

4. MEDIDAS CONTRA LAS CRECIDAS EN EL PUENTE

4-1. LOS DAÑOS DE LOS PUENTES FUERON CAUSADOS POR EL RIO

4-1-1. ASPECTO TECNICO GENERAL

Hasta este día, el problema respecto a la destrucción de los puentes, casi no se ha registrado por fallas estructurales, sino por falta de análisis sobre el comportamiento del río.

Ya que casi todas las destrucciones fueron provocadas por la erosión, socavación de pilastra, estribo y su aproximación en los puentes y por la falta de capacidad hidráulica del río, debido al poder destructivo de la crecida grande del río.

Por eso, el ingeniero en puentes tiene que estudiar el río mucho más y si es necesario tiene que solicitar colaboración del ingeniero en obras hidráulicas para evitar sucesos lamentables y penosos al ocurrir la destrucción de los puentes.

Lo difícil en el campo de ríos es que casi no hay un criterio escrito para saber analizar su poder destructivo de la crecida grande numéricamente, prácticamente en comparación al diseño del puente. Solo se puede contar con la larga experiencia de destrucción de estructuras en el río como puentes, cajas de drenaje, bordos y muros de contención etc.

Basados en una experiencia larga, incluido la amarga experiencia de la destrucción, tenemos que sacar una lección valiosa para diseñar o mantener el puente para evitar el mismo tipo de destrucción.

Por lo mínimo, no se debe repetir la misma destrucción, en el mismo lugar, por la misma causa. No se debe descuidar la fuerza del río.

Como dicen, el fracaso es la madre del éxito, si se produce la destrucción del puente por la mala suerte, tenemos que analizar y estudiar la causa y luego tenemos que tomar medidas para mejorar el aspecto técnico para el futuro.

La destrucción del puente causa muchos problemas como incomunicación, aislamiento y paralización socio económico. Además, si una vez ocurre la destrucción, resulta costoso y tarda mucho tiempo la reparación o reconstrucción del mismo.

Por lo tanto, hay que evitar la destrucción del puente, cuanto sea posible, ejecutando el mantenimiento eficazmente y estudiando el comportamiento del río. Si se encuentra los síntomas de destrucción, como erosión parcial del estribo se debe tomar medidas inmediatamente, antes de la destrucción, a través de el mantenimiento confiable y periódico para evitar destrucción lamentable y cuantiosa.

No se podrá evitar la destrucción definitivamente, pero se podrá disminuir el numero de destrucción en bastante escala de esta manera.

4-1-2. FALLA PRINCIPAL DEL PUENTE EN HONDURAS

Puedo indicar algunas fallas principales, comunes en los puentes en Honduras, basando mi experiencia y conocimientos en el Japón y Honduras.

- a) Selección de ubicación del puente es mala.
Se encuentra el puente en un tramo de curva del río sin tomar en consideración el río.
Se encuentra el puente en un tramo donde se estrecha el cauce natural o donde cambia la pendiente del lecho bruscamente.
- b) Se ignora el puente en su capacidad hidráulica y carece de la misma.
El Puente reduce el ancho del cauce natural.
Falta de altura libre entre la viga y el nivel máxima de la crecida.
La luz es corta y la pilastra es gruesa relativamente.
- c) La base tiene poca profundidad de desplante. Si la base tiene pilotes debajo de la zapata, no se conectaron bien.
- d) No lleva protección del piso a lo largo de estribos y pilastras.
En Honduras existe una idea de construir la base con gaviones pero casi no existe idea de realizar el trabajo de protección del piso con colchonetas o gaviones.
Si se construye el puente Bailey provisionalmente con su estribo y pilastra con gaviones, se debe reforzar el trabajo con protección del piso utilizando colchonetas de gaviones. El trabajo de protección del piso debe estar bien hecho para resistir la socavación. La mayoría de la causa de destrucciones del puente es la socavación. Por eso, la medida contra socavación es un factor muy importante para prevenir destrucción del puente.
- e) No existe un tramo de transición aguas arriba y aguas abajo. El puente a veces afecta al bordo o margen, pues para el río, el estribo y la pilastra son solamente un obstáculo grande para la corriente del río.
- f) Mantenimiento es insuficiente antes de la destrucción.

Estos puntos arriba mencionados facilitan la destrucción del puente.

