

Diagnóstico de la naturalidad del Río Eslava, D.F. como soporte para su conservación

*Marta Magdalena Chávez Cortés
Karla Erika Mancilla Hernández
Yunuén Sevilla Salcedo*

Introducción

Un problema que es grave en nuestros días, es el deterioro que están sufriendo las *cuencas hidrológicas*, particularmente los grandes impactos ambientales en los cursos de los ríos, que han degradado sus funciones ecológicas, y que repercute en la calidad de vida de los habitantes de sus riberas. Hablamos de impactos como la contaminación del agua, de la pérdida de hábitat, de la pérdida de biodiversidad, de la erosión de las riberas, de la pérdida de espacios recreativos, entre otros. Tal es el caso del Río Eslava, en el D.F., donde su cauce está siendo amenazado por los impactos del crecimiento urbano, la agricultura y la ganadería.

Las zonas riparias son consideradas en el diseño del paisaje como componentes clave para el control parcial de la calidad del agua de los ríos, el mantenimiento de la biodiversidad acuática y terrestre; así como por su contribución a los valores estéticos en la región donde se hayan inmersos. Asimismo, los ríos son frecuentemente los indicadores más sensibles de los cambios en el ecosistema inducidos por el hombre. En consecuencia, estas zonas frecuentemente encabezan la agenda de muchos tomadores de decisiones y planificadores regionales, atrayendo además, la atención de numerosos investigadores. Como el uso del suelo y la cubierta vegetal de estas áreas afecta su funcionalidad ecológica y su sustentabilidad, se han buscado diferentes formas de protegerlas de las amenazas que se derivan principalmente del modelo de desarrollo urbano, asociado al acelerado crecimiento de la población, con el fin de no perder a los ríos como elementos naturales del paisaje. En este tenor, recientemente se ha propuesto que el manejo y la planeación del agua se realicen de manera integrada. Es decir, mediante un proceso incluyente que maneje escalas

* Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-X. Calz. Del Hueso 1100, Col. Villa Quietud C.P.04960, Coyoacán. FAX: 54837469, cmm1320@correo.xoc.uam.mx

del paisaje del tamaño de ecosistemas, en donde su estructura y funcionamiento sea el aspecto central para que los servicios ambientales y los recursos bióticos sean preservados. Y, al mismo tiempo, que se mantengan usos humanos apropiados y una mejora en las condiciones de vida (Haeuber y Franklin, 1996). Dentro de este marco de referencia, ha surgido una corriente internacional en el ámbito de la planeación territorial que apoya el diseño de corredores verdes de tercera generación como una alternativa para conservar los ríos, vistos como paisajes fluviales. Estos corredores se caracterizan por ser elementos lineales en la estructura del paisaje, los cuales están planeados, diseñados y manejados para cumplir múltiples propósitos entre los cuales destacan: los ecológicos, recreativos, culturales y estéticos (Ahern, 1995) Partiendo de esta visión, surge la pregunta siendo el río Eslava un elemento lineal del paisaje ¿es posible planearlo y manejarlo como un corredor verde de tercera generación? Para responder esta pregunta una de las primeras cosas que es necesario evaluar es el potencial ambiental del sitio, ya que de existir, se podría continuar con la exploración de la viabilidad de esta alternativa. De aquí que el objetivo de este trabajo sea realizar un diagnóstico de la naturalidad del Río Eslava, como una medida de su potencial ambiental.

La zona de estudio

La microcuenca del río Eslava se localiza al surponiente del Distrito Federal, sus coordenadas geográficas extremas son: 19°15'10" y 19°17'30" latitud norte y 99°16'40.6", 99°15'18" longitud este. Esta microcuenca se encuentra bajo la jurisdicción de los Centros Regionales de Conservación de los Recursos Naturales y Desarrollo Rural N°1 y N°2 de la CORENA del Gobierno del Distrito Federal, así como del DDR 41 de la SAGARPA.

Según la división política del Distrito Federal la microcuenca río Eslava se ubica en las delegaciones políticas de Tlalpan y Magdalena Contreras. El 15% de la superficie de la microcuenca se localiza dentro de Tlalpan, y el 85% restante se ubica dentro de la delegación Magdalena Contreras. Territorialmente la microcuenca, se localiza principalmente dentro de la comunidad de San Nicolás Totolapan.

