

1. CARACTERISTICAS DEL RIO

1 – 1. FENOMENO NATURAL Y SU LIMITE

Un refrán de China dice que si se conoce el enemigo así como a uno mismo, no hay temor en 100 combates.

Es decir, tenemos que estudiar el fenómeno natural bien para prevenir y mitigar los daños causados por él. Las lluvias torrenciales son un fenómeno natural y casi no tiene límite. Además, no podemos prever la magnitud para cuando ocurra un fenómeno extraordinario.

Las lluvias torrenciales provocan muchos daños en donde el humano vive. Generalmente, el récord es repetible con tendencia a ser mayor cada vez que se presenta. Cuanto más largo es la serie de datos y mayor el número de estaciones pluviométricas es más probable que ocurre otro récord mayor.

Por esta razón, se introduce una idea de probabilidad de retorno para planificar la magnitud de las estructuras para prevención de los desastres naturales con una mejor referencia.

Tenemos que contar con el récord o la historia de fenómeno natural como los datos de lluvia observados a largo plazo y también la memoria de los vecinos o damnificados.

Puedo decir que la magnitud del huracán Mitch no ocurre tan frecuentemente. Según El Plan Maestro de Reconstrucción y Transformación Nacional, cito el siguiente criterio de la Organización de Naciones Unidas(ONU), "El Huracán Mitch generó el peor desastre natural en América Latina en los últimos 200 años."

Pero hay posibilidad que ocurra otro que supere la magnitud de Mitch. Ocurre un fenómeno extraordinario sin antecedente generalmente.

1 – 2. EL DESASTRE DEL MITCH Y OTRO DESASTRE EN EL JAPON

Aquí muestro los datos de lluvia y el número de víctimas por el paso del Huracán Mitch en comparación de los mismos en las lluvias torrenciales en Agosto de 1998 y Julio de 1982 en el Japón. (Ver Anexo A-1 a A-6)

	HONDURAS	JAPON	JAPON
Desastre	Mitch	Lluvias torrenciales	Nagasaki
Fecha	Oct. de 1998	Agosto. de 1998	Julio de 1982
Estación	Choluteca	Mafune	Nogoya
Lluvia Total	911 mm 7 días (25 a 31 de Octubre)	1,267 mm 6 días (26 a 31 de Agosto)	---
Lluvia diaria máxima	466 mm (10.29)	591 mm (8.26)	---
Lluvia horaria máxima	- -	90 mm	187 mm
Muertos	5657	20	299
Desaparecidos	8058	0	5

Con esto, podemos notar que Japón es un país bastante resistible contra las lluvias torrenciales. También puedo decir que las obras contra inundaciones y sedimentos, acumuladas con muchas inversiones y un esfuerzo no interrumpido durante más de 100 años y con la tecnología avanzada, tiene el efecto de reducir los daños con un grado razonable.

En Honduras, por razones económicas, no se pueden tomar medidas eficazmente. Lo importante es refugiarse del sitio peligroso antes de producirse el desastre.

Por ejemplo, en San Juancito, se produjo una avalancha de piedras y tierra por el paso del Huracán Mitch y destruyó las casas pero nadie murió pues los habitantes se refugiaron antes del suceso.

El Huracán Mitch generó el peor desastre natural en los últimos 200 años, en la totalidad del territorio hondureño, es cierto que la mayoría del territorio nacional sufrió graves daños pero dependiendo de la región, hay alguna variedad. Es decir, los daños de cada sector no son iguales y el periodo de retorno variará mucho. (Ver Anexo A-1 a A-5)

Aquí, hay datos de lluvia diaria máxima anual observados en la estación pluviográfica del aeropuerto Toncontín en Tegucigalpa desde 1944 hasta 1998 por 51 años. Unos datos recién pasados fueron suplidos por la misma del Departamento Obras Hidráulicas. (Ver A-8)

El valor de 1998 fue 113.5 mm que se registró por el paso del Mitch el cual ocupa primer lugar dentro de 51 años de observación.

Como una referencia, se realizó un calculo del retorno de probabilidad por el método de Gumbel por un compañero de Departamento de Obras Hidráulicas. Según su resultado, el valor de 113.5 milímetro coincide la probabilidad de retorno de 44 años.