4 - 2. LA DESTRUCCION ES LA MAESTRA DEL MEJORAMIENTO

En cualquier área, la experiencia es muy importante. Especialmente en la área que no ocurre normalmente como la destrucción de puentes o bordos, la experiencia acumulada es importante. Podemos avanzar con la tecnología de ríos, solo contando con la experiencia acumulada que incluye la amarga experiencia de destrucción y fracaso.

En el caso de la prueba destructiva de vigas de concreto experimental, podemos hacerlo todos los días y revisar el resultado de las pruebas si lo queremos.

Mientras tanto, no podemos experimentar los bordos o puentes, sometido en las crecidas grandes realmente.

En el campo de ríos, existen algunas formulas y normas para las obras hidráulicas. Algunas de ellas han sido establecidas, basandose en el resultado experimental hidráulico.

Existen algunas formulas para suponer la profundidad de socavación pero prácticamente no se puede contar totalmente, sino que se debe tomar la clave como una referencia.

La destrucción de puentes causados por inundaciones es penosa pero tenemos que analizar la causa de la destrucción y sacar una lección valiosa para mejorar el aspecto técnico para el futuro.

Si sacamos la lección valiosa, la destrucción de los puentes es nuestra maestra para el mejoramiento, de los mismos.

En ese sentido, hay que elaborar el documento sobre historia de lucha contra inundaciones en cada puente, usando croquis, fotos y dibujos. Si no hay documento de nada y si no se puede acumular el aspecto técnico mejorado, basándose en la amarga experiencia de destrucción para el futuro, nunca podrá tener el avance de la tecnología del puente y repetiremos la misma destrucción, en el mismo lugar, por la misma causa.

No se debe repetir la misma destrucción, en el mismo lugar, por la misma causa. Sacar la lección valiosa para el futuro o no, esto destaca el avance de la tecnología de ríos la de prevención de destrucción de puentes que podrían causar las inundaciones.

Por ejemplo en el Japón, después del desastre natural de Julio de 1990, se cayeron muchos puentes rurales, en la parte Central y Norte de Kyushu, causados por las lluvias torrenciales y un cuerpo de investigación encabezado por el Director de La dirección del Puente Estructural del Laboratorio de Obras Civiles del Ministerio de Construcción fue enviado a Kyushu para investigar y analizar la destrucción de puentes.

Después de la gira de reconocimiento, hizo público en el boletín de Documento Técnico con el título de "Estudio sobre Los Daños de Puentes Causados por Las Lluvias Torrenciales en La Región Central y Norte de Kyushu."

Entre los autores del estudio, se encuentra el Doctor Michio Okahara, especialista en puentes, quien visitó Honduras en Enero de 1999, como un miembro de la misión técnica japonesa y presentó sus recomendaciones en el seminario en el CICH, el día 13 de Enero de 1999.

De esta manera, se sacan lecciones valiosas para el futuro y se acumulan amarga experiencia para avanzar en la tecnología.

4 - 3. EL MANTENIMIENTO SOLUCIONA EL PROBLEMA DE LA DESTRUCCION

El mantenimiento es muy importante, haciendo una inspección rutinaria de los puentes para prevenir los daños que se pueden ocasionar en ellos. Si se encuentra sintoma de destrucción o una parte erosionada por la corriente en estribos o pilastras, se deben tomar las medidas necesarias inmediatamente como ser:

Prolongación del revestimiento, con colchones, incrementar los trabajos de protección de piso, rellorando las escolleras con rocas o colchones en el sitio donde se está socavando el cauce. De esta manera, se puede reducir en bastante grado el numero de destrucción de los puentes.

Hay un buen ejemplo que se está realizando en la reparación de la aproximación dañada por el paso del Mitch. El Puente Tepemechin está localizado 3 kilómetros más o menos desde La Entrada hacia Ruinas de Copan en la carretera No. 11. (Ver A-46,47)

También puedo agregar otro ejemplo de buen mantenimiento realizado para reparación de la aproximación del Puente Ulupa que está localizado en la misma carretera No. 11.

Imagino que antes se construyó conforme a línea de la margen izquierda, pero debido a las crecidas anteriores y por el paso del Mitch, ya la aproximación de la margen izquierda está salida 10 metros de la margen actual.

Se ejecutó el revestimiento con mampostería para proteger la aproximación.

