarían en alto riesgo de inundación por la afectación del levantamiento del nivel del mar.

El centro de la ciudad es afectado notablemente, sólo recordemos la inundación que sufrió esta importante zona de la ciudad cuando el fenómeno de El Niño arremetió en 1997-1998, las aguas del Río Guayas llegaron hasta la calle Chimborazo, Lorenzo de Garaycoa, Av. 9 de Octubre y Víctor Manuel Rendón.



VER DIARIO EL UNIVERSO 26 DE MARZO DE 1997

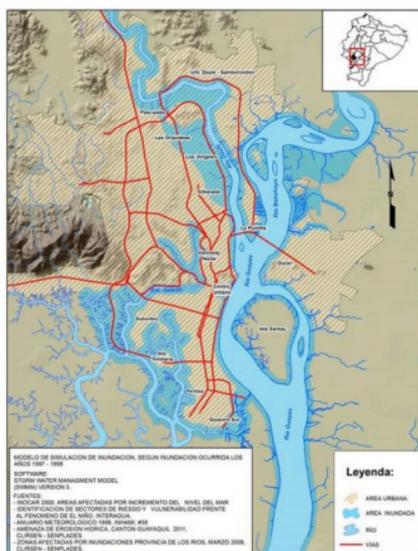
En el sector industrial se verían afectadas aquellas industrias cuyas instalaciones se encuentran próximas a las orillas del Río Guayas, aquellas asentadas en las orillas del Estero Salado, y las ubicadas a lo largo de la Av. Domingo Comín, y Av, 25 de Julio y otros esteros del sistema fluvial de Guayaquil, ya que las inundaciones producidas por los desbordes del levantamiento del nivel del mar ocasionarían la paralización de las actividades productivas, en la siguiente imagen se puede apreciar la simulación hidrológica de una inundación masiva a través del software Storm Water Management Model (SWMM) Versión 5, descarga libre Agencia de Protección de Medio Ambiente (EPA).

La modelación que se presenta a continuación está actualizada respecto a la que fuera publicada en el estudio denominado "Se podría inundar toda la ciudad de Guayaquil", por Felipe Espinoza, 2001, cuyo artículo fue publicado en el Diario El Universo el 27 de Junio del 2001, ver **GRAFICOS**;

En los gráficos se puede apreciar la inundación de Guayaquil por sucesión, en un período mayor a 4

ó 6 horas de lluvias intensas con los eventos alineados como la pleamar, colmatación masiva del río Guayas, etc, la inundación masiva produciría daños numerosos, especialmente daños causados a la salud de los habitantes por infecciones gastrointestinales, ya que se mezclara el agua de lluvia con las aguas servidas y agua potable por un periodo mayor a 4 horas. Por lo tanto no habrá disponibilidad de agua, y muchos hospitales estarán inundados, y algunas vías principales de comunicación como la avenida Quito y Machala estarán fuera de servicio. Las zonas que estarán relativamente a salvo de la inundación será la Av. Francisco de Orellana, el sector Colina de las Iguanas, los Ceibos, Flor de Bastión, Bastión Popular, etc.

El sector norte también permanecerá inundado por periodos más largos mayores a 6 horas, ya que este sector no cuenta con drenajes, todos fueron tapados en el pasado (Teodoro Wolf, Geología y Geografía del Ecuador 1892), las áreas afectadas serán la ciudadela Atarazana, el Hospital Abel Gilbert, el aeropuerto, el terminal terrestre, parte de la Alborada, los Sauces, Guayaques, etc.



Áreas inundables

El entorno de Guayaquil también se vería afectado, especialmente las urbanizaciones y barrios localizados en los bordes de los ríos Babahoyo, y Daule, así como la parte norte de Durán, Tal como se aprecia en la imagen satelital del 2008.

