

INSPECCIÓN DE CAUCES: GUÍA DE RECONOCIMIENTO EN CAMPO

• Fabián Rivera-Trejo* •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

*Autor de correspondencia

• Freddy Uh-Us •

Comisión Nacional del Agua, México

• Gabriel Soto-Cortés •

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México

• Laura Lorena Díaz-Flores •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Resumen

Los estudios fluviales inician por lo general con visitas de inspección en campo, con el objetivo de recabar información que ayude a la realización del trabajo. Sin embargo, en muchas ocasiones, estas visitas se deben repetir debido a que los datos no eran suficientes, fueron de mala calidad, no se tenían las herramientas adecuadas para recopilarlos o algunos se omitieron por no tener claro qué recopilar. En la práctica, el incremento en el número de visitas no es deseable; por un lado, implica mayores costos y, por el otro, existen factores externos que lo hacen imposible (por ejemplo, el acceso se ha modificado o ya no se tienen las condiciones que se deseaban analizar). En este trabajo se propone una guía metodológica de reconocimiento en campo para estudios fluviales e hidráulicos que permita asegurar la mayor cantidad de información tanto en cantidad como en calidad posible en una sola visita. Se muestra un ejemplo de aplicación de la guía en un tramo de 10 km sobre el río Hondo, ubicado a las orillas de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México. La guía, por sí misma, no hace clasificaciones o evaluaciones del cauce, pero aporta los elementos necesarios para alcanzar estos objetivos. Se considera que esta guía será de utilidad para ingenieros, técnicos y estudiosos de los ríos que deseen iniciarse en estudios de campo, o para dependencias como la Conagua, la CFE, los gobiernos estatales y federal, así como universidades e institutos involucrados en el mantenimiento, conservación, evaluación y manejo de cauces.

Palabras clave: hidráulica fluvial, mecánica de ríos, evaluación de cauces.

Introducción

Los ríos se comportan de maneras muy diversas y con el tiempo van sufriendo cambios en la búsqueda de la estabilidad hidráulica. Estos cambios se deben a dos factores principales, los primeros asociados con fenómenos naturales y los segundos por causas antropogénicas. La importancia de la exploración o conocimiento de

los cauces es de gran beneficio, pues sobre todo en eventos extremos posibilita la prevención o reducción de daños en los ámbitos económicos y de infraestructura, pero de manera principal, cuando se trata de vidas humanas. Uno de los primeros pasos para estudiar un río es intentar clasificarlo y esto se hace de acuerdo con las necesidades del investigador a cargo, el cual, vale la pena resaltar, puede tener formaciones

profesionales muy diversas: ingeniero, hidrólogo, geomorfológico, biólogo, geólogo o ecólogo, entre otros (Quiñonez, 2007). En la literatura existe un gran número de propuestas de clasificación de ríos (Naiman *et al.*, 1992; Montgomery y Buffington, 1993; Goodwin, 1999; Simon y Thorne, 1996). En México se han escrito algunos documentos donde se proponen diversas técnicas de clasificación de ríos (Gracia y García, 1997; Gracia y Maza, 1997; Berezowsky y Vilchis, 2000). Sin embargo, a la fecha, la comunidad científica aún no se ha puesto de acuerdo sobre cuál es la mejor metodología a aplicar para clasificar un río (Kondolf, 1995; Miller y Ritter, 1996; Juracek y Fitzpatrick, 2003; Simon *et al.* 2005), en lo que sí se está de acuerdo es en la necesidad de recolectar datos de campo (Gracia y Maza, 1997; Rosgen, 1994; Berezowsky y Vilchis, 2000; Simon *et al.*, 2005; Rivera-Trejo *et al.*, 2008). Es frecuente realizar varias visitas al sitio de estudio; sin embargo, en la mayoría de los casos se debe a que los datos recolectados no fueron suficientes, fueron de mala calidad, se omitieron o no se tenían las herramientas o elementos necesarios para su recolección. En la práctica, el incremento en el número de visitas no es deseable; por un lado, implica mayores costos, y por el otro existen factores externos que lo hacen imposible, debido a que, por ejemplo, el acceso se ha modificado o hasta porque ya no se tienen las condiciones que se deseaban analizar. Esto sucede debido a la carencia de una guía metodológica que permita asegurar la mayor cantidad de información tanto en cantidad como en calidad. La guía debe definir con claridad cuáles son los datos principales a recopilar en campo y cómo hacerlo, y debe aportar los datos mínimos para establecer una primera aproximación del estado del cauce y su posterior clasificación. En este trabajo, a partir de experiencia adquirida en campo, se propuso una guía básica para la inspección de cauces, que en primera instancia pueda ser aplicada incluso por una sola persona, ya que las herramientas y/o dispositivos de apoyo propuestos son ligeros

y las muestras a recolectar pequeñas. La guía divide las variables a recolectar en tres grupos: I) geométricas y morfológicas; II) hidráulicas y sedimentológicas; y III) antropogénicas. Los parámetros bióticos y químicos no formaron parte de esta guía, pues no contribuyen al cambio fluvimorfológico de un cauce, sin embargo, en caso necesario pueden ser agregadas. Se ejemplifica el uso de la guía aplicándola a un tramo aproximado de 10 km sobre el río Hondo, ubicado a un costado de la ciudad de Chetumal, en el estado de Quintana Roo, México. A partir de la información recopilada en campo se establecieron las bases para una evaluación a detalle de la zona de estudio (Uh, 2010). El beneficio de aplicar esta guía metodológica impactó directamente en la calidad y cantidad de datos recolectados, por lo que se espera que su uso reduzca costos y permita llevar a cabo la inspección de campo de manera eficiente y metodológica.

