

3-3. REVESTIMIENTO DE CONCRETO EN EL CASO DEL RIO CANGREJAL (DEPTO. ATLANTIDA)

Problema y medidas

El río Cangrejal, en su margen derecha, aguas abajo de la carretera No. 13, sufrió los daños en el bordo. Iniciandose este en el punto de terminación del revestimiento que estaba constituido por enchape de concreto ciclopeo, un tramo bastante largo del bordo donde no había revestimiento hacia aguas abajo fue destruido. La base del revestimiento también fue erosionada y se rompió una parte. (Ver A-27,29,30)

La parte de pie del revestimiento que estaba enterrado 1.5 metros en el lecho del cauce al terminar las obras, ya fue destruido por la fuerza de arrastre y pelado completamente por el paso del Mitch.

Este tramo está situado al lado fuera de la curva, donde se concentra mucha energía de las crecidas, además hasta este momento, ningún mantenimiento ha sido realizado.

Mientras tanto, el río está vivo y siempre cambia su cauce principal, formando banco de material. Es necesario el mantenimiento en el caso del río por supuesto.

Si se deja la situación tal como está, en un futuro cercano se romperá el revestimiento y este provocaría rotura del bordo en su totalidad.

Este revestimiento tiene bastante altura aproximadamente 8 metros más o menos. Por eso, es recomendable colocar el andén de 2 metros de anchura cada bajada de 3 a 4 metros, cuando se diseñe el mismo tipo de revestimiento en un futuro cercano. (Ver A-28)

Puedo indicar casi el mismo error en el caso del Río Jimerito. Es decir, hace falta la base firme, protección del pie, rejilla, diente, transición etcétera. (Ver 3-4 Artículo del Jimerito.)

3-4. REVESTIMIENTO DE CONCRETO EN EL CASO DEL RIO JIMERITO (DPTO.ATLANTIDA)

Se ha construido un enchape de concreto con revestimiento en el bordo nuevo, en la margen izquierda, este tenía una longitud de 20 metros aproximadamente cuando lo visité. (Ver A-38)

Pero este presenta unos errores de diseño, pues no tiene la base enterrada, tampoco un dentellon para resistir el movimiento de deslizamiento, no tiene protección del pie. Además sin necesidad, está cubierto hasta la corona del bordo.

El enchape de concreto usado como revestimiento, es con la finalidad de que resista bien el paso de una crecida grande y en condiciones desventajosas, por lo que generalmente debe ejecutarse de la siguiente forma:

a) Debe colocarse una base firme. La rotura del revestimiento o la socavación del mismo, ocurre por la falta de la base enterrada en general.

b) Debe colocarse protección del pie.

Es necesario generalmente, proteger la base, colocando protección del pie, pues si se socava la base, el revestimiento se destruye fácilmente.

c) Debe colocarse rejilla.

El enchape de concreto tiene la superficie lisa, de poca rugosidad si se compara con otros lugares donde no hay revestimiento y esto acelera la velocidad de la corriente y afectará a otro lugar más débil donde no se encuentre el revestimiento o base, por la erosión y socavación. Por lo tanto, es necesario agregar rejilla en la superficie de concreto, para disminuir la velocidad y para dar una rugosidad más adecuada.

Como un ejemplo, en un intervalo de 5 metros se debe colocar la rejilla con una altura de 5 a 10 centímetro y la anchura de 30 centímetro. Se puede modificar su tamaño dependiendo el caso, considerando la magnitud del enchape de concreto.

En ves de rejilla, se puede usar revestimiento de enchape de piedras o sea piedras incrustadas en el concreto que tiene una rugosidad adecuada para no acelerar la corriente cuando venga la crecida grande.

d) Debe colocarlo hasta el nivel máximo diseñado o el nivel máximo supuesto.

En este caso, hasta la corona del bordo está cubierta por concreto. No es necesario hacerlo así ya que no tiene razón.

e) Debe agregarse un diente para resistir el deslizamiento.

Hay casos que el revestimiento se desliza cuando el bordo esta saturado por las aguas infiltradas. Por eso, es necesario agregar el diente para resistir bien contra el deslizamiento del revestimiento.

f) Debe colocarse la transición cuidadosamente.