Mientras tanto, el valor de 100 años fue 127 mm por día, 50 años fue 116 mm por día, 30 años fue 108 mm por día respectivamente.

¿Que significan estos valores?

¿Que parámetro será el mejor para estimar un fenómeno natural extraordinario?

Un parámetro que tiene la relación directa o muy estrecha con los daños será el mejor. En tal sentido, el caudal pico del río Grande anual por 51 años será ideal si existiera para estimar la magnitud del fenómeno natural y cálculo de la probabilidad de retorno. Pero no hay datos.

Otro dato importante que pudo haber sido de ayuda sería la lluvia promedio dentro de la hora de llegada en la cuenca del río en Tegucigalpa, pero tampoco tenemos dicha información.

Por ser tan grande el área de la cuenca de 755 kilómetros cuadrados en el sitio de Tegucigalpa, una estación pluviográfica no representa la lluvia promedio de toda la cuenca, ya que lo ideal sería tener una estación para menos de 50 kilómetros cuadrados o sea entre más pequeñas la cuenca, el calculo los datos a obtener serán más precisos, sin embargo, como un punto de referencia, tiene algún valor pues lamentablemente no hay dicho calculo, por tanto utilizando la lluvia diaria aunque esta no tenga una relación directa con los daños y su retorno de probabilidad, no expresa el fenómeno natural en toda la cuenca.

En el paso del devastador Mitch, 93 puentes fueron destruidos y 75 puentes fueron dañados.

Como mencioné anteriormente, la magnitud del Mitch fue extraordinaria.

Sin embargo, también el número de destrucción fue demasiado grande. Si se hubiera diseñado y construido el puente un poco más cuidadosamente analizando el poder destructivo del río, no habría ocurrido tan gran numero de destrucción.

En cuanto al Puente Nuevo de Choluteca, ambos lados de las aproximaciones fueron arrastradas por el poder destructivo del río. Pero el puente principal del mismo quedo sin daños. Yo estimo para

este puente que la base fue construida firmemente, con la profundidad suficiente además que se soporta la pilastra con pilotes de concreto reforzado y se conectaron firmemente con la base de las pilastras, esto lo hizo quedarse y facilita la reconstrucción. (Ver A-59,60)

Yo pienso que nadie es culpable por el arrastre de ambos lados de las aproximaciones. Antes del Mitch, nadie podía suponer la magnitud de la crecida, a pesar de que supiera que existía alguna posibilidad de su ocurrencia, en esa situación no se podía diseñar prácticamente el puente. Este puente fue diseñado con una probabilidad de retorno de 100 años con un caudal de 2700 metros cúbicos por segundo pero la magnitud del Mitch fue superior.

Otros 4 puentes donados por el gobierno del Japón, en la carretera que une San Pedro Sula y La Ceiba, resistieron bien las crecidas grandes causadas por el Mitch y otros 2 puentes del Río Copan elevado y inundable respectivamente, también donados por el Japón resistieron bien y sufrieron pocos daños.

PUNTE DE FERROCARRIL DEL RIO FUZIGAWA EN EL JAPON

Como un ejemplo de socavación extraordinaria, les muestro el puente ferrocarril del Río Fuzigawa en el Japón. Este puente fue construido en 1889 y se ha sometido a grandes crecidas durante 92 años sin ningún problema hasta que se cayeron dos vigas cuando vino El Tifón No.10 en Agosto de 1982, debido a socavación muy profunda. (Ver A-7)

Las pilastras tenían la base enterrada a 10 metros en el cauce cuando se construyó este puente, pero debido a la extracción de materiales extraordinarios, provocó la bajada del lecho del cauce y al someter la crecida del Tifón No. 10, ya casi la mitad de la base enterrada estaba expuesta al aire y solo quedaban unos metros.

El caudal pico de esta crecida se observó como de 14,000 metros cúbicos por segundo, mientras tanto este río tiene descarga máxima diseñada de 16,600 metros cúbicos por segundo. Es decir este puente se cayó parcialmente cuando se sometió al 84 por ciento de la descarga máxima diseñada.

La causa de destrucción se estima por la falta de mantenimiento pues se descuidaba la base que aislaba de los materiales del cauce por la bajada del mismo y no se podía prever la destrucción de las pilastras.