4 - 4. EJEMPLO DEL PUENTE DEL RIO GUAIMITAS, CHACHAGUALA

EL Puente del río Guaimitas

El Puente Río Guaimitas se arriesga la destrucción del mismo. (Ver A-48,49)

El puente se construyó como una donación del gobierno del Japón en 1993.

El puente al lado de San Pedro Sula es decir margen izquierda, está erosionado fuertemente ya que es un tramo de curva hacia el lado de fuera. Si se deja tal como está, el estribo se destruirá por las próximas crecidas.

El puente Chachaguala

El puente Chachaguala está localizado en la carretera que une Puerto Cortés con Guatemala.

(Ver A-21)

Este Puente se construyó como puente provisional de Bailey después de la destrucción más o menos 1982. Pero según me contó un ingeniero, se elevó bastante ya que este río produce muchos materiales y el lecho subió bastante, por eso siguiendo el Manual mío, para asegurar el puente contra destrucción es que podrían causar las inundaciones, hay que dar espacio suficiente entre la viga y nivel máximo imaginado del río.

Creo que este puente todavía no se ha caído y durará mucho tiempo pero la aproximación en el lado Guatemala, es decir la margen izquierda fue erosionada bastante a pesar de que existen revestimientos de gaviones por que el río extendió su cauce durante un tiempo largo.

Es necesario el mantenimiento inmediato para proteger la aproximación del puente.

4 - 5. EJEMPLO DEL PUENTE LOARQUE DEL RIO GRANDE

4 - 5 - 1. SITUACION ACTUAL DEL PUENTE LOARQUE

El Puente Loarque fue dañado por el paso de Huracán Mitch. Ambos lados de las aproximaciones fueron arrastradas por la crecida grande provocada por el Mitch. (Ver A-50,51)

Además existe riesgo de otra destrucción en las aproximaciones por las crecidas que puedan ocurrir en el futuro.

Se encuentran muchos materiales depositados en el cauce al lado aguas arriba y esto forma una corriente rápida, parcialmente a 70 metros del cauce aguas arriba del puente, pues tiene más o menos 1 % de pendiente. En ambos lados de la margen, los muros de contención están siendo construidos a través del FHIS.

El puente actual tiene 30 metros de longitud, se reduce mucho el ancho del cauce en comparación con los 70 metros que tiene el cauce aguas arriba.

En ambos lados, los estribos están salientes de las márgenes y esto estrecha mucho la sección del río por lo que al venir una crecida grande, provocará roturas en las aproximaciones y finalmente la destrucción del puente mismo.

El puente presenta señales de haber sido elevada sus pilastras y la longitud del puente también fue aumentada. La Luz mínima entre pilastras es de solo 5 metros y esto obstruye la corriente del río, deteniendo troncos flotantes cuando ocurren las grandes crecidas.

No pude observar la base pero supongo que tiene poca profundidad. En ese caso, peligra se erosione la base de pilastras y estribos.

Desde el punto de vista del experto en ríos, quien siempre se relaciona con los casos de emergencias, el muro de contención que está construyendo por el FHIS en la margen izquierda del río será dañino para las márgenes del mismo y para el puente del Loarque, debido a que es muy alto y que el ángulo agudo que forma con la línea de la margen es más o menos 30 grados, menguando la sección hidráulica del río.

A causa de la construcción del muro el ancho del cauce se reduce unos metros, desde la anchura de los 53 metros aproximadamente. En vista que ya se ha construido una gran parte del muro de contención, no recomiendo demolerlo.

Donde el muro presenta su punto más sobre saliente en la margen izquierda, será necesario ampliar el ancho del cauce tanto como sea necesario para compensar la invasión o mitigar la influencia negativa del mismo.

4 - 5 - 2. SOLUCION RECOMENDABLE PARA EL PUENTE LOARQUE

Es necesario ampliar el puente, prolongando otra luz en ambos lados, conforme la anchura actual del río, ya que este puente reduce la anchura del cauce en comparación a la que existe aguas arriba.

Si se deja la situación tal como está, las próximas grandes crecidas arrastrarán las aproximaciones y peligrará la destrucción del puente mismo.

También, es necesario colocar protección en el pie de los estribos y pilastras con colchonetas de gavión para resistir bien los efectos de la erosión cuando ocurra una crecida grande.

En cuanto a la socavación de los puentes en Tegucigalpa, un ingeniero de la Dirección General de Carreteras dijo que no se han registrado destrucciones de puentes por socavación, excepto en el paso del Mitch.