El área rural comprende una superficie de 402.42 Ha, y en ella se desarrollan las producciones agrícola, pecuaria, de transformación de los productos agrícolas y/o pecuarios, las cuales se han venido desarrollando en menor porcentaje debido a los altos costos de

producción así como al avance de los asentamientos humanos irregulares. Estos factores han propiciado el deterioro y, en casos severos, la destrucción del suelo de conservación.

Materiales y métodos

El diseño metodológico tomó como base el enfoque de planeación sustentable del paisaje de Botequilla y Ahern (2002), en sus cuatro primeras fases: enfoque, análisis, diagnóstico y prognosis. En la fase de *enfoque* se definió y se orientó el objetivo del diagnóstico. Esta fase se concentró también en la selección de la estrategia de investigación, en la definición de los criterios que guiaron el análisis, y en la selección de los métodos y herramientas de investigación que se utilizaron. Para este trabajo se optó por una estrategia de investigación de estudio de caso por tratarse del estudio de un fenómeno que se da en un ambiente no creado ex profeso, ya que ocurre dentro del contexto de la vida real. Además, se pretende responder a necesidades actuales y propias del contexto, a través de las recomendaciones.

El criterio general con el que se decidió evaluar el potencial ambiental del río fue el de su naturalidad biofísica, entendida como el grado en el cual el ambiente natural está libre de perturbaciones biofísicas causadas por la influencia de la sociedad tecnológica moderna (FAO, 2001; Kubicek, et al., 2006). Su selección tomó en consideración dos aspectos: 1) se quería contar con un indicador sencillo que nos permitiera identificar ahora, y a lo largo del tiempo, problemas y oportunidades de conservación y 2) el aislamiento de los impactos o la influencia de la actividad humana está considerado como un indicador razonable de la integridad ecológica (FAO, 2001).

La naturalidad del río permite reconocer estados de buena calidad del hábitat para especies silvestres animales y vegetales, y de fuente de bienes y servicios ambientales para los humanos. Asimismo, este criterio obliga a los ecólogos a hacer una síntesis de las características de un ecosistema ribereño que pueden ser empleadas como indicadores, tanto del estado natural del ecosistema, como de sus diferentes grados de perturbación. Tal es el caso del empleo de la presencia y abundancia de ciertas taxas animales y vegetales que son muy sensibles a la perturbación, y que sólo se presentan en condiciones de alta calidad del hábitat. Por el contrario, la presencia de especies de animales y plantas que podrían clasificarse como tolerantes indicarían lo contrario (Randolph, 2004).

Por otro lado, la disponibilidad de tiempo para llevar a cabo el diagnóstico llevó a pensar en la naturalidad del río como criterio de evaluación debido a que puede describirse mediante atributos que pueden monitorearse rápidamente mediante una observación visual. Para el caso de un río, además de la presencia de especies sensibles y oportunistas, existen otros atributos útiles tales como: la alteración de la condición natural del cauce, evidencias de alteración hidrológica, extensión de la vegetación natural en la zona riparia, la estabilidad de los bancos, la apariencia del agua, signos de enriquecimiento de nutrientes, abundancia de pozas y su profundidad, tipos de hábitat para invertebrados, porcentaje de cobertura del dosel sobre el río, entre otros (Selman, 1992; USDA, 1999, Randolph, 2004). También se pueden considerar factores como la amplitud de la zona buffer, la presencia y abundancia de fuentes de contaminación, y la invasión del área federal si esta aplica para el caso.

La fase de *análisis* abordó la construcción y validación de las herramientas para la obtención de información, en este caso la selección de la lista de chequeo para el diagnóstico de la naturalidad del sitio. La lista de chequeo elegida fue la de evaluación visual de un río del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS) (Randolph, 2004), adaptada por los autores. También se adoptaron la escala de evaluación y la regla de decisión propuestas por estos mismos organismos para calificar tanto el estado de los atributos, como el de la naturalidad del río en conjunto (Tabla 1).

Para completar el diagnóstico se consideraron dos factores más que podrían afectar la condición ambiental del río. Estos fueron la presencia y tipo de fuentes puntuales de contaminación y la presencia o ausencia de invasión en la zona federal (10 m a cada lado a partir de las riberas).

