



## **Efectos ambientales de las tormentas amazónicas sobre el clima de la costa ecuatoriana**

Environmental effects of amazonian storms on the weather of ecuadorian  
coast

Luis Mario Nieto

Fecha de recepción: 4 de marzo/2013  
Fecha de aceptación: 15 de abril/2013

# Efectos ambientales de las tormentas amazónicas sobre el clima de la costa ecuatoriana

Environmental effects of amazonian storms on the weather of ecuadorian coast

Luis Mario Nieto<sup>1</sup>

**Como citar:** Marín-Nieto, L. (2013). Efectos ambientales de las tormentas amazónicas sobre el clima de la costa ecuatoriana. *Revista Universidad De Guayaquil*, 115(1), 5–12. DOI: <https://doi.org/10.53591/rug.v115i1.470>

## Resumen

En el 2008, 2012 y 2013 se observaron cambios drásticos del clima en la costa ecuatoriana por tormentas provenientes de la cabecera del Río Amazonas, en la vertiente Oriental de los Andes, que en el país dista a menos de 120 Km del Pacífico, mientras escasearon las lluvias estacionales. Ese fenómeno se expresa por un cielo cubierto con nubes grises, lluvias continuas, y menos horas de sol.

Durante esos años, lluvias extremas se presentaron en el Suroeste del Brasil en la costa Atlántica, así como niveles máximos en el Río Amazonas. Este año el fenómeno azotó, además, al Chocó (Colombia), Cajamarca (Perú), Cochabamba (Bolivia) y Río de Janeiro, causando centenares de víctimas y pérdidas materiales.

Este trabajo está basado en la observación y en registros Hidrológicos de Ecuador y Perú, con el objeto de mostrar una interpretación del fenómeno e invitar al análisis del evento, a los meteorólogos, hidrólogos y ambientalistas, y contribuir sobre la necesidad de una Red Meteorológica de los países Amazónicos, cubriendo las Costas del Pacífico y el Atlántico, que investiguen y generen modelos con metodologías para la prevención de sequías o inundaciones extremas, para una mayor supervisión de la deforestación y conservación de la Biomasa Amazónica.

**Palabras clave:** Cambios del Clima, Amazonia, El Niño, Inundaciones, Riesgos. Efecto Foehn.

## Summary

In 2008, 2012 and 2013 it was observed drastic climate changes in the Ecuadorian coast by storms from the headwaters of the Amazon River, on the eastern slopes of the Andes in the country is far less than 120 km from the Pacific, while scarce seasonal rains. This phenomenon is expressed by an overcast sky with gray clouds, continuous rain and less sunshine.

During those years, extreme rainfall occurred in the southwest of Brazil on the Atlantic coast, as well as maximum levels in the Amazon River. This year also the phenomenon hit the Chocó (Colombia), Cajamarca (Perú), Cochabamba (Bolivia) and Rio de Janeiro, causing hundreds victims and material losses.

This work is based on observation and hydrological records of Ecuador and Peru, in order to show an interpretation of the phenomenon, and invite the analysis of the event, meteorologists, hydrologists and environmentalists, and contribute to the need of a Weather Network Amazonian countries, covering the Pacific and the Atlantic coasts, to research and generate methodological models for preventing extreme droughts or floods, for greater oversight of deforestation and conservation of Amazonian biomass.

**Keywords:** Climate Changes, Amazonia, El Niño, floods, Risks. Foehn Effect.

---

<sup>1</sup>Profesor de Universidad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: [Imarin32@gmail.com](mailto:Imarin32@gmail.com)

## Introducción

Desde el año 2008 las lluvias intensas que se presentaron hacia el interior de la Cuenca del Guayas, (40.000 Km<sup>2</sup>), nos alertaron sobre la importancia de las tormentas Amazónicas en el clima de la costa del Ecuador, región donde El Niño, evento extremo generado en el Océano Pacífico con lluvias intensas o sequías, ha dejado de ser el único referente Hidrológico en todo estudio de Riesgo Hidrológico en la costa del Ecuador.