Metodología

Definición de variables

Los cauces por naturaleza propia tienden al equilibrio por medio del ajuste de ciertos parámetros, entre los que se encuentran: el caudal, la pendiente longitudinal, el transporte de sedimentos, la resistencia al flujo, la estabilidad de las márgenes y del fondo, la vegetación, la temperatura, la geología y las actividades humanas. Cabe resaltar que en la mayoría de los casos son más importantes las interrelaciones entre factores que la influencia de cada uno de ellos por separado. Un ejemplo de lo anterior es la interrelación entre la pendiente longitudinal, la carga de sedimento y la resistencia de las márgenes y del fondo al movimiento, ya que están estrechamente ligadas entre sí (Gracia y Maza, 1997). A partir de estas consideraciones, se propusieron tres grupos de variables: Grupo I: geométricas y morfológicas, Grupo II: hidráulicas y sedimentológicas, y Grupo III: antropogénicas. En los cuadros 1a, 1b y 1c se resumen las variables involucradas

en cada grupo, el equipo necesario para su muestreo y los procedimientos a seguir para su recolección. El éxito en la aplicación de la guía implica un trabajo de gabinete previo, el cual considera, entre otros aspectos:

- a) *Información previa.* Se debe investigar la información existente referente al cuerpo de agua a evaluar, las diversas obras construidas en el cauce o cercanas al mismo, la existencia de estaciones de medición (hidrológicas, climatológicas, etcétera) y el tipo de terreno, entre otras. Esto se logra a través de mapas del sitio, fotografías aéreas, imágenes de satélite y/o reportes previos, y consulta a dependencias como la Comisión Nacional del Agua (Conagua), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), por mencionar algunas. Por lo general, la evaluación inicial es de tipo visual, debiéndose registrar los procesos que se perciban en el cauce, apoyándose en la recolección de muestras para un posterior análisis de laboratorio. Las fotografías que se tomen deben estar georreferenciadas, e incluir puntos o zonas de interés, obras hidráulicas existentes y cualquier otro dato relevante que se aprecie.
- b) *Equipo.* Una evaluación fluvial en campo lo más completa posible inicia asegurándose de contar con el equipo necesario y completo antes de iniciar el recorrido, pues en ocasiones resulta imposible regresar por él y en otras no existen segundas oportunidades para recopilar información, por condiciones extremas que pudieran presentarse, dificultando la realización de mediciones. El equipo recomendado se debe componer al menos de los siguientes elementos: equipo de seguridad, equipo de medición y equipo de apoyo, su descripción se encuentra en el cuadro 2. Se recomienda hacer un chequeo antes de iniciar el recorrido.
- c) *Transporte.* La inspección en campo involucra la disponibilidad de los medios de

transporte terrestre (camioneta) y fluvial (lancha). Aunque de manera usual estas visitas se llevan a cabo exclusivamente por vía terrestre, la recomendación es disponer del transporte fluvial, ya que posibilita un recorrido a detalle de la zona de estudio. En ambos casos, lo más aconsejable es disponer de personal nativo de la zona que sirva de guía y apoyo durante los recorridos, además de planear en gabinete la ruta a seguir, apoyándose de mapas del sitio. En caso de disponer de una lancha, un punto importante a considerar es el lugar de embarque y desembarque fluvial, pues no siempre es posible encontrar lugares adecuados para estas maniobras, por lo que también se aconseja que las embarcaciones para estos recorridos sean pequeñas.

- d) *Plan de trabajo.* Una vez verificados y recopilados los elementos básicos para la visita, el siguiente punto es realizar el plan de trabajo; a partir de mapas, fotografías e imágenes de satélite que existan de la zona se traza la ruta a seguir. En este punto se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos: posibles zonas de embarque y desembarque; ciudades, poblados o comunidades aledaños; puntos de abastecimiento de combustible; infraestructura hidráulica existente; centros de atención a emergencias; estaciones de medición y/o aforo, y obras de cruce (puentes, túneles, etcétera). Es a partir de la recolección de esta información que se asegura una buena planeación del recorrido de campo y se traza la ruta a seguir.

Caso de aplicación

Se aplicó la guía de inspección de cauces para un tramo del río Hondo, ubicado en Chetumal, Quintana Roo, México, la cual integró los siguientes aspectos:

- a) *Área de estudio.* La cuenca transfronteriza del río Hondo drena un área aproximada de 13 500 kilómetros cuadrados. Esta

Cuadro 1a. Variables geométricas y morfológicas de un cauce.

Variable	Equipo y material necesario	Procedimiento
Ancho de la superficie libre del cauce [b]	GPS y cuerda graduada	Atar la cuerda graduada de margen a margen del cauce a elementos suficientemente rígidos (árboles, cercas de ganado, etc.), procurando que sea perpendicular al eje del río. En caso necesario, definir el ancho a partir del trazo de líneas verticales imaginarias en las zonas húmedas de las orillas. Otra posibilidad es emplear el GPS, georreferenciando cada extremo del cauce y obteniendo la distancia entre estos dos puntos.
Forma de la sección	Estadal o cuerda graduada	Sumergir el estadal o cuerda graduada (previamente atado a una plomada) de forma vertical hasta el fondo del cauce, y anotar el tirante o profundidad de acuerdo con el equipo de medición utilizado; repetir este procedimiento a intervalos de igual distancia a todo lo ancho de la sección; georreferenciar con el GPS cada vertical.
Tipo de material que forma el lecho del cauce	Bolsas de plástico para recolección de muestras, pala de jardinería y GPS	Tomar en bolsas de plástico muestras de unos 200 g aproximadamente del material de las márgenes y de zonas de azolvamiento del cauce; georreferenciar; etiquetar la muestra y almacenarla para su posterior análisis de laboratorio. Se recomienda recolectar muestras en las secciones transversales del cauce y cada kilómetro, aproximadamente, o dependiendo del tipo de cauce y/o del recorrido en distancias menores.
Condiciones de erosión y depósito	GPS y cámara fotográfica	Identificar, mediante inspección física, las condiciones de erosión y/o deslizamiento de las márgenes, arrastre de sedimentos, azolvamientos, islas y puntos duros. Ubicarlos por medio del GPS y fotografiarlos para su posterior ubicación en un plano.
Forma del cauce	GPS y cámara fotográfica	Realizar inspección visual y georreferenciar cambios de dirección, zonas de posibles avulsiones, intersecciones y bifurcaciones en el cauce. Fotografiar y georreferenciar cada fotografía para la posterior ubicación en un plano.
Interacción río-mar	GPS y cámara fotográfica	Realizar una inspección visual de la interacción río-mar para determinar si los sedimentos del río abarcan más allá de la desembocadura en forma de "delta" o, lo contrario, si el mar se adentra al cauce para formar un estuario.

