

# PUENTE EN LA BOCA DEL ESTUARIO DEL RÍO PORTOVIEJO: ESTUDIO DE CASO

Ing. Ms. Jacinto Rivero Solórzano y Ing. MI José Solís Cabezas

Guayaquil – Ecuador

E-mail: jacintoriverosolorzano@gmail.com, jsoliscabezas@gmail.com

## Introducción

El puente en la boca del río Portoviejo, forma parte de la Ruta del Espondilos, que es una troncal que va bordeando la Costa del Ecuador, figura 1. El Río Portoviejo nace en la Cordillera de Paján y Puca, a una elevación de alrededor de 400 m.s.n.m., tiene las características normales, en cuanto a su forma, que prevalecen en un río desde su nacimiento hasta su desembocadura.



Figura 1.- Ubicación de la Boca del Río Portoviejo.

## Morfología del río

El río Portoviejo ha desarrollado en su parte inferior un valle de inundación, similar a cualquier otro río de llanura, a través de cuyos extremos, entre las vías Rocafuerte – Crucita y Rocafuerte – San Jacinto, se ha desarrollado.

Esta situación ha ocurrido a lo largo de los años en el río Portoviejo, configurando un Delta, figura 2, que se inicia aproximadamente en el eje formado entre las poblaciones de Higuerón de Rocafuerte, vía Rocafuerte - Crucita, y Cañitas, y la vía Rocafuerte - San Jacinto, caracterizado por bifurcaciones y uniones del propio río, desarrollando un proceso meándrico.

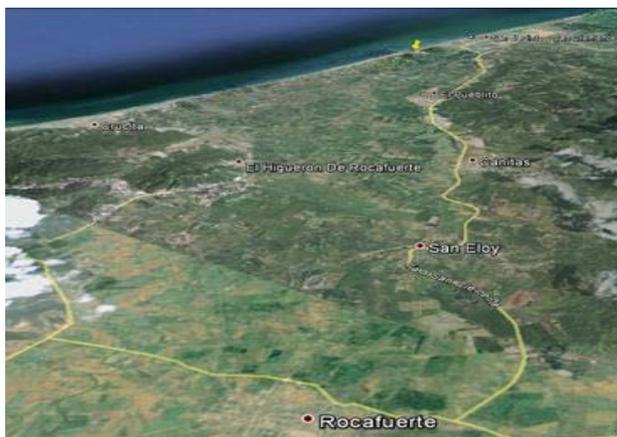


Figura 2.- Zona de Inundación y Delta, Río Portoviejo.

## La boca del estuario

La desembocadura del río Portoviejo, conocido como La Boca, es el resultado de la interacción entre la influencia de la marea y los caudales que llegan a través del río. La dinámica está caracterizada por la preponderancia que tengan en el proceso los factores intervinientes, es decir, en épocas de largos estiajes, la morfología de La Boca está íntimamente relacionada con el sedimento marino; por otro lado, en épocas de grandes escurrimientos que ocurren durante el denominado Fenómeno El Niño, la morfología de La Boca es influenciada por las grandes descargas que vienen del río.



Figura 3.- Tramo Final del Estuario y Boca del Río Portoviejo.

En periodos de lluvia y de estiaje normales, la forma de La Boca presenta un panorama muy interesante al notarse con claridad el efecto del mar durante los meses de estiaje, y el efecto del río durante el periodo de lluvia.

## Características de las mareas

El flujo que proviene desde el mar, pasa por una zona lagunar antes de entrar al estuario propiamente dicho, figura 3. Durante la época de estiaje, es posible asumir que el flujo que viene por el río durante esa época del año, es prácticamente nulo, en cuyo sentido, el flujo que proviene del mar será el predominante en la zona lagunar y en el estuario. Es decir, al no existir flujo que proviene del río, el flujo neto del agua que entra y sale del estuario será cercano a cero. Las figuras 4 y 5, ilustran la variación de la elevación de la marea astronómica a través del cual se observa que la descarga máxima ocurre en el punto de inflexión (media) entre la pleamar y bajamar.

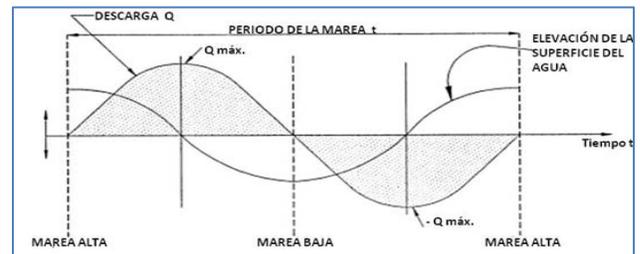


Figura 4.- Variaciones de la Marea en La Boca.



Figura 5.- Variaciones de la Marea en La Boca.

## Erosión en el sitio de cruce

Se escogió una alineación y un ancho para el puente que armonice con el comportamiento natural de la boca del estuario, a efectos de implantar de una estructura que modifique lo menos posible dicho comportamiento y que más bien se adapte a los procesos cambiantes propio de las zonas estuarinas, figuras 6 y 7.