A partir de 1983 la Ingeniería de Obras Hidráulicas comienza con mucha cautela a considerar Los Niños en la planificación de las obras. Y es en 1997 y 1998 donde el evento se convierte en el más grave desastre Hidrometeorológico del Siglo XX, cuyas pérdidas superaron los 1500 millones de dólares en nuestro país, (Ref. 1), y otras pérdidas similares en el Norte del Perú. Se adoptó entonces a El Niño en la costa Oeste de Sudamérica, como la más grave amenaza hidro meteorológica de la región, y modelo para prevención de riesgos, considerando solamente al Océano Pacífico como la fuente de energía principal de nuestro clima continental, ocasionando lluvias intensas en la costa ecuatoriana hasta los 1000 metros sobre el Nivel del mar, aproximadamente, (Ref. 2), sin ingresar al Valle Interandino ni a la Amazonia.

Sin embargo, desde el año 2008 se han presentado lluvias muy intensas, comparables a los 17 Niños que hemos registrado desde el año 1915, (Ref. 3) tormentas originadas en la Amazonia con lluvias tan intensas como las de los Niños, y que coinciden con grandes caudales del Río Amazonas registrados en Iquitos, Loreto, Perú. Este evento que probablemente sea muy antiguo e intermitente, ha cambiado el clima en la mayor parte de la costa, interrumpiendo la floración de especies en las zonas afectadas, como las orquídeas de climas secos, aparición de plagas,

abundancia de caracoles negros de tierra, epidemias, etc. Incluso cambios en el modelo de prevención de desastres.

Por otro lado, el ecosistema de bosque húmedo tropical de la Amazonia depende de los vientos alisios húmedos que traen agua desde el Océano Atlántico; sin embargo, alrededor de un 25 a 50 por ciento de la lluvia que cae en la Amazonia proviene de la evapotranspiración y precipitación mediante sistemas de convección que forman tormentas. Cuando el paisaje queda casi completamente deforestado, la cantidad de agua reciclada mediante sistemas de convección disminuye entre un 10 y 25 por ciento. (Citado, Ref. 4).

Independientemente si las causas del rápido cambio climático sea un proceso natural o provocado por la avaricia de las grandes potencias del mundo, o por ambos, en los próximos años el reto de nuestra supervivencia hídrica radica también en estudiar e investigar sobre la participación de la Amazonia en nuestro clima, relacionándolo con El Niño y el Efecto Foehn, en los procesos Ecológicos de la morfología física y biótica en la Cuenca del Guayas y su Estuario, particularmente, así como los efectos vinculantes en las otras regiones del Ecuador.

## El Efecto Foehn

El Efecto Foehn (Término alemán proveniente de los Alpes), se produce en la vertiente Oriental de los Andes cuando el aire cálido y húmedo proveniente de la Amazonia, (Barlovento), es forzado a ascender para saltar sobre la cordillera. Esto hace que el vapor de agua se enfríe a mayor altura y sufra un proceso de condensación, precipitándose en las laderas a Barlovento donde se forman nubes y lluvias, alimentando el caudal de los ríos Napo, Pastaza, etc., afluentes Occidentales del Amazonas. (Fig. 1.)

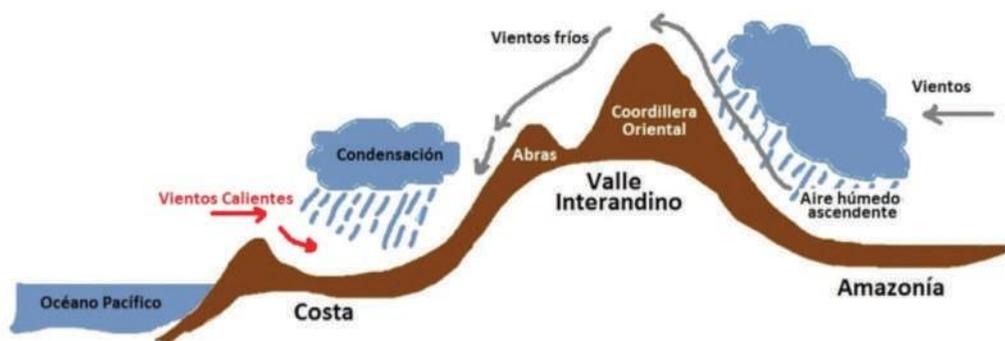


Fig. 1. Simulación de lluvias amazónicas hacia la costa ecuatoriana, ideado por LMN. Dibujó MJoA. 2013.