Cuadro 1b. Variables hidráulicas y sedimentológicas de un cauce.

Variable	Equipo	Procedimiento
Velocidad de la corriente	Flexómetro y cronómetro	Lanzar un objeto flotante al cauce, por ejemplo, un trozo de madera, de tal manera que permanezca en la superficie libre y pueda ser arrastrado por la corriente. Se lanza el objeto y se mide el tiempo de recorrido. Se recomienda repetir este procedimiento al menos cinco veces en cada sección y promediar el valor.
Diámetro del material de fondo [D_m]	Bolsas de plástico y pala de jardinería	Se determina a partir de las muestras de material recolectado, las cuales se trasladan al laboratorio y se lleva a cabo la prueba de tamizado. De ésta se obtienen el tipo y los tamaños del material que constituyen el fondo y los márgenes del cauce.
Tipo de transporte de sedimentos	GPS y cámara fotográfica	Realizar una inspección física en el cauce para determinar las características de la turbiedad del agua, presencia de azolvamiento o erosión, y tipo de sedimentos.

Cuadro 1c. Variables antropogénicas.

Variable	Equipo	Procedimiento
Población aledaña	GPS y cámara fotográfica	Realizar una inspección visual y calcular de manera aproximada el número de habitantes asentados en las inmediaciones del cauce en evaluación. Fotografiar y ubicar mediante GPS asentamientos importantes.
Urbanización	GPS y cámara fotográfica	Realizar una inspección visual del tipo de vivienda, servicios, recreación y su distribución en las inmediaciones del cauce en evaluación. Fotografiar y ubicar mediante GPS infraestructura urbana (carreteras, escuelas, caminos, etc.).
Desarrollo agrícola	GPS y cámara fotográfica	Determinar las condiciones y el tipo de cultivo que se practica en las inmediaciones del cauce en evaluación. Fotografiar y localizar con el GPS los cultivos representativos cerca del cauce y si existe infraestructura agrícola.
Desarrollo ganadero	GPS y cámara fotográfica	Determinar las condiciones y el tipo ganadería que se practica en las inmediaciones del cauce en evaluación. Fotografiar y localizar con GPS el tipo y/o ganado representativo de la región y la infraestructura ganadera existente.
Grado de deforestación	GPS y cámara fotográfica	Realizar una inspección visual de posibles zonas deforestadas; fotografiar y localizar los alrededores en busca de indicios que puedan aportar elementos para plantear hipótesis sobre las causas de esta deforestación
Tipos de obras hidráulicas	GPS, cámara fotográfica y flexómetro	Georreferenciar y describir las obras hidráulicas observadas durante la evaluación del cauce. Por ejemplo, puentes, tuberías, caminos, descargas, obras de toma, protecciones marginales, compuertas, drenes, etcétera.

Cuadro 2. Equipos de medición, seguridad y apoyo mínimos para realizar una inspección de campo.

Equipo de medición	Función
GPS	Ubicación, seguimiento y verificación de la ruta planeada, y localización de zonas o puntos de interés.
Brújula	Trazo de direcciones y ubicación de líneas de corriente.
Cámara fotográfica	Fotografías de zonas de interés.
Cronómetro	Estimación de velocidades aproximadas del flujo.
Estadal o cuerda graduada (50 m)	Medición del tirante o profundidad del cauce.
Flexómetro	Medición de elementos.
Mapa	Seguimiento de la ruta planeada y referencia de puntos o sitios de interés.
Equipo de seguridad	Función
Impermeable	Protección en caso de lluvia.
Lámpara de mano	Señalización y alumbrado.
Chaleco salvavidas	Seguridad en trayectos fluviales.
Teléfono celular	Comunicación en todo momento.
Cuerda de apoyo (20 m)	Apoyo en maniobras.
Botiquín	Uso en caso de emergencia.
Agua para beber	Prevención de deshidratación, se recomiendan dos litros por participante.
Refrigerio	Alimentación, se recomienda un <i>lunch</i> por participante.
Repelente	Prevención de piquetes de insectos.
Gorra	Protección contra el Sol.

Cuadro 2 (continuación). Equipos de medición, seguridad y apoyo mínimos para realizar una inspección de campo.

Equipo de apoyo	Función
Tabla de apoyo	Sujeción de las hojas de campo para poder realizar anotaciones claras.
Machete	Despeje y limpieza de zonas de interés.
Bolígrafo (3)	Anotaciones. Se recomienda llevar al menos dos de repuesto.
Herramienta multiusos	Apoyo en eventualidades mecánicas.
Carpeta impermeable	Protección de hojas de campo.
Baterías	Alimentación de equipos. Se recomienda un juego instalado en equipos y un juego completo de reserva.
Tanque de gasolina para lancha con combustible	Combustible para la lancha. Verificar que esté lleno y listo para usarse.
Hojas de campo (10)	Registro de notas y levantamientos durante el recorrido.
Bolsas de plástico (30)	Recolección de muestras de sedimentos.
Marcador permanente	Poner nomenclatura a bolsas de muestras.
Pala de jardinería	Toma de muestras de material del fondo y márgenes.
Mochila	Resguardo de equipo. Se recomienda impermeable y del tamaño suficiente para cargar todo el equipo y las muestras recolectadas.