Es una cuestión de percepción de riesgo. Es cierto que la cantidad de lluvia de Tegucigalpa es mucho menor que la de la Costa Norte. Pero es posible que en el futuro en Tegucigalpa ocurran crecidas grandes, similares o en la misma magnitud que en el Fifi o en el Mitch, debido a esto recomiendo se realicen trabajos de protección de piso alrededor de las pilastras y estribos en el puente del Loarque para asegurar el puente.

Porque las pilastras gruesas, la luz corta y poco tramo libre entre la viga y el nivel máximo registrado en el puente obstruyen la crecida grande. Es necesario prolongar el muro de contención hasta 15 metros aguas abajo del puente como un tramo de transición para el puente.

Pues las pilastras y estribos generan remolinos y corrientes desordenadas cuando ocurren crecidas grandes. Al reducir la longitud del puente, este obstruye la corriente, por lo que genera un aumento en la velocidad de la corriente, mayor que en otros puntos cercanos, lo cual provoca la formación de remolinos y corriente desordenada que erosiona y socava las aproximaciones y pilastras al chocar las aguas con estas estructuras cuando ocurren las grandes crecidas del río.

Como una solución mucho más segura, existe otra de reconstruir el puente con una longitud de 70 metros y altura suficiente como por lo menos más de 15 metros con la base enterrada, con suficiente profundidad.

Yo lo recomiendo solo si el país cuenta con los recursos económicos suficientes y no afecta otras prioridades.

4 - 5 - 3. SOLUCION ALTERNATIVA

Si no se puede tomar medidas como lo expuesto arriba, por razones de presupuesto, se puede aplicar otra alternativa como provisional y urgente por el momento.

Es necesario proteger el pie alrededor de los estribos, pilastras y aproximaciones, colocando colchonetas de gaviones para aguantar la fuerza de la corriente rápida desordenada que ocurre durante la crecida.

A la vez, es necesario ejecutar un programa de mantenimiento periódico.

Esto no garantizará en alto grado la seguridad del puente, ya que no se sabe el comportamiento del río además de ser una medida transitoria.

4 - 6. EJEMPLO DEL PUENTE TEPEMECHIN Y PUENTE ULUPA

EL PUENTE TEPEMECHIN (DPTO.COPAN)

El puente Tepemechin está localizado 3 kilómetros desde La Entrada hacia Ruinas de Copán en la Carretera No. 11. (Ver A-46,47)

Imagino que la longitud del puente tenía casi el mismo ancho del río.

Pero el río está vivo, entonces cambió su cauce más amplio desarrollando la erosión de la margen derecha y ahora el ancho del cauce extendió 50 metros en comparación de la longitud del puente de 30 metros.

La aproximación del puente de la margen derecha está salida de la margen natural y la corriente socava el pie de la aproximación. Me preocupó mucho cuando yo lo vi 11 de Junio.

Cuando lo vi otra vez el día 22 de Julio, ya empezaron a colocar revestimiento en la aproximación, usando gaviones como se observa en la foto y croquis adjunto.

Me desahogué y creo que es buen ejemplo en el sentido que se realice el mantenimiento eficaz antes de que ocurra la destrucción de la aproximación y el puente mismo por las grandes crecidas.

Pero me gustaría recomendar la colchoneta de gaviones como trabajo de protección del piso al lado aguas arriba de la aproximación ya que el revestimiento de la aproximación tiene ángulo de 60 grados lo cual es agudo contra la dirección de la corriente y obstruye mucho la corriente donde se genera la socavación.

Cuando lo vi otra vez el día 19 de Agosto, la reparación ya se había terminado pero no se colocó el relleno delante del revestimiento de gaviones. Fue una lástima.

El revestimiento de gaviones es bastante fuerte pero si se socava la base o el pie se daña fácilmente. En la foto del puente Mezapa del Río Mezapa, se observa revestimiento de gaviones dañado por la socavación de la base. (Ver A-52)

Si se coloca la colchoneta de gaviones, resistirá bien contra socavación pues si se socava la base del revestimiento, la colchoneta de gaviones perseguirá el hundimiento del piso por socavación y con este protege el revestimiento.