Mientras esto ocurre, al otro lado de la cordillera, esto es, en el Valle Interandino, el clima está más seco y el viento pierde altura con mayor presión, sin descargar lluvias. Otra parte de estas nubes frías logran cruzar el Valle Interandino por las abras, pasando al oeste, donde encuentran en la costa otras condiciones climáticas, como mayor temperatura y más presión, produciendo otra condensación, con intensas lluvias en forma caótica, que depende de cada abra y la energía con que logra cruzar la tormenta rumbo al Pacífico.

El Efecto Foehn ha sido muy estudiado en Europa y también ha sido observado en América, encontrando respuestas de climas diferentes entre Sotavento y el Barlovento de una cordillera. En el Ecuador se lo puede también observar desde la carretera Sancán – Jipijapa, (Foto 1), y escomún en la ciudad de Miami, EEUU. **Foto (2).**



**Foto 1.** Efecto Foehn sobre la cordillera que separa el valle de Jipijapa de la costa, donde se observan los vientos húmedos provenientes del Pacífico tratando de salvar la altura, volviéndose secos en la parte baja del valle, al Este. (Foto Leopoldo Montaña, tomada de Google Maps. 19 de junio del 2011).



**Foto 2.** Efecto Foehn, Miami - Fort Lauderdale EEUU. (Foto JR Hott, domingo 3 de febrero del 2012)



causando muchas inundaciones y paralizando los vuelos en la ciudad. (Fuente: ANDES, Quito-Ecuador. 9 de abril 2012.)

En la costa peruana el Efecto Foehn es desfavorable, porque los elevados Andes capturan el aire húmedo y caliente de la Amazonia en los picos de las montañas, donde se condensa y se drena de nuevo en la selva amazónica, sin pasara la Costa.

## Información climática comparada entre la Amazonia y la costa ecuatoriana

Este tema se expresa mediante un análisis comparado, esto es, entre las lluvias predominantes de la costa ecuatoriana y los niveles del Río Amazonas.

En la Figura 2 se muestran los niveles del Río Amazonas en la ciudad de Iquitos, Perú, mientras en la Fig. 3, la media anual de lluvias en la Estación Guayaquil, entre los años 1915 y 2010, observándose que el máximo pico del nivel del Río Amazonas se presenta al final del mes de abril, mientras las lluvias medias en Guayaquil alcanzan su máximo valor en febrero de cada año.

La información hidrológica más valiosa de la costa la tenemos en los Registros de la Presa Daule-Peripa (volumen de almacenamiento 6000Hm<sup>3</sup>), que dispone de una red meteorológica completa funcionando 12 años.

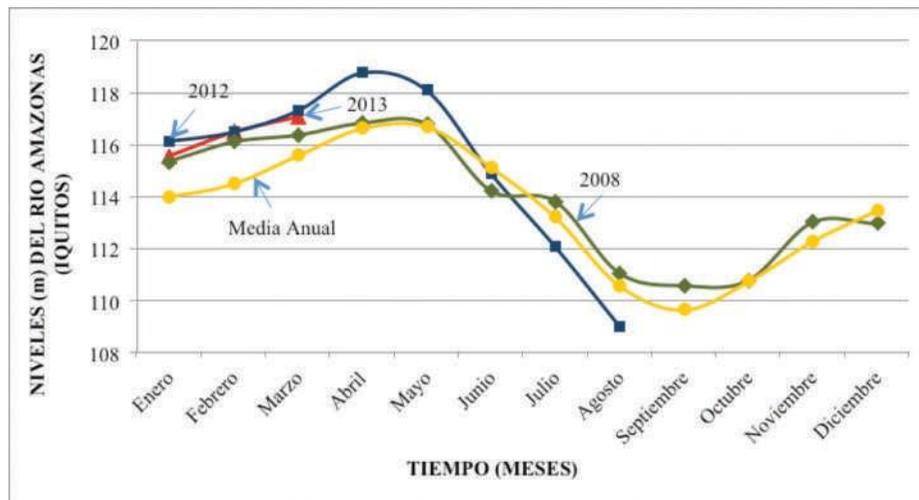


Fig. 2. Niveles del Río Amazonas. Datos Proporcionados por el Prof. Ing. Arnaldo Carrillo, Lima -Perú. (LMN/KBV/18 de marzo del 2013.) (Ref. 5).