corriente constituye el límite internacional entre México y Belice en aproximadamente 160 kilómetros, desembocando al final en la bahía de Chetumal (Conagua, 2004). El río Hondo es la mayor corriente superficial permanente de su región, la península de Yucatán, cuyo suelo es demasiado permeable para retener el agua, que en su mayoría trasmina, formando ríos subterráneos y cenotes. La importancia del río Hondo va desde la gran riqueza histórica que posee en la región, pues son numerosos los sitios arqueológicos que se encuentran en su recorrido, hasta fuente de abastecimiento de agua y vía de comunicación hacia el interior del territorio, siendo un punto básico para el desarrollo tanto del sur de Quintana Roo y el norte de Belice (Conagua, 2004). El tramo en estudio del cauce se localiza en las inmediaciones de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, y es el límite territorial entre los países de México y Belice (figura 1).

b) *Imágenes, fotografía y mapas.* A partir de imágenes de satélite (Google Earth, 2010), se identificó el tramo del cauce en estudio, delimitando la zona de evaluación unos 10

km antes de la desembocadura del río a la bahía de Chetumal, y se ubicaron las zonas tentativas para desembarque de la lancha, estaciones de medición, poblados aledaños e infraestructura hidráulica existente.

- c) *Poblados aledaños al cauce.* Se identificaron los poblados principales en la zona de estudio, los cuales fueron los siguientes: Santa Elena, México, y Santa Elena, Belice, que tienen el mismo nombre tanto de lado mexicano como del país vecino. Se encuentra también la ciudad de Chetumal, capital del estado de Quintana Roo, que es el punto de la desembocadura del río Hondo.
- d) *Infraestructura hidráulica.* Se identificaron dos puentes en el cauce, en las cercanías de la comunidad de Santa Elena. El Puente I, “Puente Internacional Río Hondo Antiguo”, es el primero que se construyó y data de 1978; mientras que el Puente II, llamado “Puente Internacional Río Hondo Nuevo”, tiene unos cinco años de terminado y se localiza de manera aproximada a 600 m aguas arriba del primero.
- e) *Identificación de secciones de control y zonas de interés.* Se seleccionaron nueve secciones de

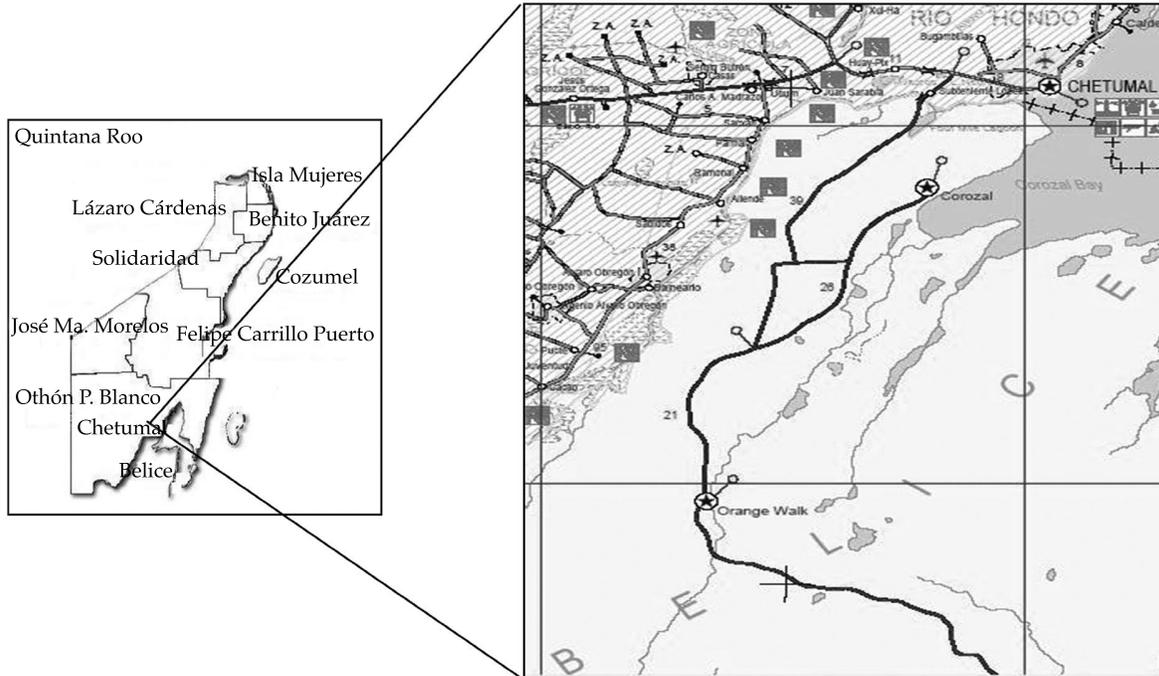


Figura 1. Localización.

control en el tramo a inspeccionar (figura 2). Las secciones se ubicaron en zonas de tramos rectos, esto con la finalidad de que los resultados a obtener fueran lo más apegados a las condiciones del cauce y no alterados por los efectos de una curva o de una estructura hidráulica. Además, se escogieron zonas de interés, como entradas a bahías, lagunas o islas. Definido el punto de partida, se trazaron las secciones en el tramo de estudio del cauce, quedando las siguientes: sección 1, delta del río Hondo, desembocadura del río al mar; sección 2, localización a 1 000 m de la desembocadura; sección 3, localización a 2 000 m de la desembocadura; sección 4, localización a 3 000 m de la desembocadura; sección 5, localización a 4 000 m de la desembocadura; sección 6, Sajomal Lagoon, aguas internacionales; sección 7, previa a la interacción con los puentes; sección 8, puente I, frontera con Belice; sección 9, puente II, frontera con

Belice. La identificación de estos puntos se realizó apoyándose en imagen de satélite. A continuación se llevó a cabo un recorrido terrestre para identificar los puntos seleccionados y verificar las condiciones para el recorrido fluvial.