EL PUENTE ULUPA(DPTO.COPAN)

El puente Ulupa está localizado a 66 kilómetros más o menos en la carretera No.4 desde San Pedro Sula hacia La entrada. (Ver A-46,47)

Supongo que el puente Ulupa también se colocó conforme al ancho del Río Ulupa antes, pero debido a grandes crecidas anteriores y el paso del Mitch, el ancho del cauce fue ampliado y actualmente la aproximación de la margen izquierda está salida más o menos 10 metros de la margen actual.

La aproximación fue erosionada y ya se reconstruyó el revestimiento de mampostería de 7 metros de longitud para proteger la aproximación.

Después del Mitch, se reparó esta parte como un buen mantenimiento, pero me gustaría recomendar realizar el trabajo de protección del piso por gaviones y prolongar el revestimiento ya que no es suficiente para proteger toda la longitud de la aproximación salida de la margen.

También se recomienda colocar un tramo de transición conforme a la línea de la margen, aguas arriba y aguas abajo por revestimiento.

Si se deja tal como está, es probable que se socave la base y se arrastre la aproximación cuando vengan las grandes crecidas.

4 - 7. EJEMPLO DEL PUENTE ZINC (DPTO.SANTA BARBARA)

Problema de inundación cerca del Puente Zinc

Se inundó la zona baja alrededor del Río Cececapa por la crecida que provocó el Huracán Mitch, especialmente cerca del Puente "Zinc". (Ver A-18,19)

El puente Zinc claramente reduce la anchura del río que tiene 30 metros, además esta construido en forma de un arco, que tiene solo 3 metros de altura y 7 metros de anchura, lo que nos indica que carece de capacidad hidráulica definitivamente. El puente Zinc provoca inundaciones a los vecinos.

Para solucionar el problema principal, es construir un nuevo puente que garantice una capacidad hidráulica suficiente.

Para una solución provisional, se recomienda excavar el cauce del río con el objeto de aumentar un poco la capacidad hidráulica del mismo, a pesar del obstáculo que representa el puente.

4 - 8. EJEMPLO DEL PUNTE DEL CANAL DE ALIVIO DEL RÍO AGUAN (DPTO.COLON)

El puente sobre el canal alivio del Río Aguan se cayó por el paso del Mitch. Las pilastras del puente se observa en la foto y podemos notar que casi no tiene la base enterrada.

Si tuviera pilotes debajo de la base, estos no se conectaron firmemente. Pienso que hay razón para que cayera fácilmente ya que este puente se construyó como si pusieron las pilastras solamente.
(Comparar A-7, A-59)

Yo observé otro puente parecido a este puente en Aramecina, en el Departamento Valle cerca de la frontera con El Salvador. Un puente elevado del Río Apazapo se destruyó por el paso del Mitch.

Tres pilastras se quedaron y dos pilastras se cayeron y podemos observar la base de las pilastras caídas que tienen muy poca profundidad casi no tiene la base enterrada.

Yo no puedo analizar la razón porque se quedaron 3 pilastras y se cayeron 2 pilastras al someterse a la crecida del paso del Mitch precisamente. Tal vez sería solamente una casualidad. Lo importante es todas las pilastras que tienen fallas comunes que la base tiene muy poca profundidad enterrada. Como consideración total es importante.

Estos tenían fallas de no imaginar el poder destructivo del río cuando vengan grandes crecidas durante su vida útil de más de 50 años.

4 – 9. EL PUENTE AFECTA AL BORDO, EN EL CASO DEL RIO CUERO (DPTO. ATLANTIDA)

Supongo que las dos pilastras del puente Cuero fueron reforzadas por la caja de concreto. Pero esta caja de concreto afecta al bordo porque cuando vengan grandes crecidas, generan remolino y la corriente desordenada influye al bordo, facilitando erosión del bordo, y también detiene troncos grandes y cuerpo de flotantes y esto causaría la destrucción de las pilastras del puente mismo y la de del bordo aledaño.

Podemos notar troncos detenidos en la pilastra en la foto. Al ingeniero de puentes le interesa solamente refuerzo de las pilastras y no le interesa el bordo. Pienso que este refuerzo es muy dañino para el bordo del río Cuero y para el puente.

En realidad, el bordo en la margen derecha, aguas abajo del puente, fue erosionado.
(Ver A-54,A-55)

4 – 10. EL PUENTE PROVOCARA PROPIA ROTURA E INUNDACIONES

Como lo mencioné en el ejemplo del Río Cececapa(2-5), Río Tegucigalpa(2-7), Río Tocoa(A-56) el puente provocará su propia rotura e inundaciones dependiendo el caso.