Esta fase comprendió asimismo la aplicación de estos instrumentos y la organización de datos en formato digital que sirvió de soporte para el diagnóstico. Para la obtención y registro de datos, se dividió el tramo de aproximadamente 13 Km que cubre el río estudiado en 130 segmentos de muestreo de 100 m aproximadamente sobre los cuales se levantaron los registros de los distintos atributos contemplados en la lista de chequeo y se les asignó su calificación de acuerdo a las descripciones de los valores de la escala utilizada. También se tomaron registros de los factores complementarios arriba mencionados. Una vez terminados los levantamientos, se cargaron los datos a la computadora en una hoja de cálculo y se

promediaron las calificaciones de los intervalos de los segmentos, obteniendo así un valor representativo de cada uno de los atributos de la lista de chequeo.

Sintetizando la información anterior, la fase de *diagnóstico* buscó responder a las preguntas: ¿cómo se encuentra el río desde la perspectiva de la naturalidad?, ¿qué aspectos hay que atender y por qué para poder diseñarlo como un corredor verde generación III?. El estado general del río con respecto a su naturalidad se clasificó cualitativamente en una de cuatro categorías, de acuerdo al valor promedio de las calificaciones de los atributos: Mala ($C < 6.0$), Aceptable ($6.0 \leq C \leq 7.4$), Buena ($7.4 < C < 9$) y Excelente ($C \geq 9$). Partiendo de estas calificaciones, se elaboró el diagnóstico del río discutiendo el estado general del río a la luz de cada uno de los atributos y factores observados.

Finalmente, en la fase de *prognosis* se propusieron una serie de acciones para mejorar la condición actual de la naturalidad del río de manera que los cambios beneficien la propuesta de corredor verde.

Tabla 1. Factores y descripción de las calificaciones para la evaluación visual de un río (USDA, NCRS, 1999)

Condición del canal			
Canal natural sin estructuras ni diques. Ninguna evidencia de desviaciones cuenca abajo o laterales	Evidencia de alteraciones pasadas en el cauce, pero con una significativa recuperación del mismo y sus bancos. Con algunos diques o nivelaciones que proveen acceso a una adecuada planicie de inundación	Canal alterado, menos del 50% canalizado o revestido. Exceso de redes de canales. Diques u obras de nivelación que restringen la amplitud de la planicie de inundación	El cauce esta severamente canalizado o ampliado. Más del 50% esta canalizado o revestido. Los diques y las obras de nivelación impiden el paso a la planicie de inundación
10	7	3	1
Alteración hidrológica			
Inundaciones cada 1.5 a 2 años. Sin presas, sin tomas de agua del cauce, sin diques u otras estructuras que limiten al cauce su acceso a la planicie de inundación. El canal no esta cortado.	Las inundaciones ocurren sólo cada 3 o 5 años cortes del cauce. Tomas de agua limitadas sin afectación de hábitats para la biota	Las inundaciones sólo ocurren cada 6 o 10 años, el cauce esta severamente cortado. Las tomas de agua afectan significativamente los hábitats de la biota	Sin inundaciones; el cauce cortado severamente o con estructuras que impiden el acceso a la planicie de inundación, o bien en operación sistemas de presas que controlan el flujo. Las tomas de agua causan severas pérdidas de los hábitats de la biota. Las inundaciones ocurren sólo en eventos fuertes de lluvias
10	7	3	1