Obsérvese que el máximo nivel y la media anual del Río Amazonas comienzan en marzo y culmina en abril, y en ese período coincide con las inundaciones y deslizamientos de Guayaquil y el llenado rápido de la Presa Daule-Peripa en los años 2008, 2012 y 2013.

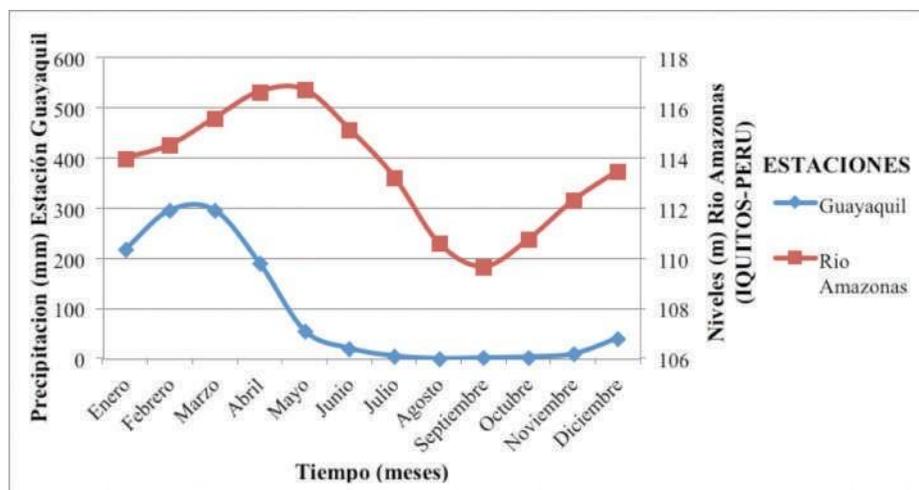


Fig. 3. Comparación entre la media del Nivel del Río Amazonas (Iquitos - Perú) y la precipitación media de los últimos 95 años en la Estación Guayaquil. En la lluvia de Guayaquil ha predominado el clima del Pacífico, sin influenciar en el clima de la sierra ni el de la Amazonia. (LMN/KBV/2 de abril del 2013).

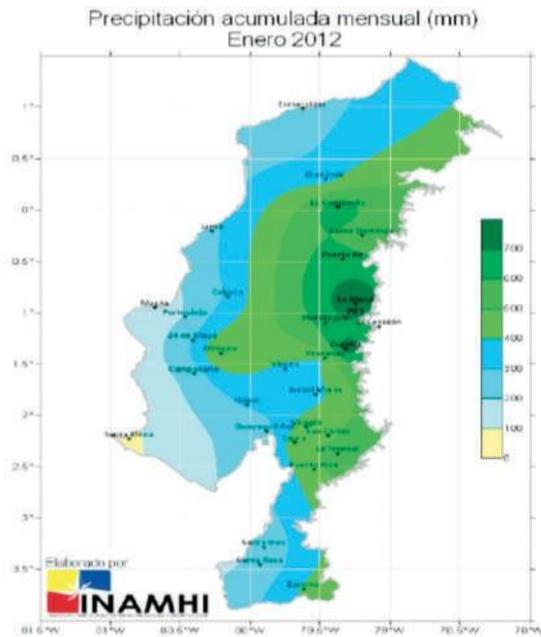
**Tabla 1. Lluvias medias mensuales en milímetros (mm) de enero, febrero y marzo**

MESES	MEDIA	2008	2012	2013
Enero	219.2	443.7	290	170.7
Febrero	296.5	381.8	236.6	235
Marzo	296	521.7	372.3	533.2

Tabla 1. Estación Guayaquil. Lluvias medias mensuales en milímetros (mm) de enero, febrero y marzo en 95 años y comparada con los promedios de los años 2008, 2012 y 2013. (LMN/KBV/2 de abril del 2013.).