Entonces, el ingeniero de puentes no solo debe estudiar la rama de puentes, sino también, tiene que analizar el comportamiento del río y tiene que tomar medidas adecuadas para solucionar el problema.

El río corre desde siglos lejanos como una naturaleza, antes de que el humano le obstruya su paso. Mientras tanto, el puente se construye artificialmente por una actividad del humano. Por eso si el puente afecta algo a la vida humana, el lado del puente mismo tiene que tomar las medidas adecuadas para solucionar el problema.

Pensamos a partir de la naturaleza, tenemos que pensar y solucionar el problema si el objetivo del humano es construir y si afecta a otro, tenemos que buscar la solución adecuada. No es la culpa de la naturaleza, es la culpa humana.

4 - 11. ESPIGON PROTEGE EL PUENTE

La misión japonesa para el diseño preliminar de 7 puentes que forman la donación estaba trabajando en la Sala Múltiple de SOPTEFAVI en Junio de 1999.

Un miembro de la misión, Doctor Hiroshi Hashimoto, que es especialista en ríos propuso un plan tentativo, de colocar 4 espigones para guiar la corriente principal al tramo del Puente Nuevo de Choluteca su reconstrucción se prolongará 200 metros más y tendrá 400 metros en total, más o menos.

El doctor Hashimoto analizó el comportamiento del río Choluteca cercano al puente, utilizando la foto del satélite de SPOT- 4 de Francia, mapa cartográfico donde se ve huella del nivel máximo de inundaciones provocado por el paso del Mitch y su recorrido a pie.

El cauce se amplió hasta 1200 metros por el paso del Mitch. Esta vez, el puente Nuevo de Choluteca de Reconstrucción se prolongará 200 metros más y la longitud total del puente asciende hasta 400 metros aproximadamente. (Ver A-59,60)

Según nos explicó, hay una roca firme en la margen izquierda ubicada 1.5 kilómetros aguas arriba del puente Nuevo de Choluteca, y esta funciona como si fuera un espigón natural, tirando la corriente hacia el centro del cauce. Por eso, otros 4 espigones de gaviones en la margen izquierda con una longitud de 500 metros aproximadamente que se proponen entre la roca y el puente Nuevo de Choluteca funcionarán bien seguramente, guiando la corriente al tramo del puente de 400 metros de anchura propuesta, depositando sedimentos entre 4 espigones sin causar erosión de la margen izquierda ya que la margen está relativamente alto.

Mientras tanto, el lado opuesto a la roca firme, existe un banco de material y este guía la corriente hacia la izquierda. Entonces 4 espigones funcionarán para guiar la corriente al centro de cauce también.

Este plan tentativo no tiene la meta de proteger la margen izquierda sino tiene la meta de guiar la corriente principal al centro de l cauce cuando venga la crecida grande. Se desarrollará este plan tentativo, colectando y analizando los datos de levantamiento topográfico y huella del nivel máximo de la inundación.

Pienso que es necesario observar el proceso de sedimentos y erosión, la función principal y la de secundaria, cuidadosamente después de terminación de estos espigones.

4 - 12. EJEMPLOS DE BUENOS PUENTES

4 - 12 - 1. VIDA UTIL

Se debe cumplir su vida útil más de 50 años.

¿Cuales son los buenos puentes? Se puede ejemplificarlos si se mejora las fallas comunes de los puentes en Honduras.

Primero, hay que imaginar el puente como una estructura importante que tiene que resistir y cumplir su vida útil a más de 50 años.

Es decir que dentro de 50 años o más de 50 años, ocurren pavorosas inundaciones que tienen un enorme poder destructivo. Se debe analizar bien la historia de destrucción de los puentes en Honduras y se debe sacar una lección valiosa para el futuro.

4 - 12 - 2. BASE

Se debe construir la base firmemente con una profundidad enterrada necesaria. Si se usan estacas, hay que conectar la base con la zapata firmemente .

4 - 12 - 3. CAPACIDAD HIDRAULICA

No se debe despreciar la capacidad hidráulica por la colocación del puente. Cuanto más despreciar la capacidad hidráulica, tanto más se arriesga la destrucción del puente mismo y rotura del bordo o margen.