Zona riparia				
La vegetación natural se extiende al menos dos veces la amplitud del canal a ambos lados	La vegetación natural se extiende al menos una vez la amplitud del canal a ambos lados, o si es menor cubre toda la amplitud del cauce	La vegetación natural se extiende la mitad de la amplitud del canal a ambos lados	La vegetación natural se extiende un tercio de la amplitud del canal a ambos lados o la función de filtración está moderadamente comprometida	La vegetación natural se extiende a menos de un tercio de la amplitud del canal a ambos lados, o hay falta de regeneración, o la función de filtración está severamente comprometida
10	8	5	3	1
Apariencia del agua				
Muy clara, o clara pero color te; visibilidad de objetos a una profundidad de 90 a 180 cm (o menos si esta ligeramente coloreada); sin capas aceitosas en la superficie; sin películas visibles sobre objetos sumergidos o rocas	Ocasionalmente opaca, sobretodo después de tormentas, pero que se aclara rápidamente; objetos visibles a una profundidad de 45 cm a 90 cm; puede tener un ligero color verdoso; sin capas aceitosas en su superficie	Considerable opacidad la mayoría del tiempo; objetos visibles a una profundidad de 15 cm a 45 cm; las secciones de baja velocidad de flujo con plantas verdes; las rocas del fondo y los objetos sumergidos cubiertos por una película verde gruesa. Olor moderado a amoníaco o huevos podridos	Muy turbia o lodosa la mayoría del tiempo; objetos visibles a una profundidad menor a 15 cm; el agua con baja velocidad puede ser de un color verde brillante, tener otros contaminantes, algas flotando, la superficie brillante o con espuma. Con una capa densa de espuma en la superficie. Un fuerte olor a sustancias químicas, aceite, aguas negras u otros contaminantes	
10	7	3	1	
Enriquecimiento de nutrientes				
Agua clara a lo largo del cauce. Comunidad de plantas diversa que incluye bajas cantidades de muchas especies de macrofitas y poco crecimiento de algas	Ligeramente clara o verdosa, crecimiento moderado de algas en los sustratos del cauce	Agua verdosa a lo largo del cauce; sobreabundancia de macrofitas verdes, abundante crecimiento de algas, especialmente durante el verano	Agua color verde fuerte, gris o café a lo largo del cauce. Crecimiento denso de macrofitas, fuerte florecimiento de algas que dan lugar a macizos de algas flotantes	
10	7	3	1	
Pozas				
Abundancia de pozas someras y profundas, más del 30% del fondo de la alberca esta oscuro por su profundidad, o las pozas tienen al menos 150 cm de profundidad	Pozas presentes pero no abundantes; del 10 al 30 % del fondo de las pozas es oscuro debido a la profundidad; las pozas son al menos de una profundidad de 90 cm	Pozas presentes pero someras; del 5 al 10 % de del fondo de las pozas es oscuro debido a la profundidad; o las pozas son menos profundas a 90 cm	Pozas ausentes o el fondo entero es visible	
10	7	3	1	

Estabilidad en bordes Los bordes son estables; son bajos (a la elevación de la planicie de inundación); 33% o más de la superficie erodable en los recodos externos esta protegida por raíces que se extienden hacia la parte más alta 10	Moderadamente estable; los bordes son bajos (a la elevación de la planicie de inundación); menos del 33% de la superficie erodable en los recodos externos esta protegida por raíces que se extienden hacia la parte más alta 7	Moderadamente inestables; los bordes son bajos pero por lo general son altos (ocurren 5 inundaciones o menos en un año; los bordes externos están erosionados (vegetación caída sobre los bordes, troncos caídos dentro del cauce, pendientes abruptas aparentes) 3	Inestable, los bordes pueden ser bajos pero por lo general son altos; las orillas internas y externas de los bordes están muy erosionadas (vegetación caída sobre los bordes desnudos, numerosos troncos caídos dentro del cauce, múltiples pendientes abruptas aparentes) 1
Hábitat para invertebrados Disponibles al menos cinco tipos de hábitat. El hábitat está en un estado de permitir una total colonización por los insectos (restos de madera, y troncos viejos caídos) 10	Tres o cuatro tipos de hábitat. Existe algún potencial de hábitat tales como árboles colgando pero que no están dentro del cauce 7	Uno o dos tipos de hábitat. El substrato está frecuentemente perturbado, cubierto o removido por el agua del cauce que corre a mucha velocidad o bien deslavado o cubierto por sedimentos. 3	Ningún tipo de hábitat 1
Cobertura del río por el dosel >75% de la superficie del agua sombreada 10	> 50% de la superficie sombreada 7	20 a 50% de la superficie sombreada 3	< 20 % de la superficie del agua sombreada 1

Resultados y discusión

En una primera aproximación, y de acuerdo con las calificaciones de naturalidad, el río Eslava se puede dividir en dos zonas claramente marcadas. La que abarca la zona media-baja de la cuenca con una única categoría: POBRE, y la que cubre la zona media-alta de la cuenca donde se presenta una combinación de las clases REGULAR, BUENA y EXCELENTE fundamentalmente, con un tramo que se califica como POBRE (ver Figura 1).