Después de la destrucción, se rehabilitó inmediatamente, la pilastra 4P se reconstruyó con una profundidad de 20 metros enterrados y otras pilastra de 3P y 5P fueron reforzadas y enterradas unos metros más profundamente.

Ahora, este puente sirve tranquilamente, como si no hubiera ocurrido nada.

1 - 3. EL RIO ESTA VIVO

El río cambia su caudal dependiendo de las lluvias caídas en la cuenca. Las lluvias caen como un fenómeno natural y la cantidad de ellas varía mucho de normal a extraordinario.

El río tiene dos caras, la dulce como si fuera la madre y la severa como el hombre pendenciero.

No se debe menospreciar el poder destructivo del río, observando solamente la cara dulce normal.

El río no está muerto sino vivo y transforma su cauce, desarrollando meandros, erosionando las márgenes y socavando la base de las estructuras importantes como los estribos, pilastra del puente, bordo, revestimiento, muro de contención o depositando gran cantidad de materiales en el cauce.

En caudal normal o mediano se erosiona o se deposita poco a poco y en caudal grande se erosiona o se deposita rápidamente. Por eso es necesario el mantenimiento constantemente.

El río no es tonto sino inteligente pues siempre busca el punto más débil para destruir las infraestructuras importantes. En el caso del Río Copan, el río atacó el revestimiento no solo el lado frontal sino también el lado posterior y lo destruyó. (Ver A-15,16,17)

Nosotros tenemos que ser más inteligentes que el río y tenemos que tomar las medidas adecuadas contra el río, considerando el costo y beneficio, importancia, prioridad, etcétera.

Entonces, en que manera podemos suponer el poder destructivo del río.

Prácticamente podemos suponerlo preguntando a los vecinos ancianos quienes viven cerca del río en un plazo largo, como y cuando ocurrieron los daños causados por las inundaciones grandes, hasta donde alcanzaron los niveles de las huellas pues los vecinos y los daños son testigos de la historia de las inundaciones. Si ocurren las destrucciones por el poder destructivo del río, tenemos que sacar una lección valiosa, analizando la causa y tenemos que tomar las medidas adecuadas para el futuro.

El experto hábil de ríos puede suponer el poder destructivo del río, observando el cauce del río, el ancho, la pendiente, tamaño de los materiales, formación de banco de material basandose en la larga experiencia pero se debe hacer una referencia a algunas normas. (Ver A-32,33,36,37)

1 – 4. SEGURIDAD Y ECONOMIA DE LAS ESTRUCTURAS EN EL RIO

La cuestión entre la seguridad y economía es el tema de siempre para el ingeniero civil.

El ingeniero civil tiene que diseñar y ejecutar la estructura en el río, considerando o suponiendo sintéticamente, las condiciones en el campo, importancia, costo, la fuerza externa a causar por el río y la resistencia de la estructura, medidas contra erosión y socavación.

Es la contestación sobre la seguridad y la economía.

Respecto a la relación entre la seguridad y la economía, tenemos que pensar en la destrucción razonable y no razonable.

Es justo teóricamente y prácticamente que algunas estructuras se dañen por una crecida grande. El desastre natural causado por el fenómeno natural como las lluvias torrenciales casi no tiene limite.

Varia mucho su magnitud como antes lo mencioné, también la fuerza externa que acciona en la estructura del río varia mucho dependiendo el sitio donde la estructura se encuentre como un tramo de curva, en el lado externo o interno, la pendiente, ancho, tamaño de materiales etcétera.

La tecnología de prevención de desastre todavía no garantiza todas las estructuras perfectamente contra los daños que podrían causar las crecidas grandes. Es imposible que prevea donde y cuando ocurra la destrucción precisamente. Pero no se debe hacer una apuesta peligrosa.

Por lo tanto, hay que tomar las medidas adecuadas contra desastres con algunos sobrantes incluyendo imprevistos. Aquí existe la razón que algunas estructuras en el río se dañan y otras no se dañan.

Con la tecnología avanzada se debe mitigar los daños que podrían causar las inundaciones en una forma razonable juzgando prioridad, importancia, efecto positivo y negativo, costo y ventaja sintéticamente.