- f) *Recorrido terrestre.* Inició en los muelles de la bahía de Chetumal, donde se contactó a la empresa privada "Villas Manati" y se les solicitó autorización para emplear su muelle-rampa para bajar la lancha, con lo que se resolvió el punto de desembarque de la lancha. Como siguiente actividad se recorrió la ciudad de Chetumal en las cercanías con el río, para ubicar los puntos de adquisición del combustible, centros de atención de emergencias y apoyo durante el recorrido fluvial.
- g) *Recorrido fluvial.* Una vez verificada la disponibilidad y el estado del equipo, los insumos e implementos básicos necesarios para la realización del trabajo, se realizó el recorrido fluvial, recopilando y clasificando

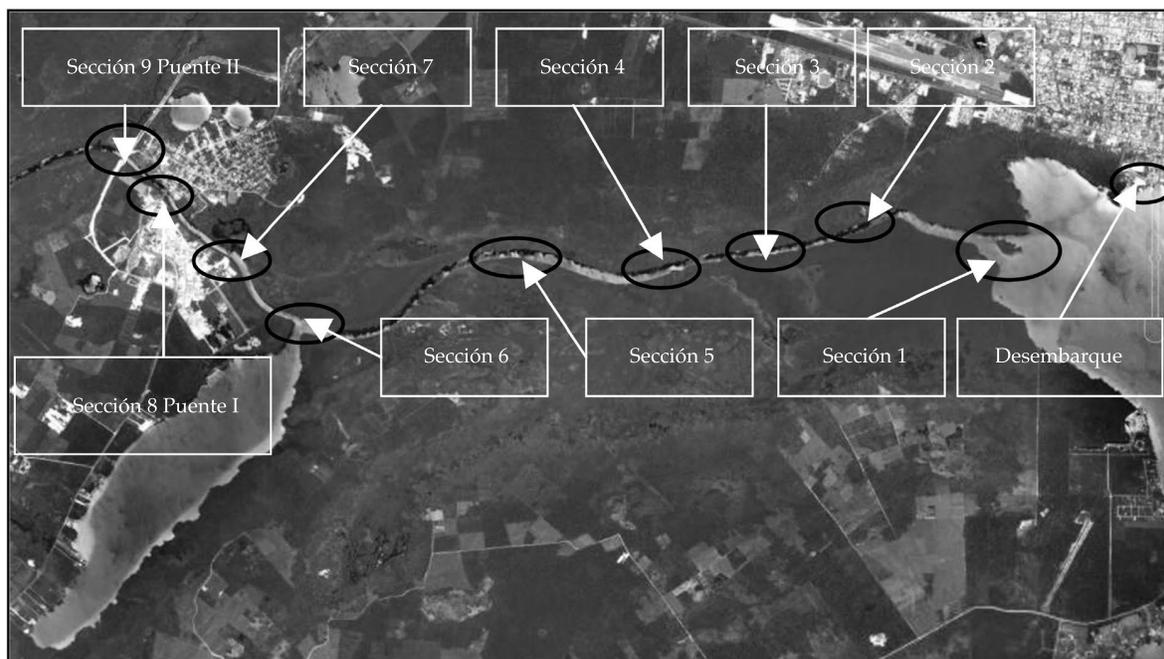


Figura 2. Secciones de control.

la información. A continuación se muestran los resultados obtenidos de esta evaluación.

Resultados

En las siguientes figuras se muestra un ejemplo del llenado de las hojas de campo referente al equipo (figura 3), así como de puntos de control y estructuras hidráulicas (figura 4). A partir de los datos recopilados se realizó una primera visión de los procesos involucrados en la zona de estudio. Se midieron las secciones transversales y se construyeron dos gráficas; una relacionó la variación de la profundidad de las secciones de control con la sinuosidad del cauce (figura 5) y otra los anchos (figura 6).

Conclusiones

Derivado de los datos recopilados en campo y las figuras 5 y 6, se aprecia que existe un estrangulamiento en las secciones transversales y longitudinales entre los puntos 8 y 9 (entre los puentes) y que existe una pendiente del

fondo mayor que aguas abajo de los mismos, lo cual hace pensar que se está generando un proceso erosivo que se puede explicar por medio de la balanza de Lane. En el punto 7 se observa un ensanchamiento, mismo que puede deberse a que los sedimentos erosionados entre las zonas de los puentes son depositados aguas abajo de los mismos. Al subir el nivel del fondo en el río y encontrar las corrientes un obstáculo al centro, empiezan a circular pegadas a las márgenes; por tal razón, los cauces tienden a ensancharse, fenómeno que puede estar sucediendo en ese tramo del río. La sección 6, correspondiente a la entrada de la laguna, que tiene un ancho de 103 m y una profundidad promedio de 6.40 m; en relación con la sección anterior es menos ancha, pero más profunda; en este comportamiento se advierte que probablemente exista un efecto de la laguna en cuanto a la retención de los sedimentos; para corroborarlo se necesita conocer la distribución de los caudales de entrada y salida a la laguna, a fin de inferir el comportamiento y su influencia en el

Equipo

Hoja 1 de 6

Río: Hondo, Chetumal, Q.Roo Hora: Inicio 12:00 Fin 17:30

Fecha: 14/11/09

Participantes: Fredy UH (EVALUADOR); JOSE TEJERO (CAPITAN); ISIDORO CANTO, GOODY PAULO, JOSE CUELLAR (AYUDANTES)

Equipos y materiales		Apoyo	
Medición	Seguridad		
GPS <input checked="" type="checkbox"/>	Agua potable <input checked="" type="checkbox"/>	Gasolina <input checked="" type="checkbox"/>	
Brújula <input checked="" type="checkbox"/>	Impermeable <input checked="" type="checkbox"/>	Bolsas de plástico <input checked="" type="checkbox"/>	
Cámara fotográfica <input checked="" type="checkbox"/>	Lampara de mano <input checked="" type="checkbox"/>	Hojas de campo <input checked="" type="checkbox"/>	
Flexómetro <input checked="" type="checkbox"/>	Chaleco salvavidas <input checked="" type="checkbox"/>	Tabla de apoyo <input checked="" type="checkbox"/>	
Estadal o cuerda <input checked="" type="checkbox"/>	Teléfono celular <input checked="" type="checkbox"/>	Machete <input checked="" type="checkbox"/>	
Mapa <input checked="" type="checkbox"/>	Cuerda de apoyo <input checked="" type="checkbox"/>	Bolígrafo (3) <input checked="" type="checkbox"/>	
	Botiquín <input checked="" type="checkbox"/>	Herramienta multiusos <input checked="" type="checkbox"/>	
	Repelente <input checked="" type="checkbox"/>	Carpeta impermeable <input checked="" type="checkbox"/>	
	Gorra <input checked="" type="checkbox"/>	Baterías <input checked="" type="checkbox"/>	
		Pala de jardinería <input checked="" type="checkbox"/>	
		Mochila <input checked="" type="checkbox"/>	