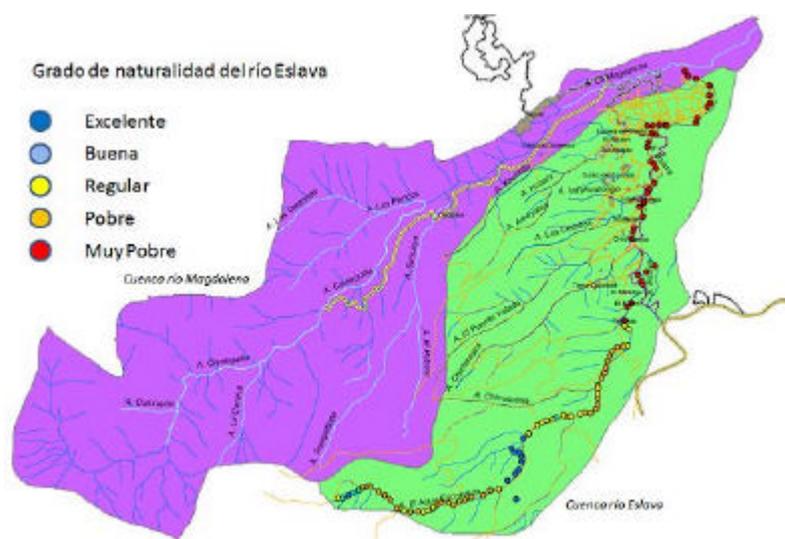


Figura 1. Distribución espacial del grado de naturalidad del Río Eslava.

Haciendo un análisis de frecuencias de las categorías de los sitios se encontró que la calificación “pobre” fue la más frecuente a lo largo del cauce con 66.90% de las frecuencias; las clases “regular” y “excelente” suman el 18.46% y 11.54% de las frecuencias respectivamente, mientras que la clase “bueno” estuvo pobremente representada (3.08 %) (Ver Cuadro 1).

Con respecto a los atributos de la naturalidad, una primera revisión indica que algo más del 33% de los sitios del río tienen calidad ambiental regular o mejor. También se desprende que 84% de los sitios del río requieren de una mayor atención y cuidado para alcanzar la categoría de al menos buena.

Cuadro 1. Distribución de frecuencias de las categorías de naturalidad del Río Eslava

Categoría	Clase	Frecuencia	%
1	Pobre	87	66.90
2	Regular	24	18.46
3	Bueno	4	3.08
4	Excelente	15	11.54
		130	100

La zona con clara identificación de pobre naturalidad coincide con el área urbana cuya influencia sobre el cauce es determinante, y se explica por las múltiples descargas de aguas residuales de origen doméstico, por las numerosas desviaciones del caudal para tomas domésticas, por la abundante acumulación de basura, y por la recurrente invasión de la zona

federal con asentamientos humanos en ambas riberas del cauce. Todos estos factores hacen que los atributos de naturalidad de este segmento del cauce resulten extremadamente frágiles, influyendo negativamente sobre la estructura del paisaje, la calidad del agua, el amortiguamiento de la erosión, la capacidad de infiltración, la estabilidad de los bancos y el hábitat ripario. Afortunadamente, no existen descargas de tipo industrial hacia el río que empeoren su ya de por sí pobre condición ambiental.

En contraste, en la parte media-alta de la cuenca el cauce del río Eslava presenta condiciones de naturalidad más favorables, debido fundamentalmente a que no se ha dado un cambio de uso de suelo a urbano y a que no se desarrollan actividades agrícolas en esta zona. No obstante, se empiezan a manifestar ya los efectos de la actividad pecuaria sobre la calidad del agua del cauce, y sobre el suelo y la vegetación de las riberas. En esta zona los atributos con mayor calidad resultan ser la apariencia del agua, el enriquecimiento de nutrientes, el refugio para fauna acuática e invertebrados y el área del río cubierta por el dosel.