No hay muchos casos en que la rotura del revestimiento ocurra en la parte central del mismo, pero hay muchos casos en que ocurrieron en la parte extrema del mismo, es decir en la junta entre el enchape de concreto y el terreno, tanto en el inicio y final de el enchape tanto en sentido vertical y horizontal, porque es en donde cambia el tipo de material y su rugosidad. En el río Jimerito, se encuentra la rotura del enchape de concreto en la margen izquierda donde empieza esta estructura.

3-5. EL ESPIGON DESTROYE EL BORDO Y MARGEN, DEPENDIENDO DEL CASO

En el río Jimerito, se han colocado 7 espigones en la margen derecha, con la finalidad de proteger la margen pero en realidad la misma margen fue erosionado, por el pie del espigón. (Ver A-38)

Porque el espigón funcionó como obstáculo contra la corriente, generando remolino, corriente desordenada, ascendente y descendente.

Existe el malentendido aquí en Honduras sobre el uso de los espigones. El espigón tiene la función de disminuir la velocidad de la corriente, guiar la corriente alejándola de la margen hacia al centro del cauce y protege la margen contra la erosión pero la verdad es a la vez genera una corriente

desordenada como de remolino, esto a veces provoca la erosión de la margen, destrucción de bordos, etc.

Es decir, el espigón funciona indirectamente con la finalidad de proteger la margen y tiene el efecto positivo y negativo. Depende del sitio, magnitud del río y crecida, grado de curva, la pendiente, etc. y los factores de espigón mismo de la dirección, inclinación vertical, altura, longitud, intervalo, forma del espigón, la función cambia mucho es tan delicada. Además todavía no se ha analizado teóricamente bien su función positiva y negativa claramente.

Por lo tanto tenemos que usarlo cuidadosamente, considerando las condiciones del sitio, su costo, efecto positivo y negativo, dirección, altura, intervalo, orden de colocación y grado de protección de la margen.

En Honduras, todavía no existe un sistema de analizar la función positiva y negativa del espigón cuidadosamente, observando el proceso de erosión y sedimentación provocado por el espigón por muchos años, realizando un mantenimiento eficaz.

Mientras tanto, los revestimientos ayudan directamente contra la erosión y socavación de las márgenes. Por eso, primero se debe proteger la margen o bordo con revestimiento antes de la colocación de espigones en los sitios que se requiera.

No se debe usar un espigón sin revestimiento de la margen o bordo si queremos protegerlos.

En las fotos que muestro muchos ejemplos de erosión de margen y bordo, especialmente la parte del pie del espigón, debido a la presencia del mismo, a pesar de que su meta era la de proteger la margen. La falla de ellas es el mal intervalo es decir el espigón no funciona como grupo y la margen pegado al pie de espigón no tiene el revestimiento contra la corriente desordenada provocado por el espigón mismo etcétera. (Ver A-25,26,38,39,40)

Mi conclusión es que deseo recomendarles el uso del revestimiento en vez de espigón para proteger la margen o bordos. No se debe usar espigones. Por que todavía no hay sistema de revisar el uso de espigones, analizando su función positiva y negativa, observando el proceso de erosión y sedimentación por muchos años en Honduras.

Solo hay posibilidad de usarlo como una alternativa cuidadosamente, por etapas, observando su efecto positivo y negativo y proceso de erosión, si no se encuentra otra manera efectiva, después de que hubiera seguido la destrucción del revestimiento que fue bien hecho con la base bien enterrada con trabajo de protección del piso etc. Por lo menos, se debe proteger el pie del espigón pegado a la margen en toda el área influenciado por la corriente desordenada.

Hablando del Río Perla en el Departamento Atlántida, se colocan espigones gigantescos, pero yo hubiera preferido recomendar revestimiento de gaviones en ves de los espigones por que sería más económico que los espigones y protegería directamente la margen y la carretera. (Ver A- 39)

3-6. REVESTIMIENTO DE GAVION EN EL CASO DEL RIO CUYAMAPA (DPTO. YORO)

PROPUESTAS TECNICAS

Tomando en sí la envergadura de este río, tener un bordo con colchonetas de gaviones delgadas como la existente, no podrá de ninguna manera resistir la fuerza de filtración y arrastre provocada por la corriente del agua por contener materiales como arena fina, no es lo óptimo.

Por dicho motivo no podemos catalogar como una defensa óptima.