Consideraciones generales

Número telefónico mecánico automatriz: 983 10 16925 BUNDO

Número telefónico mecánico motores de lancha: 983 13 22985 PADILLA

Número telefónico de emergencias: 066 ESTADO DE QUINTANA ROO

Número telefónico y dirección de hospital mas cercano a la evaluación: 983 83 24596 AN. INDEPENDENCIA CON AVILES HERCULES DE CHARULTEPEC CAL: CENTRO "HOSPITAL MORELOS"

Comentarios

DE ACUERDO A LA DISTANCIA QUE SE PRETANDE RECORRER ALREDEDOR DE 10 KMS (SEGUNDO PUENTE INTERNACIONAL) SE REQUIEREN DE 30 LTS DE COMBUSTIBLE DE TAL MANERA QUE SE ESTAN CONSIDERANDO 40 LTS EN TOTAL.

Sección de control y/o puntos de interés

Hoja 2 de 6

Sección: EMBARCADERO "VILLA MARATI" Ubicación (Gps): 16 0 026 2252
20 46 214

Sección transversal (Esquema):

Comentarios

EN ESTA SECCION NOS ENCONTRAMOS TIENEN LA LANCHA EN UNA ZONA PRIVADA, LA POBLACION EXISTE EN FLOTANTE, PERDIDO A QUE SON TRABAJADORES; LA ZONA SE ESTA DESARROLLANDO CON EL INCREMENTO DE RESIDUOS DEPARTAMENTALES Y DE LA CONSTRUCCION DE UN FRENTEAMIENTO, NO EXISTE CULTIVOS; NO HAY GRANADERIA Y LA COBERTURA VEGETAL ES DE LA REGION DE PALMERAS Y CESTED.

Sección: 01 Ubicación (Gps): 16 0 026 1777
20 47 687

Sección transversal (Esquema):

Comentarios

SE TOME LA MUESTRA DE SEDIMENTO DE FONDO #1) LAS MEDIDAS PONTUALES SE REALIZARON A DISTANCIAS IGUALES DEL TOTAL DEL ANCHO DEL CAUCE, EXISTE EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO A LA BARRIA UNA PEQUEÑA ISLA, EN ESTA ZONA EXISTEN EXCESOS DE MATERIAL ABOYANDO.

Figura 3. Hoja de campo (equipo).

Figura 4. Hoja de campo (sección de control).

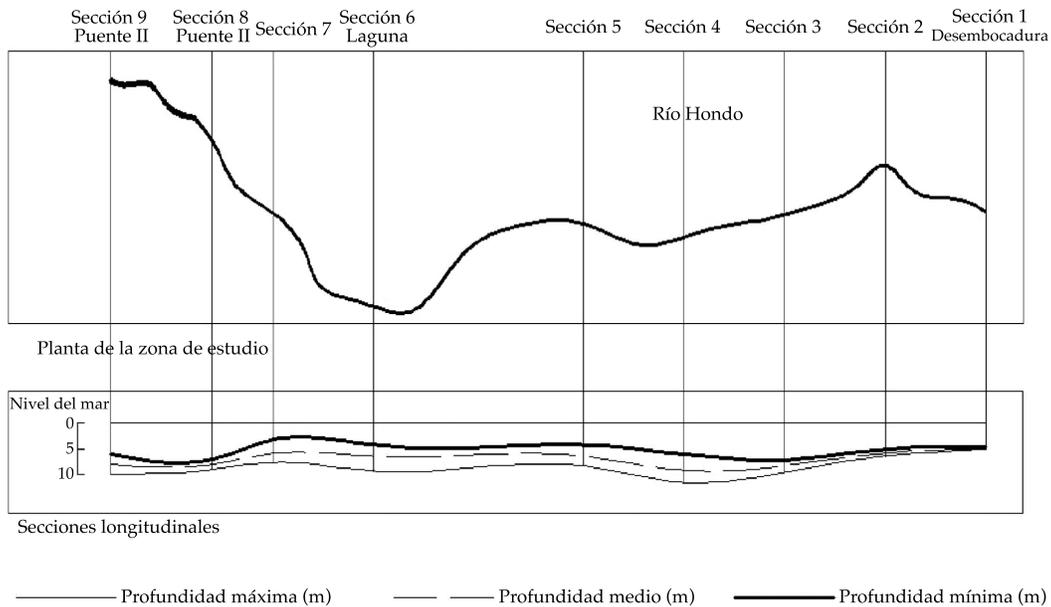


Figura 5. Perfiles longitudinales.