## PLAN DE MANEJO CONTRA LAS INUNDACIONES MASIVAS PARA GUAYAQUIL .

Los planes de manejo se instrumentan según las prioridades y acciones que se puedan efectuar, siempre que den resultados prácticos, por otro lado deben responder a una visión de cuenca hidrográfica, y a la utilización de los modelos de simulación, que permiten analizar y proponer las medidas pertinentes contra el riesgo de inundaciones en los diferentes niveles del territorio;

Nivel 1) Una visión o nivel de cuenca hidrológica (alta, media y baja).

Nivel 2) Una visión o nivel del golfo de Guayaquil.

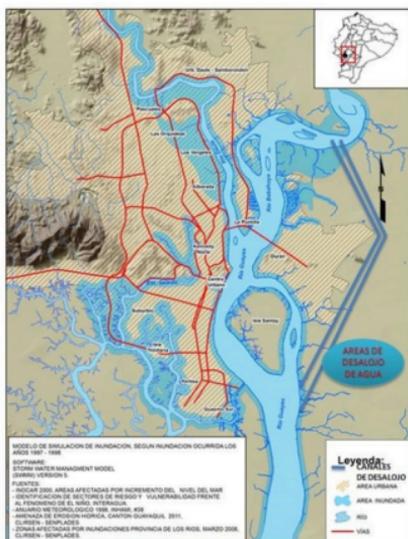
Nivel 3) Una visión o nivel de Guayaquil urbano y su hinterland.

Cada nivel del modelo deberá proponer un sistema de medidas de prevención y mitigación aplicables a eventuales flujos catastróficos. Teniendo claro ese tema, lo primero que se aconseja para estos casos es considerar la intervención en un nivel 3, esto es aumentar la presión hidráulica del Río Babahoyo, dragándolo, por lo menos 4 km aguas arriba del Puente de la Unidad Nacional, esto permitirá que presione la barra de lodo que se ubica frente a Guayaquil., por lo que la sola intervención de dragar los bordes del islote palmar resulta poco efectiva.

Otra medida que deberá ser analizada es realizar estudios técnicos para incrementar el caudal de desahogo que viene de la presa Daule Peripa, con el objeto de presionar la barra de lodo frente a Guayaquil.

Por lo que las medidas no deben ser aisladas debe formularse en el contexto de un "Plan hidráulico de la zona del hinterland de Guayaquil", que contenga por lo menos;

- Construcción de esclusas y diques,
- Diseño de nuevos canales de desalajo y lagunas para la distribución de los incrementos y/o desalajo de agua.,