Mientras tanto, la resistencia de la estructura que se somete al poder destructivo del río es diferente, depende de su localización, dirección contra la corriente, tipo, base y su profundidad enterrada. Por eso, puedo decir que la destrucción es inevitable y algunas destrucciones son razonables. Porque bajo la premisa de gran crecida del río, si no ocurre nada de destrucción, esto significa que las estructuras serán demasiado costosas y tienen demasiada mayor seguridad.

Lo que no se destruye nada no es razonable. Por ejemplo, en el caso de muro de contención, si todos tuvieran la base enterrada de 5 metros de profundidad, no ocurría la destrucción causada por la socavación en la base pero es demasiado costoso y tiene demasiada alta seguridad. Si tiene la base nada enterrada, la mayoría de muros de contención se caerán.

Aquí existe una relación propia respecto a una profundidad adecuada entre 0 a 5 metros que tiene la seguridad adecuada y económicamente razonable aunque no se puede indicar uniformemente.

Además, las estructuras se han construido poco a poco, año con año, entonces, la fuerza externa y la misma interna es diferente. El río cambia su cauce y el punto de choque del agua también, entonces es imposible mantener la misma seguridad para siempre.

Las estructuras en el río como los puentes en Honduras, no tienen equilibrio entre la seguridad y economía. El puente es una estructura muy importante y costosa también se espera su servicio al pueblo hondureño más de 50 años de la vida útil.

Además, si una vez se cae, esto provoca mucho problema de aislamiento socio económico y para la reconstrucción requiere mucho tiempo y mucho de dinero.

En el mes de Julio de 1999, se inauguraron tres puentes permanentes de concreto en la Costa Norte sobre Río Tulfán, Coto y Omoa bajo la presencia del Sr. presidente Carlos Flores. Esto fue 24 años después de haber sido destruidos por el huracán Fifi.

La destrucción del puente en Honduras no es razonable. Había malentendido sobre el puente en la idea de construir el puente en la vista de economía.

Porque el número de destrucción es demasiado mayor y suceden destrucciones, en el mismo lugar, por la misma causa.

Por ejemplo, no se debe estrechar el ancho del cauce natural, colocando las aproximaciones en el estado salido de la margen en el pretexto de economizar el costo.

El costo inicial si pero costo total de su vida útil más de 50 años, definitivamente no, ya que con esta manera, se cae el puente sin cumplir su vida útil de 50 años o más. Resulta muy caro.

Las destrucciones del puente que han sucedido en Honduras ya lo verifican. Lo barato sale muy caro. Yo también lo indiqué en mi manual.

En el Japón, si caen lluvias torrenciales, las destrucciones también ocurren, pero su número es menor y las estructuras muy importantes no se destruyen casi nada.

Por ejemplo, en Julio de 1990, cayeron lluvias torrenciales en La parte Norte de la Isla de Kyushu. La cantidad de lluvia total ascendió a 756 mm por 6 días desde 28 de Junio hasta el 3 de Julio y la lluvia horaria máxima fue 80 mm por la hora.

Se produjeron avalanchas de piedras y tierra e inundaciones. El número de los puentes destruidos ascendió a 26 puentes. Pero todos son dependencia de prefecturas y municipios. No se ha registrado

ningún daño en la carretera nacional. Para su referencia, en el Japón, hay 132,602 puentes que tienen más de 15 metros de longitud, según el censo estadístico del camino del Japón en 1998.

1 - 5. LO BARATO SALE CARO

Hay un refrán que dice "Lo barato sale caro."

Yo entiendo bien que el país es pobre económicamente y es importante economizar cualquier gasto. Mientras tanto si se construye una estructura en el río, economizando el dinero en el puente permanente que es muy costoso, a través de angostar el ancho del cauce con las aproximaciones hacia dentro del río de la margen natural y se espera que su servicio sea más de 50 años de su vida útil y este se cae dentro de unos años, no se puede decir que es barato sino muy caro. Hay que invertir el dinero necesario para asegurar la estructura permanente contra inundaciones.

Yo lo verifiqué en mi manual. Creo que muchos ingenieros ya saben bien este malentendido no solo basándome en mi manual sino también en el resultado de destrucción sucedida de los puentes que tenía la aproximación hacia dentro del río de la margen natural.