En el caso de una gran crecida, viene no solo agua sino vienen troncos flotantes grandes. Hay que considerar bien que la colocación del puente generalmente afecta al río. La negligencia de esto, ha provocado muchas destrucciones repetidas en Honduras. Hay que guardar bien la luz tan larga cuanto lo sea posible. Hay que guardar bien el tramo libre entre la viga y el nivel máximo diseñado o imaginado. Si hay síntoma de subir el lecho del cauce por el sedimento, hay que elevar el puente mucho más para que no carezca la capacidad hidráulica.

4 - 12 - 4. LOCALIZACION

Se debe considerar bien la localización del puente conforme a la naturaleza del cauce. Hay que evitar en el sitio donde cambia la anchura, pendiente y un tramo de curva cuanto sea posible. Hay que tomar medidas especiales y adecuadas, si se coloca en el sitio arriba mencionados por fuerza mayor.

4 - 12 - 5. PROTECCION DEL PISO

Se debe colocar protección del piso alrededor de la pilastra y estribo en general ya que es difícil después de la terminación del proyecto el mantenimiento prácticamente. Con esto, se podrá prolongar su servicio mucho más tiempo.

4 - 12 - 6. TRAMO DE TRANSICION

Se debe colocar un tramo de transición con revestimiento entre el estribo del puente y el margen, ya que el estribo y la pilastra generalmente funcionan como obstáculo contra la crecida y genera el remolino o corriente desordenada.

Hay algunos casos que el estribo de puentes causaron destrucción del bordo o margen, debido a la erosión de la corriente.

Respecto a la longitud necesaria para el tramo de transición, 5 metros será aplicable en el caso del puente corte y 10 metros o 15 metros será aplicable en el caso del puente largo o sea la magnitud de obstáculo es grande.

4 - 12 - 7. EJEMPLO

Como ejemplo de un buen puente, muestro 4 puentes en la carretera que une San Pedro Sula y La Ceiba, el puente elevado del Río Copan, el puente inundable del Río Copan y El puente Nuevo de Choluteca. Todos son los puentes donados por el gobierno del Japón.

El Puente del Río Copan

Las dos pilastras de la parte central están inclinadas y una parte del antepecho fue destruido, además se observó la huella de que la aproximación del puente fue arrastrada supuestamente. Se rehabilitaron ambas aproximaciones de este puente, pero se dejó una pendiente muy fuerte. Sin embargo a pesar del daño, pueden pasar vehículos, por lo que la función principal del puente se está realizando bien.

Se observa que quedó atrapado por las pilastras un tronco que tiene más de 1 metro de diámetro y más de 10 metros de longitud. Es posible que otros troncos también hayan afectado al puente.

Cuando vienen las crecidas enormes, grandes troncos como estos fluyen con gran velocidad y chocan fuertemente contra el puente o aumenta el momento de flexión de las pilastras esto provocó la inclinación de las mismas. Puedo decir que estos daños fueron causados principalmente por esta causa.

Revisando el plano de diseño, yo confirmé que el cimiento de las pilastras fue bien enterrado en el cauce, además tres luces en el parte central de cinco en total, fueron elevadas bien para asegurar la capacidad hidráulica. Esto y la presencia de revestimiento de la aproximación ayudó a que los daños de la crecida provocada por el Huracán Mitch fueran mínimos.

El Puente inundable del Río Copan

A pesar de producirse la gran crecida causada por el Huracán Mitch, este puente sufrió pocos daños, milagrosamente.

La razón por la que este puente resistió la crecida se debió a que todas las pilastras están ancladas a una cimentación corrida. También como la característica principal del puente es que el agua pase sobre el mismo, así como los troncos flotantes grandes, estos pasaron sobre él cuando subió el nivel del agua del río.

Por supuesto, creo que hay algunos buenos puentes que fueron construidos por ingenieros hondureños pero muestro los puentes donados por el Japón solamente porque no tengo conocimientos de todos los puentes concretamente.

En el caso de que el río tiene tendencia de subir su lecho por montón de sedimentos es necesario elevar el puente para que no carezca la capacidad hidráulica, como se coloca el puente Chachaguala que está localizado en la carretera que une Puerto Cortés y Guatemala o el puente Jimerito que une la carretera No.10 y el Pueblo San Francisco. (Ver A-21,41)