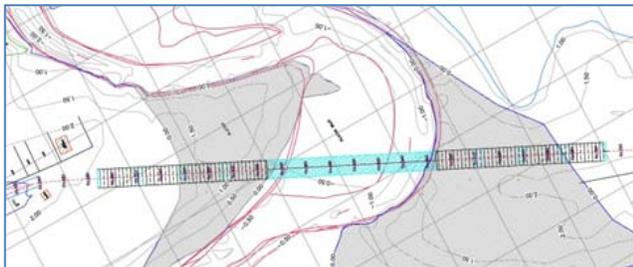


Figura 6.- Planta del Puente.

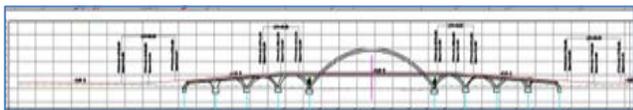


Figura 7.- Perfil del Puente.

Las condiciones más desfavorables, que definen las condiciones de frontera, desde el punto de vista de la erosión se la obtienen para el evento que implique el tener una velocidad mayor, la misma que puede ocurrir bajo:

1. Cuando la onda está entrando a su máxima velocidad
2. Cuando ocurre la recesión de la marea, coincidiendo la máxima marea con la creciente que llega a la boca a través del río.

Se calculó la profundidad y la velocidad, haciendo uso del Modelo HEC RAS 4.1.0, considerando un flujo permanente unidimensional y se estableció el perfil hidráulico cuando el caudal es el máximo e igual a  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  y el nivel de marea es el mínimo e igual a  $-2.0 \text{ msnm}$ ; para esta condición la velocidad máxima del flujo en el cauce principal es  $3.27 \text{ m/s}$ , y cuando el caudal es el máximo de  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  y el nivel de marea es el máximo e igual a  $+2.0 \text{ msnm}$ , obteniéndose una velocidad máxima del flujo en el cauce principal es  $0.28 \text{ m/s}$

El cálculo de la socavación se basó en una **descarga para un Tr 100 años:  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $d_{50} = 0.15 \text{ mm}$** . De igual manera, se consideraron dos escenarios en relación con el nivel de agua en el sitio de cruce al momento de producirse la descarga mencionada:

**Escenario 1.** Ocurre cuando la pila propiamente dicha, la zapata y los pilotes quedan expuestos a la acción del flujo. En esta condición se presentan dos situaciones hidráulicas, figura 8.

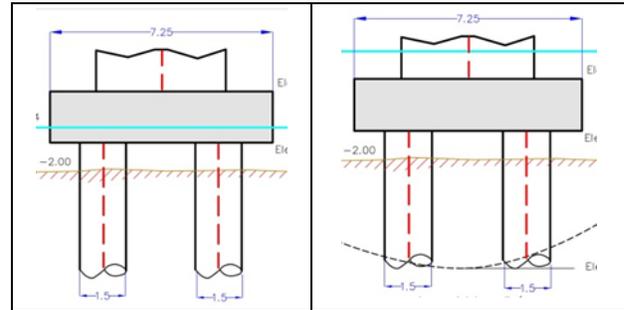


Figura 8.- Zapata y Pilotes expuestos al agua. Escen. 1 y 2.

**Escenario 2.** Se presenta cuando la pila propiamente dicha queda expuesta a la acción del flujo. Así mismo, en esta condición pueden presentarse dos situaciones hidráulicas, figura 9.

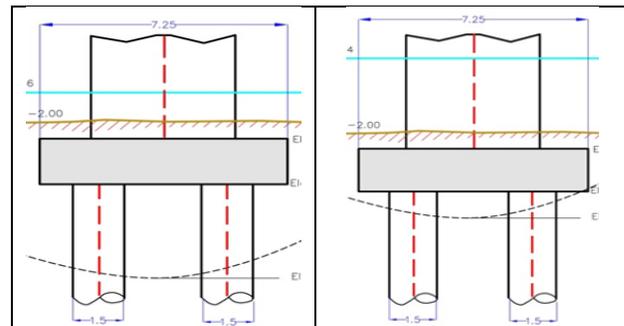


Figura 9.- Zapata y Pilotes no expuestos al agua. Escen. 1 y 2.

## Resultados

En tabla 1, se muestran los resultados del cálculo de la profundidad de socavación ( $y_s$ ), obtenidos para cada uno de los casos descritos, utilizando la metodología explicada en la referencia 2.

La situación anotada en líneas precedentes hace, entre otros aspectos, que el canal principal de salida al mar cambie continuamente su posición normalmente entre dos extremos definidos, como es el caso de la boca del estuario del río Portoviejo. **Por lo tanto se recomienda medidas de estabilización en concordancia con el sitio de cruce.**

Tabla 1.- Resultados del proceso de erosión.

ESCENARIO No.1 _ PILA, ZAPATA Y PILOTES EXPUESTOS AL FLUJO DE AGUA					Elev. Socav. (msnm)
CASOS	ys por pila (m)	ys por zapata (m)	ys por pilotes (m)	ys total (m)	
Caso a)	0	1.737	8.625	10.362	-12.36
Caso b)	0.512	1.498	2.138	4.15	-6.15
ESCENARIO No.2 _ SOLA LA PILA EXPUESTA AL FLUJO DE AGUA					
Caso a)	6.731	0	0	0	8.73
Caso b)	3.543	0	0	0	-3.54

## Referencias

García H. M. Edit. (2008), *Sedimentation Engineering, ASCE Manual and Report on Engineering Practice No.110*.

U. S. Department of Transportation, *Federal Highway Administration, HEC 18, Publication No. FHWA NHI 01-001 May 2001*