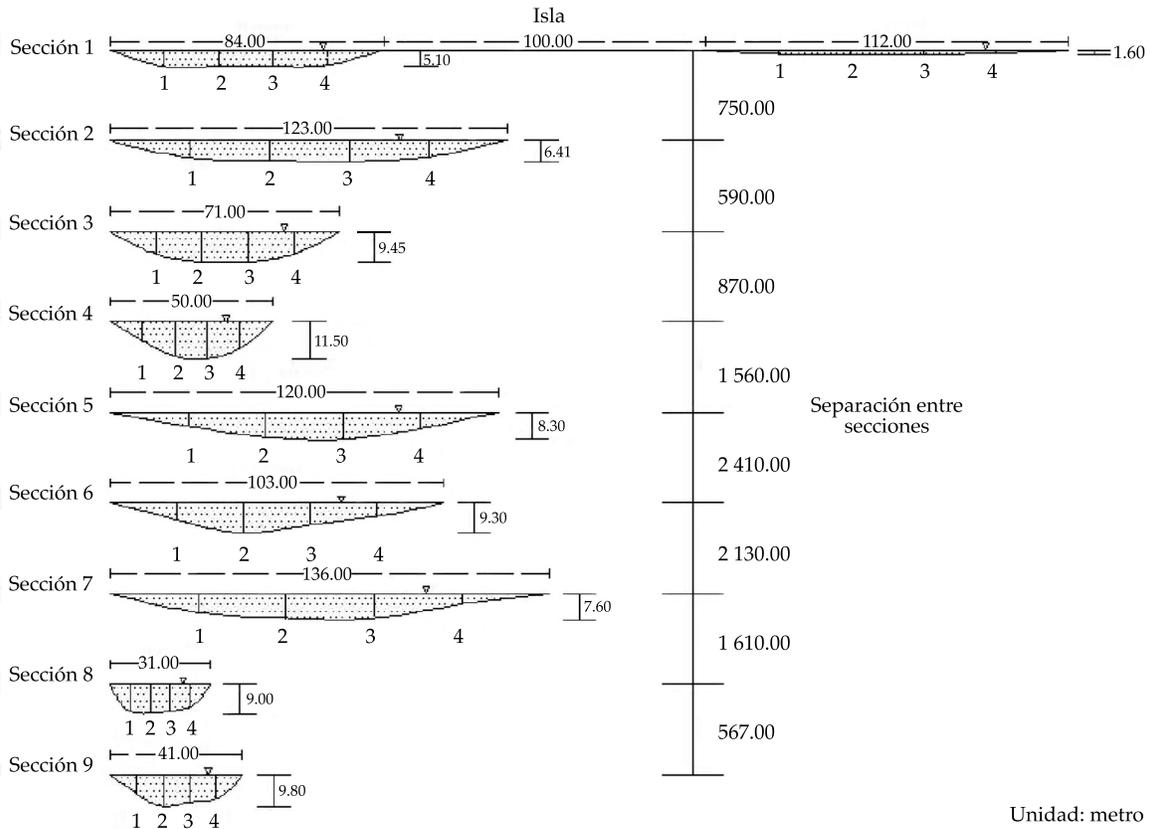


Figura 6. Secciones transversales.

comportamiento fluviomorfológico del río. En la sección 5 se observa que el ancho del cauce aún es significativo (120 m), esto hace suponer que sigue un alto depósito de sedimentos. En la sección 4 se aprecia un cambio importante en el ancho del cauce, llegando a 50.00 m, y una profundidad promedio de 9.00 m, así se piensa que es el ancho promedio que alguna vez tuvo todo el cauce, y que en caso de continuar la tendencia y que crezca el azolvamiento, el fenómeno observado de ensanchamiento se desplazará hacia aguas abajo. Por otra parte, en la sección 3 empieza a ensancharse el cauce, alcanzando los 71 m, con una profundidad de 8.00 m, mientras que en la sección 2, el ancho es de 123 m, con una profundidad de 6.00 m. En ambos casos y por su cercanía con el mar, este comportamiento es el resultado de la interacción río-mar, que

se manifiesta con una delta que empieza a formarse de manera aproximada de la sección 3. Por último se tiene la sección 1, que es exactamente la desembocadura del río; en dicha sección se ha formado una isla de unos 100 m de ancho y canales de navegación, como ya se había comentado. El fenómeno se debe a la interacción río-mar y a la forma de la desembocadura, que en este caso da el origen a la isla y en otros a la formación de barras. Aquí es importante estudiar cómo ha sido la evolución de este delta y si el efecto de los puentes es el responsable de una aceleración del proceso de azolvamiento. La vital importancia del río como vía fluvial merece, por sí sola, que se realice un estudio fluviomorfológico completo, que incluya batimetría a detalle, cuantificación de sedimentos e hidrodinámica. A partir de estos elementos será posible

obtener una radiografía del río y así llevar a cabo medidas tanto estructurales como no estructurales, con la finalidad de revertir los posibles efectos negativos que están alterando el equilibrio del río. Con base en lo anterior, se puede decir que el cauce se encuentra en un proceso de desequilibrio y que busca de manera natural restaurar los efectos ocasionados por los puentes construidos; esto lo está llevando a modificar sus condiciones naturales y a crear procesos que pueden alterar de manera significativa sus características de escurrimiento. La comprobación de estas hipótesis considera un programa detallado de monitoreo. De la información recopilada en campo, una propuesta es que las secciones de monitoreo se reduzcan y que se consideren sólo siete de las nueve secciones iniciales: una sección aguas arriba; una intermedia; una aguas abajo de los puentes; una sección antes de la entrada de la laguna; una después de la laguna; una sección donde empieza el delta del río, y una en la desembocadura del mismo a la bahía de Chetumal. Por último, se comenta que la aplicación de la metodología al caso de un tramo fluvial de río Hondo fue con la finalidad de ver la bondad de la misma, tomando en cuenta que se realizó una sola visita al sitio. En ningún sentido esta guía suplirá a un estudio integral y sólo da elementos para valoraciones posteriores. Se espera que este trabajo sirva a ingenieros de campo, técnicos, estudiantes y público en general, interesados en los aspectos metodológicos de la evaluación de cauces. Dependencias tales como la Conagua, la CFE, gobiernos federal y estatales, así como universidades e institutos, son los potenciales beneficiarios de esta metodología.

Recibido: 13/04/10
Aceptado: 20/07/12

Referencias

BEREZOWSKY, V.M. y VILCHIS, V.R. *Protección y Control de Cauces*. México, D.F.: CNA-IMTA, 2000, 695 pp.