## Las abras

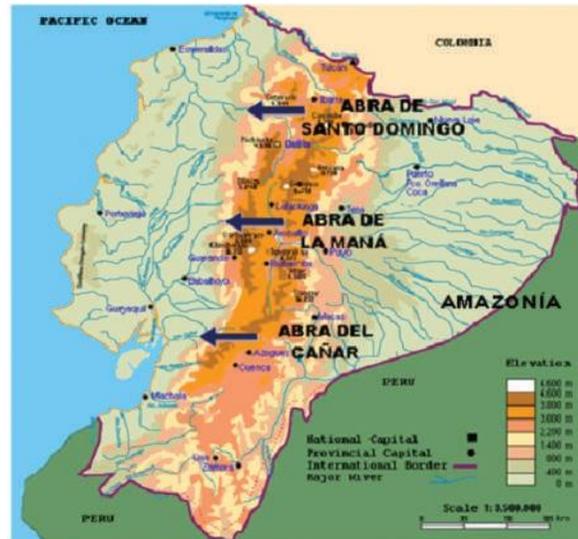
El Valle Interandino ecuatoriano drena tanto a la Cuenca del Pacífico como a la del Atlántico, esto es, a la Amazonia. Estos drenajes ocurren por aberturas erosionadas en ambas cordilleras, (abras) y en el caso muy particular de la Cordillera Occidental, al salir del valle a la planicie costera, forman grandes abanicos aluviales, acuíferos de gran espesor, que son una fuente muy valiosa para la región.



**Fig. 4.** Boletín Climático de la precipitación Acumulada mensual del mes de enero del 2012. Las tormentas vierten por el abra de La Maná y luego se difunden por la costa ecuatoriana. (Ver Foto 4) (Ref. 6).



**Foto 4.** Abra de La Maná, sitio El Guanguito cantón Pujilí a 55 kilómetros de La Maná. (Diario Expreso, Guayaquil, 22 de Marzo del 2013).



**Fig. 5.** Ubicación de las principales Abras por donde vierten las tormentas frías de la Amazonia hacia la costa del Ecuador. (LMN/KBV/ 03 de abril del 2013.)

## Hipótesis sobre la zonificación climática del Ecuador

En el año 2011 publiqué un artículo que denominé LA SEQUÍA EN EL ECUADOR, (Ref.7), donde se presentaban las zonas secas y muy secas del Ecuador, que comprenden el Suroeste del país y el Valle Interandino (Fig. 6). En la Costa y Loja, la frontera entre lo húmedo y lo seco, sigue el eje Portoviejo – Cata-mayo, con un rumbo N 22° W, quedando al Sur de este eje la región más seca del Ecuador y del Perú, similar al rumbo de la Costa y los Andes peruanos.

Luís Carrera de la Torre, (Ref. 10) eminente investigador ecuatoriano sobre riego, publicó en 1972 el mapa de la Proyección del Avance del Desierto en el Ecuador, elaborado por SNMH, donde se atribuye la disminución de las lluvias por la combinación de los ciclos entre el clima Ecuatorial y la Corriente de Humboldt.

A la luz de este trabajo, podría ampliarse el origen de esta frontera climática en la costa del Pacífico, a las torrenciales lluvias provenientes de la Amazonia, fijando la frontera las características geográficas de la Cordillera de los Andes desde la Provincia de Loja hacia el Perú, donde el Efecto Foehn se hace más evidente.

Finalmente, en la **Fig. 6** se observa las tormentas registradas por el satélite TRMM que muestra las lluvias acumuladas en la Amazonia entre los días 21 y 22 de marzo del 2013, con una tendencia notoriamente hacia el NW, esto es desde Bolivia hacia el Ecuador.

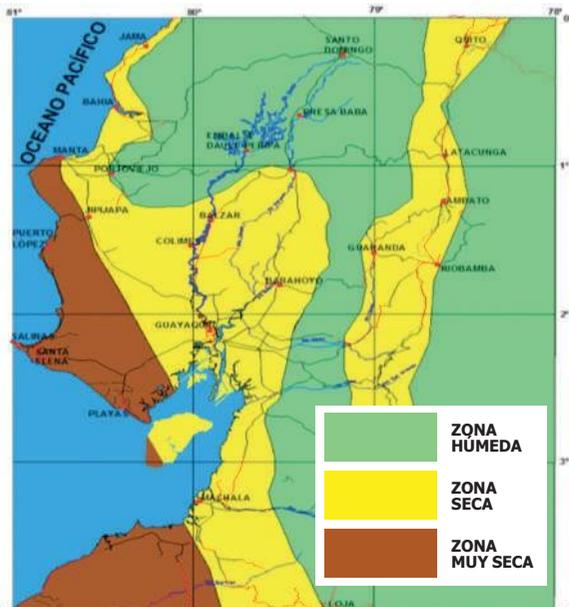


Fig. 6. Regiones secas, muy secas y húmedas del Ecuador. (LMN/JLP. Nov 2011). (Ref. 7)