Sin embargo, teniendo en cuenta la situación económica de Honduras, es imposible la realización de una obra perfecta y considerando el actual avance en el trabajo la posibilidad en la obtención de los materiales y en la demolición de la obra ya realizada, podemos recomendar:

- (1) Por lo general el deterioro de los gaviones se origina esencialmente por la destrucción de la misma base por socavación, por ese motivo es imprescindible la fortificación adicionando en ese sector un colchón de mayor espesor.
- (2) Anclar los gaviones con clavijas de sujeción cuando se instala en un plano inclinado.
- (3) Colocar un filtro o fibra sintética entre el bordo y la colchoneta para prevenir la fuga de materiales a causa de las fluctuaciones de los niveles del agua.
- (4) El espesor de los gaviones existentes en los bordos es muy delgado, se debería utilizar el doble de espesor, y de esa manera se preserva los materiales existentes de una acción directa de la corriente de agua.
- (5) Es un dato muy importante las huellas que marcó el agua por el paso de la corriente durante el Huracán Mitch, esto da la pauta de la altura que debería tener la defensa;
El rastro es la huella del nivel de agua desbordada, en el futuro se deberá tener en consideración, además de que el hecho de haber construido un bordo continuo en la margen izquierda, puede aumentar sensiblemente el nivel de agua.
- (6) El hecho de construir un bordo continuo al cerro fue buena idea.
- (7) Aun teniendo fundamentalmente en consideración la situación financiera de Honduras el hecho de haber construido un bordo susceptible a la rotura debido a una inundación no es un buen uso de los impuestos.
Por lo tanto, debe planificarse diseñar, efectivizar y dirigir las obras con conciencia, en base a la valiosa experiencia que da la destrucción. Pero es un problema inevitable si la rotura se produce por el desbordamiento de un bordo.
- (8) El bordo fue construido con el material de tierra extraído del lado interno muy cerca del mismo, quedando allí un surco continuo como si fuera un canal. En el momento de la crecida este surco sería utilizando como vía de drenaje y dejarlo en el estado actual, es susceptible de correr el riesgo de erosión tanto del lado externo como interno.
El bordo en si debe ser seguro contra la fuerza de erosión tanto del lado externo como interno. Por lo tanto, el canal de drenaje existente sería conveniente rellenarlo y trasladarlo a 10 metros de distancia del bordo de la defensa, para así minimizar los problemas arriba expuestos(Como está compuesto por arena fina, es deseable realizar una instalación protectora adicional).
- (9) La alcantarilla de drenaje construida en el talud del bordo, puede convertirse en un punto vulnerable, por lo tanto, debe ser protegido con revestimiento tanto del lado de la boca de entrada como de salida, protegiendo de una posible destrucción.

3-7. REVESTIMIENTO DE GAVIONES EN EL CASO DEL RIO COLORADITO DPTO. ATLANTIDA

El bordo de la margen derecha del Río Coloradito fue erosionado por el paso del Huracán Mitch. Ahora se propone la reconstrucción del bordo con gaviones.

El tramo que se va a reconstruir está localizado en el lado externo del tramo en curva. En este tramo, se genera una corriente rápida y desordenada por la fuerza centrífuga de la curva y la fuerza de arrastre es también más fuerte que en los otros lugares. El Río Coloradito es bastante poderoso por su fuerza de arrastre ya que se encuentran bastantes piedras grandes.

El revestimiento es débil si se socava su base. Hay muchos casos de revestimiento que se destruyeron por la socavación de su base como el Río Blanco, en San Pedro Sula.

Además, en Honduras, es muy difícil prácticamente realizar el mantenimiento eficaz por la razón económica. Por lo tanto, en este caso, hay que tomar medidas contra la socavación de la base del revestimiento de gaviones por medio de colchonetas de gaviones del tamaño de 2 metros de ancho, 0.23 metros de espesor y 4 metros de longitud, para el trabajo de protección del piso.

Aunque se ejecute este método, no se protege para siempre pero prolongará su función. Si se socava la base, las colchonetas de gavión perseguirán el hundimiento hasta cierta profundidad.

3-8. VARIOS TIPOS DE LA COLOCACION DE GAVIONES

El Japón ha donado varios tipos de donación para la reconstrucción de Honduras, entre ellos se encuentran 20,000 unidades de gaviones para ser usados en obras hidráulicas.