El cuadro 2 muestra los resultados del análisis de la naturalidad del río vista por tramos. Los datos dejan ver que el tramo que influye negativamente en el comportamiento global de los atributos es el que va de Rancho Viejo al Pedregal de San Nicolás. El análisis por tramos nos proporciona una visión más alentadora de la condición ambiental del río, ya que de la parte media a la parte alta de la cuenca los valores de naturalidad son por lo menos aceptables todavía. Se describen a continuación las particularidades de cada segmento siguiendo un gradiente descendente de naturalidad.

Cuadro 2. Condición de los atributos de naturalidad del Río Eslava dividida por tramos.

ATRIBUTOS	NACIMIENTO-RANCHO TUERTO	RANCHO TUERTO-CLANTITILLOYA	CLANTITILLOYA - LAS TRUCHAS	LAS TRUCHAS-RANCHO VIEJO	RANCHO VIEJO-PEDREGAL DE SAN NICOLÁS
Condición del canal	8.8	10	9.57142857	7.33333333	2.11415525
Alteración hidrológica	7.6	4.73076923	10	7.5	2.11643836
Zona riparia	8	6.69230769	10	6.33333333	1.9086758
Estabilidad de los bordes	6.2	6.61538462	10	6.66666667	1.99543379
Apariencia del agua	10	3.65384615	10	10	2.43835616
Enriquecimiento de nutrientes	10	3.96153846	10	10	2.60273973
Presencia y condición de pozas	5.8	3	7	2.22222222	1.40030441
Hábitat para invertebrados	7	3.76923077	8.07142857	4.66666667	2.14611872
Área aproximada del río cubierta por el dosel	8.2	5.03846154	9.57142857	4.38888889	2.53957382
Calificación global	7.95	5.27	9.35	6.56	2.14
Categoría	BUENA	POBRE	EXCELENTE	REGULAR	POBRE

Clantitiloya- Barranca de la Leona-Las truchas

Es el tramo que destaca por conservar su naturalidad, pues cinco de los nueve atributos evaluados alcanzaron una calificación de 10, dos sobrepasaron el 9, uno calificó con 8 y otro con 7, colocándolo en promedio en una categoría de EXCELENTE.

Podemos ver que dos de sus atributos más notables son la *apariencia del agua* y el *enriquecimiento de nutrientes*. Esto quiere decir que el color que presenta es claro, transparente y no se aprecia crecimiento alguno de algas o macrofitas. Esto sugiere que, las eventuales fuentes de contaminación puntual en esta zona – presencia de ganado –, no influyen, por el momento, en la función de asimilación del río. Esta condición se ve favorecida también por el flujo continuo y velocidad del agua, que no permiten la concentración de nutrientes.

Otro indicador de las buenas condiciones de este tramo es el *hábitat para invertebrados* explicado por la identificación de hábitat propios para insectos acuáticos tales como material vegetal, restos de madera y troncos de caída no reciente, en diferentes tamaños y cantidades, y con diferentes grados de colonización. También hay que resaltar que, en esta sección, no se observó *alteración hidrológica* del cauce lo cual mantiene su capacidad para transportar sedimentos y previene la erosión de las márgenes del río.



Figura 2. Secuencia de fotos que ilustran la condición de naturalidad del tramo Clantitiloya -Las Truchas.

La *zona riparia* es determinante para la salud de un río, ya que contribuyen a la estabilidad de los bancos, a la reducción de contaminantes que puedan alcanzar el río, provee de hábitat para insectos, sus desechos proveen alimento para la biota, y es un importante disipador de energía durante las inundaciones (Naiman y Décamps, 1997). En este sentido, este tramo posee una cobertura de vegetación natural que se extiende más de dos veces el ancho del río en ambas riberas, una condición suficiente que le permite cumplir con sus funciones. Lo mismo aplica para la *cobertura del dosel sobre el río*, la cual se estimó alrededor del 75%, creando un microclima propicio para favorecer la vida acuática, las condiciones para controlar la evaporación del agua del cauce y favorecer los gradientes de temperatura y luminosidad en el río y en el área ribereña.

La *estabilidad de las márgenes del río* califica con 10, debido fundamentalmente a la cantidad y combinación de vegetación que se presenta en las riberas. Lo mismo se encuentra en árboles, que arbustos, o pastos cuyos manojos de raíces en conjunto, son capaces de soportar incluso inundaciones fuertes.