- CONAGUA. *Términos de referencia para la realización del estudio Diagnóstico para el manejo sustentable del agua en la cuenca Internacional del río Hondo México-Belice al 2025*. Comisión Nacional del Agua-Gobierno del estado de Quintana Roo, 2004, 33 pp.
- GOODWIN, C.N. Fluvial classification: Neanderthals necessity or needless normalcy. *Proceedings of Speciality Conference on Wildland Hydrology*. AWRA, 1999, pp. 229-236.
- GOOGLE EARTH. Software libre Google Earth [en línea]. Revisado el 6 enero 2010. Disponible en *World Wide Web*: earth.google.es.
- GRACIA, J. y MAZA, J.A. Morfología de ríos. Capítulo 11. *Manual de ingeniería de ríos*. México, D.F.: Instituto de Ingeniería de la UNAM, 1997, 50 pp.
- GRACIA, J. y GARCIA, M. Estabilidad de cauces. Capítulo 12. *Manual de ingeniería de ríos*. México, D.F.: Instituto de Ingeniería de la UNAM, 1997, 124 pp.
- JURACEK, K.E. and FITZPATRICK, F.A. Limitations and implications of stream classification. *Journal of American Water Resources Association*. Vol. 39, No. 3, 2003, pp. 659-670.
- KONDOLF, G.M. Geomorphological streams channel classification in aquatic habitat restoration: uses and limitations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. Vol. 5, 1995, pp. 1-15.
- MILLER, J.R. and RITTER, J.B. An examination of the Rosgen classification of natural Rivers. *Catena*. Vol. 27, 1996, pp. 295-299.
- MONTGOMERY, D.R. and BUFFINGTON, J.M. *Channel classification, prediction of channel response and assessment of channel condition*. Washington, D.C.: Naturak Resource Report TFW-SH10-93-002, 1993, 86 pp.
- NAIMAN, R.J., LONZARICH, D.G., BEECHIE, T.J. and RALPH, S.C. General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers. In: *Rivers Conservation and Management*. Chichester, UK: Wiley & Sons, 1992, pp. 93-123.
- QUIÑONEZ, A.V. Aplicación del sistema de clasificación fluvial de Rosgen en arroyos urbanos de la región del oeste del estado de Paraná (Brasil). *Memorias del Tercer Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos*. Córdoba, Argentina: 2007, pp 1-7 [en línea]. Fecha de consulta: 9 de marzo de 2010. Disponible en *World Wide Web*: http://irh_fce.unse.edu.ar/Rios2007/index_archivos/A/7.pdf.
- RIVERA-TREJO, F., VÁZQUEZ-RODRÍGUEZ, J.M., MENDOZA-PALACIOS, J., ESTRADA-BOTELLO, M. y SOTO-CORTÉS, G. Alteración que presenta la distribución de sedimentos en una bifurcación de un río de planicie debido a cambios morfológicos inducidos. Estudio de campo. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. XXIII, núm. 3, 2008, pp. 49-63.
- ROSGEN, D.L. A classification of natural rivers. *Catena*. Vol. 22, 1994, pp. 169-199.

SIMON, A. and THORNE, C.R. Channel adjustment of an unstable coarse-grained stream: Opposing trends of boundary and critical shear stress, and the applicability of extremal hypotheses. *Earth Surface Processes and Landform*. Vol. 21, 1996, pp. 155-180.

SIMON, A., DOYLE, M., KONDOLF, M., SHIELDS, F.D., RHOADS, B., GRANT, G., FITZPATRICK, F., JURACEK, K., MCPHILLIPS, M., and MACBROOM, J. *How well do*

Rosgen classification and associated "Natural channel design" method integrate and quantify fluvial processes and channel response? ASCE, 2005, 12 pp. [en línea]. Fecha de consulta: 9 de marzo de 2010. Disponible en *World Wide Web*: <http://ascelibrary.org>.

UH, F. *Evaluación de cauces a través de parámetros fluviales*. Tesis de grado. Villahermosa, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2010, 83 pp.

Abstract

RIVERA-TREJO, F., UH-US, F., SOTO-CORTÉS, G. & DÍAZ-FLORES, L.L. *River inspection: field survey guide*. Water Technology and Sciences (in Spanish). Vol. IV, No. 2, April-June, 2013, pp. 149-161.

River studies generally begin with field inspection visits in order to collect information. Nevertheless, these visits often need to be repeated because there is not enough data, its quality is poor, the right tools are not available to properly collect them or some data are omitted for lack of clarity about what is needed. In practice, an increase in the number of visits is not desirable. It increases costs and external factors also exist that make additional visits impossible (for example, access has been changed or the conditions to be analyzed no longer exist). This paper proposes a methodological field survey guide to study rivers and hydraulics in such a way that ensures gathering the greatest amount and the best quality information as possible in one visit. An example of the application of the implementation of the guide is shown in a 10 km section of the Hondo River, located on the outskirts of the city of Chetumal, Quintana Roo, Mexico. The guide itself does not provide classifications or evaluations of the channel, but rather the elements needed to achieve these objectives. This guide is considered useful for engineers, technicians and river specialists wishing to undertake field studies, or for agencies such as Conagua, the CFE, state and federal governments, as well as universities and institutes involved in the maintenance, conservation, evaluation and management of rivers.

Keywords: river hydraulics, river mechanics, evaluation and management of river channels.

Dirección institucional de los autores

Dr. Fabián Rivera-Trejo
Dra. Laura Lorena Díaz-Flores

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Carr. Cunduacán-Jalpa de Méndez km. 1
Col. La Esmeralda
86690 Cunduacán., Tabasco, MÉXICO
Teléfono y fax: +(52) (914) 3360 940
jgfabianrivera@gmail.com
lldf72@yahoo.com

M.I.H. Freddy Uh-Uh

Comisión Nacional del Agua
Av. Álvaro Obregón núm. 494, Col. Centro
77000 Chetumal, Quintana Roo, MÉXICO
Teléfono y fax: +(52) (983) 8320 024
freddyuh2112@hotmail.com

Dr. Gabriel Soto-Cortés

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad
Azcapotzalco
Av. San Pablo núm.180, Azcapotzalco
02200 México, D.F., MÉXICO
Teléfono y fax: +52 (55) 5318 9000
gsotouam@gmail.com