El Departamento de Obras Hidráulicas ya tiene experiencia en la utilización de los gaviones para la protección de las margenes y bordos por varios años y en varios lugares.

Por ejemplo, en el año 1975, en el Río Copan, aguas abajo de la Acrópolis, se llevó a cabo el proyecto de protección contra erosión e inundación para las ruinas de Copan y todavía funciona bien a pesar del paso devastador del Mitch. Espero que utilizar esta valiosa donación para elevar el nivel de seguridad contra inundaciones del pueblo hondureño.

En el Japón, no se usan los gaviones recientemente para el revestimiento permanente, generalmente se considera que son débiles y no tiene durabilidad. Solo se usan como obra provisional y urgente. Como un tramo de transición, el borde del revestimiento del concreto el inicio y final, también recuperación urgente poco después de los daños causados por inundaciones hasta que se ejecuten las obras permanentes de concreto dentro de 1 año. Porque en el Japón, se usa concreto, tablestaca de acero y estaca de concreto reforzado para el revestimiento y su base.

Pero aquí en Honduras, la situación es diferente. Los gaviones son muy prácticos para elevar el nivel de seguridad contra inundaciones. Pero se dan recomendaciones, respecto al Río Cuyamapa, los gaviones de poco espesor no garantizan la seguridad perfecta pero depende del caso, se puede elevar su nivel de seguridad bastante.

Hay muchos bordos que se destruyeron por la crecida grande del Mitch puesto que no tenían revestimiento. Creo que si los bordos hubieran tenido el revestimiento de gaviones, la mayoría de ellos se habrían salvado.

El revestimiento de gaviones es costoso y hay límite de su cantidad y su durabilidad. Por eso hay que considerar bien al momento de diseñar el aspecto técnico y económico. Ahora muestro varios ejemplos de la colocación de gaviones. (Ver A-44,45)

La cantidad y el tamaño donado por el Japón son siguientes. :

Gavión: 500 (1x 1x1m)	9,000 (1x1x2m)	4,500(1x1x4m)
Colchoneta de gaviones	6,000 (1x0.23x4m)	

Tipo-1:

Es ideal el uso de colchonetas de gaviones de el tamaño de 2x0.23x4 metros.

La colchoneta de gaviones tiene su función de perseguir el hundimiento provocado por la socavación y su flexibilidad. Generalmente la destrucción ocurre en el fondo o sea en la base del revestimiento.

Esta colocación en el fondo del revestimiento no tiene falla y perseguirá hasta 2 metros de profundidad.

En el punto doblado, no tiene junta, con este se impide el punto débil de la colchoneta. La ejecución también es fácil. Se usan estacas de madera para detener las colchonetas contra los deslizamientos cuando el bordo esté saturado por las aguas y también cuando la base, o sea la parte de abajo se hunde por socavación, que facilita el deslizamiento de la colchoneta superior.

A partir de Tipo-1, la función de flexibilidad y la estaca de madera es igual por eso y no se repite.

Tipo-2.

Es de uso normal. La ejecución es más fácil. Tiene la juntura en el punto donde cruce la línea del bordo y línea del lecho. Es posible que sea un punto débil. La colchoneta resiste la fuerza de arrastre solamente por su peso.

Generalmente, la estaca solo se usan en el talud, pero para una mayor seguridad yo lo agrego, considerando el efecto de otra colchoneta en el talud. Pero ocurre el arrastre de colchonetas, cuando la crecida sea grande.

¿Que colchoneta se debe colocar a lo largo del talud de 4 metros o 2 metros? Pienso que 4 metros es mejor como mínimo, uso en el cauce. La razón es que si se socava, la forma de 4 metros es más resistente. Compare Tipo-1 y Tipo-2 en la figura e imagínese si ocurre una socavación grande que causaría por favor.

Tipo-3

Es uso modificado para evitar la juntura abierta, se sobrepone por 30 centímetros. La ejecución es un poco difícil y no es recomendable pues hay posibilidad de separar dos colchonetas por la acción avivada de la corriente fuerte en el punto sobrepuesto.

Tipo-4

Es uso modificado para evitar la juntura abierta, se sobrepone por 30 centímetros. La ejecución es un poco difícil. Se puede sobrepone más de 30 centímetros dependiendo del caso.