La *presencia y condición de las pozas* solo alcanza la calificación de 7 en este tramo, ya que si bien existen pozas, éstas no son abundantes y, las que hay, son poco profundas. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que esta observación de campo se hizo en temporada de secas lo cual puede influir en la subestimación de este atributo.

Nacimiento del Río-Rancho Tuerto

En orden de importancia, este segmento es el segundo con respecto a su condición de naturalidad, pues su promedio de calificaciones lo categorizan como un tramo con BUENA naturalidad.

Como puede observarse en el Cuadro 1, este tramo comparte las excelentes condiciones de *aparición del agua y de enriquecimiento de nutrientes* con el de *Clantitloya- Las truchas*. También alcanza la misma calidad en lo que se refiere a la *condición del canal*, pues califica con 8.8. Sin embargo, decae un poco en lo que respecta a la *alteración hidrológica, al área del río cubierta por el dosel y al hábitat para invertebrados*.

En el caso del *hábitat para invertebrados* el tramo obtuvo una calificación promedio de 7 ya que posee en general menos tipos de hábitat y también un menor número de ellos. Aunque se llegan a observar troncos que caen sobre el borde del río, estos no llegan a sumergirse, por lo que sólo actúan como hábitat potenciales y no actuales.



Figura 3. Secuencia de fotos que ilustran la condición de naturalidad del tramo que va del nacimiento del río hasta Rancho Tuerto.

En lo que se refiere al *dosel sobre el río*, en este tramo la superficie del río sombreada supera el 50 %, pero no alcanza la categoría superior >75%. Estas características le ayudan en buena medida a controlar la temperatura del agua, pero no le permiten alcanzar las mejores condiciones para la sobrevivencia de los peces e invertebrados que podrían habitar naturalmente en el río.

Hablando de la *zona riparia*, la calificación promedio de 8 de este segmento se explica porque si bien el primer 60 % de este segmento se encuentra cubierto en ambas riberas por un cinturón de vegetación que supera el doble del ancho del río, en el 40% restante, la cobertura se reduce dramáticamente a la cuarta parte, hasta llegar a Rancho Tuerto. Esto limita severamente, entre otras cosas, el control del arrastre de sedimentos y contaminantes hacia el río, tal y como puede corroborarse al observar la calificación de la apariencia del agua del siguiente segmento río abajo.

Revisando el *estado de las márgenes* de este tramo (calificación de 6.2), salta a la luz que es uno de los aspectos que es necesario atender para que su naturalidad progrese a una categoría todavía mejor. Su calificación obedece a que si bien el 80% de los puntos muestreados en este segmento presentan márgenes moderadamente estables, los primeros 100 m del segmento se caracterizan por tener márgenes altas, las cuales son más susceptibles a la erosión o al colapso (Riley,1998; USDA y NRCS,1998).

La calificación de este tramo relacionado con la *presencia y características de las pozas* es de 5.8, debido fundamentalmente a que en los primeros 100 m no se registró ninguna. Sin embargo, se podría decir que, en un 80%, la característica general del tramo es que presenta un número moderado de pozas pero no muy profundas, considerando que se puede observar el fondo en algunas partes de éstas.

Las Truchas-Rancho Viejo

Este otro segmento ocupa el tercer lugar con respecto a su condición de naturalidad, pues su promedio de calificaciones lo coloca en la categoría de REGULAR, explicada fundamentalmente porque es una zona donde se dan actividades productivas y comerciales, cuyas condiciones de instalación y desempeño podrían mejorarse.

Al igual que en los tramos anteriores, las mejores calificaciones se registran para la *aparición del agua y el enriquecimiento de nutrientes* (ver Cuadro 1). A pesar de esto, los efectos del impacto humano debido al aprovechamiento del recurso agua se empiezan a manifestar fuertemente en la *condición del canal y en su alteración hidrológica*. Ambas calificaciones: 7.3 y 7.5 respectivamente, son el resultado, primero, de que los bordes del río están limitados con un enrejado, restringiendo con ello la planicie de inundación del cauce, y alterando la forma en que el río trabaja naturalmente para transportar sedimentos y para desarrollar y mantener hábitat para especies acuáticas y terrestres (USDA y NRCS, 1998). Segundo, que el cauce del río es desviado por un espacio de 300 m, hay represas, tanques de almacenamiento de agua y tomas para llenar los estanques de las truchas, lo cual tiene efectos negativos sobre el caudal.