El costo inicial es barato pero su costo total que se espera sea para un servicio de más de 50 años resulta muy caro ya que de esta manera no se puede cumplir con su vida útil. Este caso es un mal entendido sobre economizar el costo del puente.

En el río Blanco en San Pedro Sula, se construyó una estructura transversal de esclusa de bajo caudal en 1980, economizando dinero. Esta tenía solo una capa de colchoneta de gavión. Pero después de la terminación de esta obra, dentro de poco vino una crecida mediana y arrastró esta estructura antes de que se sirviera ni una vez. Lo barato salió caro. (Ver mi Manual)

Después de la crecida del río Cangrejal, provocado por el paso del Mitch, se produjo los daños en el puente Cangrejal de la carretera. Se probó el Vado para posibilitar el tránsito en el río pero no podía servir ni una vez como vado, ya que una crecida mediana lo destruyó. En este caso, el vado es provisional y no se puede invertir mucho dinero, ni se puede esperar su servicio en un largo plazo pero como resultado no ha servido ni una vez. (Ver A-10)

Aquí en Honduras, se espera una manera que aunque no garantice la seguridad perfectamente, garantice bastante y con una poca inversión, como yo lo mencioné en mi manual.

2. MEDIDAS EN LAS MARGENES Y CONTROL DE SEDIMENTOS

2 - 1. EROSION Y SEDIMENTOS

El río tiene la tendencia de erosionar la margen en una crecida pequeña poco a poco y en una crecida grande rápidamente, produciendo así muchos sedimentos que los transporta hacia aguas abajo. Además, tiene la tendencia de cambiar su cauce bruscamente por el banco de material y cambia el punto de choque de agua en cada crecida en diferentes escalas.

La margen natural que consiste de tierra no resiste bien, cuando se somete a la corriente de la gran crecida en general. La erosión de la margen es un fenómeno natural y es inevitable.

El terreno donde se ejecuta la actividad humana requiere protegerlo y se han hecho muchos esfuerzos. Por ejemplo, una manera sencilla y barata es que se planten vegetaciones o se coloquen

rocas como cantos rodados, pero estas maneras no tienen una alta resistencia contra la erosión causada por la fuerza de arrastre de la corriente. Cuando se requiera una alta resistencia contra la erosión, se aplica el revestimiento o muro de contención que es bastante caro.

Respecto a los sedimentos, como se mostró por el paso del Mitch, la gran crecida dejó una gran cantidad de sedimentos en el cauce o terreno bajo. El Mitch desnudó la vulnerabilidad de la naturaleza de Honduras. \

Por ejemplo, gran cantidad de materiales depositados en el cauce del Río Tocoa y Río Tegucigalpa subieron el lecho del cauce y carecen de la capacidad hidráulica y se obstruye la corriente que pasa por el río. Actualmente, se arriesga el desbordamiento del río, la destrucción del bordo y también la destrucción del puente mismo por las crecidas grandes o medianas.

(Ver A-21,22,56)

En el caso del Río Cuyamapa, en el sitio a de 55 kilómetros en la carretera No.23 desde Santa Rita, el lecho del cauce subió con gran cantidad de materiales con rocas grandes y piedras por el paso del Mitch. Por el momento, no hay solución. Es prácticamente intocable. (Ver A-11)

En el caso del Río Cangrejal, en el sitio 2 kilómetro aguas arriba de la carretera No.13 en la margen derecha, también una gran cantidad de materiales en el cauce y la crecida grande erosionó la margen y destruyó las casas. Este es también intocable por su gran magnitud de materiales.

Solo existe una posibilidad, la rectificación del cauce contando con la colaboración de las compañías privadas de extracción de materiales de construcción, que trabajan extrayendo materiales del río y orientarlas de manera que lo hagan de una manera positiva para el río.

Es necesario hacer un esfuerzo para siempre con obsesión para conservar el bosque evitando los incendios y tala sin ningún plan. Para controlar la erosión y sedimentos, las obras de SABO son muy útiles, pero son muy costosas en general y tarda mucho tiempo en realizarse entonces es un poco difícil aplicarlas en Honduras en forma práctica.