Tipo-5

Para uso normal, pero si se socava, la base más de 1 metro, se desruye. Solo se recomienda para lugares donde se estima la magnitud de socavación menor de 1 metro. Tipo-5 es un poco más resistente en comparación del Tipo-1 o Tipo-2.

Tipo-6

Para uso normal. Lleva colchoneta de gavión. Con este, se puede resistir bastante contra la socavación ya que la colchoneta persigue el hundimiento causado por la socavación. Además en Honduras, no existe un sistema de mantenimiento, entonces aunque se socava, nadie puede atender. Entonces, se recomienda colocar la colchoneta para el trabajo de protección del piso.

Yo lo recomendé para el Río Coloradito ya que es un tramo afuera de curva, además supongo la fuerza de arrastre es bastante grande, observando en la foto que el tamaño de las piedras son bastante grandes.

Tipo-7

Se usa donde se supone que la escala de socavación será bastante grande. Lleva 4 metros de ancho de colchoneta que es más resistible que la de 2 metros.

Tipo-8

Es más resistible contra la socavación generalmente. Dobles colchonetas resistirán por su peso y flexibilidad la fuerza de arrastre de las grandes crecidas. En vez de doble colchonetas, se puede usar solamente una colchoneta para el trabajo del piso como se muestra el Río Jimerito. (Ver A-38)

Tipo-9

Se utiliza para la protección de la margen. Yo lo apliqué en las Sepulturas Mayas en el Río Copan.

Tipo -10

Se utiliza para la protección de la margen. Si hay talud precipitoso y el caudal máximo se estima pequeño, pero la pendiente de la quebrada es pronunciada.

Tipo-11

Se utiliza para las pilastras del puente Bailey provisional. Aunque se llama provisional, se tarda muchos años en sustituir por el puente de concreto permanente en Honduras. Fue 24 años después del huracán Fifi que se reconstruyeron 3 puentes permanentes del Río Tulán, Omoa, Coto.

Un puente provisional tipo Bailey se construyó con pilastras por gaviones. Si se tarda muchos años en la reconstrucción del puente permanente, es necesario dar la durabilidad de las pilastras mediante la protección con colchonetas de gaviones. Si no hay colchonetas de gaviones, si se socava la base, se dañarán las pilastras.

Tipo-12

Es un ejemplo de presa SABO con una altura baja. En el lado aguas abajo, se caen las rocas y piedras entonces es necesario echar una plancha de concreto por lo menos de un espesor de 30 centímetros, pues la malia no aguanta el choque de las rocas, también es necesario en el vertedor.

Tipo-13

La ejecución es muy sencillito pero no es recomendable. Es un ejemplo de equivocación. El gavión no se debe usar así. Si se socava, se inclinará y se hundirá fácilmente.

Tipo-14

Es un poco mejor que el Tipo-13 pero no es recomendable tampoco.

Tipo- 15

Es un ejemplo de diseño original del proyecto en san Juancito. Yo recomiendo el Tipo-10 en vez de Tipo- 15. Porque en el Tipo- 15, 4 metros de ancho de colchoneta, debajo de 3 gaviones, no tiene razón. La fuerza de arrastre es suave, este tipo no es recomendable.

Tipo-16

Se utiliza para la margen, sujetando la colchoneta con el peso de gavión. La colchoneta de gavión no tiene tanto peso entonces, si se supone que la fuerza de arrastre mueve la colchoneta , hay que sujetarlo.

Tipo-17

Se utiliza en el margen que tiene una altura de aproximadamente 9 metros, por ejemplo, la margen izquierda del Río Choluteca en el punto del Puente Viejo Choluteca se encuentra una condición parecido, además está localizado en el lado afuera de un tramo en curva. Aquí, presento Plan -A, y Plan - B como un ejemplo.

El Plan -A requiere mucho acarreo de tierra con área de 110 metros cúbicos por un metro y con una área de gaviones de 9 metros cúbicos por un metro.

El Plan -B requiere un poco acarreo de tierra con área de 20 metros cuadrados por un metro y muchos gaviones con una área de 17 metros cuadrados por un metro en la sección de corte.

Si la margen tiene mucha altura, sale muy costoso y es más difícil para su ejecución.

El departamento de Obras Hidráulicas todavía no tiene experiencia en ejecutar este tipo de trabajo, entonces hay que diseñarlo y ejecutarlo muy cuidadosamente.