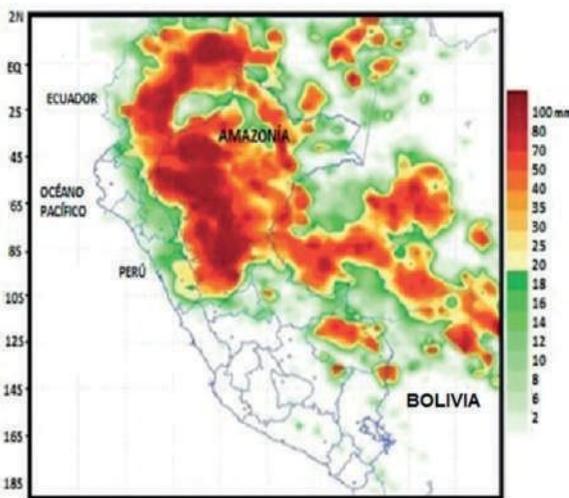


Foto. 6. Precipitación estimada en la Amazonia, por el satélite TRMM (Acumulada entre las 7 am del día 21 a 7 am del 22 de marzo del 2013), cubriendo los territorios del Perú y Ecuador. (Ref. 8).

## Efecto en los embalses

A diferencia de los años normales, en los años 2008, 2012 y 2013, las tormentas amazónicas provocaron llenados de embalses extraordinariamente rápidos, como entre el 02 y el 05 de marzo del 2013, en el embalse de la Presa Daule Peripa, cuando el nivel creció 54.4 mm/hora, incluso más rápido que durante el gran Niño de 1998. (Fig. 7). El 17 de marzo del 2012 (Fig. 8), el embalse creció 29.2 mm/hora, y perforó 15 drenes de un Dique en el Embalse Daule Peripa, el mismo que había resistido en 1998 con avenidas mayores por el gran Niño 1998, aunque con menor velocidad de crecimiento. Es importante destacar que durante El Niño de 1997-1998 el embalse creció 24.8 mm/hora entre las cotas 81,195 y 81,79.

El fenómeno Hidrogeotécnico se debió en los drenes del Dique, se debió al crecimiento rápido del nivel de un embalse, que aumentó rápidamente la carga de presión del agua que filtra, y por tanto la velocidad turbulenta en el suelo, en estado de flujo transitorio, lo que disminuyó rápidamente la resistencia al corte, provocando la falla hidráulica. En otras palabras, un criterio de riesgo para cubrir la estabilidad que contemple filtraciones, en rocas fracturadas o suelos finos, con elevaciones rápidas de embalse como las citadas, deben de tener estructuras de control de filtraciones que eleven drásticamente la seguridad de las obras.

A más del efecto en las filtraciones, existe la posibilidad Hidrológica en que la intensidad de las lluvias haya superado los valores establecidos por las tormentas Amazónicas, en ciudades o zonas del Ecuador, y que deben ser revisadas para garantizar los drenajes adecuados, trátase de presas, puentes, o alcantarillado urbano y rural.



Fig. 7. Presa Daule-Peripa. Evolución del embalse e Hidrograma presentado durante los días del 3 al 4 de marzo del 2013. (LMN/HVC/07 de abril del 2013.)

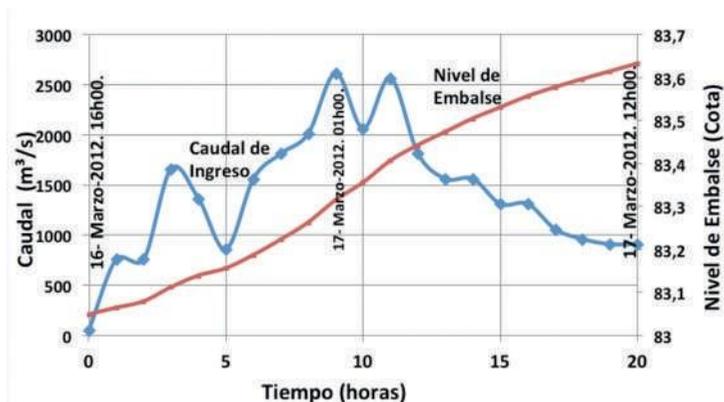


Fig. 8. Presa Daule-Peripa. Evolución del Embalse e Hidrograma de creciente entre el 3 y 4 de marzo del 2013. (LMN/HVC/06 de abril del 2013.)