Canal de desvío



Esclusas de control



## Referencias bibliográficas

- IPUR. 1999. "Cambio Climático en la Zona Costera. Impacto SocioEconómico". Universidad Católica. Guayaquil - Ecuador. 76 pp.
- Bernal, F. 1999. "Sistema de Certificación Ambiental para la producción agropecuaria del Ecuador". Ministerio de Agricultura y Ganadería. Tomo 1.
- Documento Técnico N°16. Quito - Ecuador. 304 pp.
- Anuario Meteorológico 1998, INAMHI.
- CAAM. 1996. "Desarrollo y Problemática Ambiental del área del Golfo de Guayaquil". 327 pp.
- CAAM. 1996. "Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil". 223 pp.
- INAMHI. 1999. "Evaluación de la Vulnerabilidad del Recurso Hídrico ante un eventual Cambio Climático". Quito - Ecuador. 101 pp.
- INEFAN / FUNDACIÓN NATURA. 1996. "Plan de Manejo: Reserva Ecológica Manglares Churute. Fase I. Tomo I. Diagnóstico. 140 pp.
- INP. 1998. "Sistema Natural del Estuario". Proyecto Ecuador - Holanda. Cambios Climáticos en la Zona Costera.
- U.S. Country Studies Management Team. 1995. "International Conference on Climate Change Adaptation Assessments". Conference Summary and Statement. St. Petersburg, Russian Federation. 27 pp.
- CEDEGE. 1983. "Plan Regional Integrado de la Cuenca del río Guayas y de la Península de Santa Elena". Propuesta de Plan Hidráulico Regional. Tomos I-II Guayaquil - Ecuador.
- Cicin-Sain, B. and Huang, J.C.K. 1997. "Ocean Coastal Management". Special Issue. *Climate Change and Integrated Coastal Management*. Vol. 37. N° 1. 152 pp.
- Cucalón, E. 1995. "Plan Ambiental Integral del Golfo de Guayaquil (PAIGG). Componente de Oceanografía y Sistemas Físicos". PATRA. Guayaquil - Ecuador. 82 pp.
- U.S. Country Studies Program. 1998. "Estudio del Cambio Climático en el Ecuador. Resumen General". Quito - Ecuador. 166 pp.
- Larrea, C. et al. 1999. "Desarrollo Social y Gestión Municipal en el Ecuador: Jeraquización y Tipología". ODEPLAN. Quito - Ecuador. 120 pp.
- Ministerio del Ambiente - Cambios Climáticos - PNUD. 2000. "Metodología para la Evaluación Ambiental y Socio-económica de los Impactos de la Implementación de las Medidas de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático". Quito - Ecuador.
- Montero, H. 1976. "Estudio Crítico Histórico de la Isla Puna". Guayaquil - Ecuador. 96 pp.
- Ochoa, E. 1999. "Ecuador: Perfil de sus Recursos Costeros". Proyecto Ecuador - Holanda. Fundación Pedro Vicente Maldonado. 305 pp.
- Tegart, W.J. et al. 1992. "Cambio Climático: Evaluación de los Impactos del IPCC". Cambio Climático. Madrid - España. 304 pp.
- United States Country Studies Program. 1999. "Climate Change: Mitigation, Vulnerability and Adaptation in Developing and Transition Countries". 96 pp.
- Cambio climático en la Zona Costera del Golfo de Guayaquil y la Cuenca Baja del Río Guayas, convenio INOCAR-MMA-REPORTE TECNICO 1998. World Climate Research Programme. 1995. "A study of Climate Variability and Predictability Science Plan". CLIVAR.
- Yoong, F. y Reinoso, B. 1998 "Biodiversidad del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil. Instituto Nacional de Pesca. 36 pp.
- ODEPLAN. 1999. "Ecuador al Segundo Milenio". Una propuesta de Población y Desarrollo. Quito. 84 pp.
- Proyecto Cambios Climáticos Ecuador-Holanda. 1999. "Evaluación de la Vulnerabilidad de la Cuenca Baja del río Guayas al Levantamiento Acelerado del Nivel del Mar". Reporte Final. 89 pp.
- Smith, J.B., et al. 1996. "Adapting to Climate Change". Springer. New York - USA. 475 pp.
- Tegart, W.J. et al. 1992. "Cambio Climático: Evaluación de los Impactos del IPCC". Cambio Climático. Madrid - España. 304 pp.
- PIGSA. plan integral de gestión socio ambiental de la cuenca del río guayas y península de santa elena, cedege, 2002.
- United States Country Studies Program. 1999. "Climate Change: Mitigation, Vulnerability and Adaptation in Developing and Transition Countries". 96 pp.
- World Climate Research Programme. 1995. "A study of Climate Variability and Predictability Science Plan". CLIVAR.
- Yoong, F. y Reinoso, B. 1998 "Biodiversidad del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil. Instituto Nacional de Pesca. 36 pp.
- Estrategias de adaptación al cambio climático en la cuenca baja del río Guayas y golfo interior de Guayaquil, Comité Nacional sobre el Clima GEF-PNUD Ministerio del Ambiente Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático.
- La discusión sobre katrina, por G.D. Marquez, 2011.
- Katrina toma por sorpresa New Orleans, Brian Handwer. 2006
- El Huracán Katrina y sus impactos en América Latina, CEPAL, Noviembre del 2005.
- Modelos de simulación de la inundación en New York producido por el Huracán Sandy, Klaus H. Jacob, científico investigador de ciencias de la Tierra de Columbia University Institute. 2012.