**Tabla 2. Embalse de la Presa Daule-Peripa**

Fecha	Horas	Nivele de Embalse		Velocidad de Ascenso (mm/h)
		Desde	Hasta	
16 - 17 de Marzo 2012	20	83.048	83.632	29.2
3 - 4 de Marzo 2013	20	76.411	77.498	54.35

Tabla 2. Embalse de la Presa Daule-Peripa. Datos sobre la elevación rápida presentada entre el 16 y 17 de marzo del 2012 y el 3 y 4 de marzo del 2013. (LMN/ILP/05 de abril del 2013.)

## Conclusiones y recomendaciones

Hay muchas evidencias hidrológicas, de que las tormentas amazónicas han sido las causantes de las lluvias intensas, particularmente en los años 2008, 2012 y 2013, logrando cruzar la cordillera de los Andes por las abras de ella hacia la costa ecuatoriana, incluso arribando hasta la riberadel Pacífico.

Mientras estas lluvias extremas que han igualado a las de los grandes Niños, una zona del país al Suroeste ha permanecido con pocas precipitaciones, incluso sin que todos los ríos secos de la Provincia de Santa Elena y Sur de Manabí hayan tenido caudales visibles. Sin embargo, en lamayor parte de la costa ha mejorado el BalanceHídrico de la región.

Las intensidades de las lluvias, en muchos casos han logrado elevar los embalses existentes a una velocidad no registrada ni durante el Niño de 1998, poniendo en riesgo a las estructuras. En consecuencia, los parámetros hidrológicos que hemos manejado basados en decenas de registros de lluvias del Pacífico, deben ser revisados para cubrir nuevos escenarios Hidrogeotécnicos,

sea en presas, puentes, taludes, incluso en el alcantarillado vial y urbano.

Finalmente debo recomendar a las autoridades del clima y el agua que gestionen la posibilidad de integrar una red Meteorológica Amazónica con todos los países involucrados, a fin de logranuevos modelos hidrológicos de riesgo y diagnósticos de alerta temprana para tormentas que se inician y generan a lo largo de la Amazonia, desde el Atlántico hasta el Océano Pacífico.

## Agradecimientos

No puedo terminar este modesto trabajo sin agradecer a mis alumnos de la Universidad de Guayaquil y a mi hija Desirée, quienes colaboraron activamente, así como al SENAMHI del Perú e INAMHI del Ecuador, por la información que llegó oportuna para el estudio, incluso durante las grandes tormentas del inicio del año 2013 en que se concluyó este trabajo. También debo citar las gestiones de mi colega el eminente profesor Dr. Arnaldo Carrillo de la Universidad Ricardo Palma de Lima, quien logró las primeras informaciones sobre el Río Amazonas.

## Bibliografía

- CEPAL. Ecuador: evaluación de los efectos socioeconómicos del fenómeno del niño en 1997-1998. Santiago de Chile. 16 de Julio de 1998.
- Marín-Nieto, Luís. Características hidrogeotécnicas de el niño sobre las costas del Ecuador y Perú. VIII Congreso Nacional de Hidráulica. Guayaquil - Ecuador. 27 – 28 - 29 de Octubre de 1999.
- Marín-Nieto, Luís. Algunos efectos hidrogeotécnicos del niño 97-98 en la península de Santa Elena, Ecuador. I Simposio Internacional El Niño 97-98. SEMSIR. Guayaquil - Ecuador. 25-27 de Noviembre del 1998.
- Killeen, Timothy J, Ph.D. Una tormenta perfecta en la Amazonia. Conservation International. 2007.
- Senamhi. Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú. Lima-Perú. 2013.
- INAMHI. Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología. Quito - Ecuador. 2013.
- Marín-Nieto, Luís. La sequía en el Ecuador. Revista Universidad de Guayaquil. N° 111. Guayaquil-Ecuador. Agosto  
Diciembre 2011.
- SENAMHI. Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú. NASA Satélite TRMM. 21 de Marzo del 2013.
- Hidronacion. Reportes diarios. Operación y mantenimiento presa Daule-Peripa. 2013.
- Carrera de la Torre, Luís. Las obras hidráulicas y la supervivencia del Ecuador. Quito - Ecuador. 1972.