En este tramo se ubica también la zona de campismo en donde se empiezan a observar fuentes puntuales de contaminación por basura. Es así que las instalaciones para llevar a cabo las actividades comercial y productiva han llevado a reducir la vegetación de la *zona riparia* (cobertura promedio apenas por arriba de la mitad del ancho del cauce), comprometiendo moderadamente sus funciones de regulación, formación de hábitat y de control de la erosión. Sin embargo hay que señalar que la zona riparia del paraje Potreritos, incluido en este tramo, se escapa de esta condición lo cual le confiere una ventaja a este segmento del cauce.



Figura 4. Secuencia de fotos que ilustran la condición de naturalidad del tramo Las truchas -Rancho Viejo

No hay que pasar por alto los efectos de la actividad ganadera sobre esta zona riparia, pues se registra la presencia de heces y la compactación del suelo, aspectos que influyen tanto en la contaminación del suelo y el agua, como en la disminución de la capacidad de infiltración (Riley,1998). No hay invasión al área federal sin embargo, hay un impacto significativo de la ganadería en la estructura del paisaje, ya que ha provocado que la vegetación se fragmente de manera abrupta, lo cual se manifiesta en parches muy marcados y en la heterogeneidad de la vegetación. De aquí su pobre calificación en los criterios de *zona riparia* (6.33) y *estabilidad de las márgenes del río* (6.66)



Figura 5. Actividad ganadera en el tramo Las truchas-Rancho Viejo

Por otro lado, al haber déficit en la zona riparia, entonces no se pueden dar las mejores condiciones de *cobertura de dosel sobre el río* ni de *hábitat para invertebrados*, como se observa en las calificaciones del Cuadro 1. En este caso, una nota de 4.66 y 4.38 respectivamente, indican que el área del río llega a estar sombreada entre el 20% y 50 % y se observaron dos o tres tipos de hábitat

Rancho Tuerto-Clantitiloya

Este tramo junto con el de Rancho Viejo- Pedregal de San Nicolás, tienen una condición de naturalidad POBRE. Sin embargo, dentro de esta categoría, el tramo Rancho Tuerto Clantitiloya representa una mucho menor complejidad para la recuperación de su naturalidad.

Al momento del muestreo, en este tramo la presencia de agua es intermitente. Al parecer, el agua se infiltra en algunos puntos para reaparecer luego en otros. El agua vuelve a surgir de manera continua a la altura de Clantitiloya. Por consiguiente, varios de los atributos no fueron posibles de calificar en el 63% de los puntos de muestreo, tal es el caso de la *aparición del agua*, del *enriquecimiento de nutrientes* y la *presencia de pozas*. Por esta razón, sus calificaciones en este contexto son en promedio bajas: 3.65, 3.96 y 3 para cada una de los criterios mencionados anteriormente.

En el segmento muestreado no se observa evidencia de *canalización del cauce*, por lo que su condición en este sentido es muy buena (calificación de 10). No obstante, el atributo de la *alteración hidrológica* registra una calificación promedio deficiente (4.73) debida principalmente a que existe una serie de represas colocadas cada 100 o 200 m a lo largo del tramo, en principio para controlar avenidas, pero también para coleccionar agua del cauce.



Figura 6. Secuencia de fotos que ilustran la condición de naturalidad del tramo Rancho Tuerto-Clantitiloya.

En lo que toca a la *zona riparia*, la calificación de este tramo fue de 6.69, lo que la coloca en la calidad regular. En este segmento la vegetación en ambas riberas es muy escasa al principio, para tornarse más abundante después, pero sin que su estructura se vuelva más compleja, domina la vegetación herbácea. Esta situación vuelve a cambiar conforme se acerca uno más a Clantitiloya, donde la condición de la zona riparia se va volviendo cada vez mejor. En este sentido, gracias a la vegetación herbácea la erosión de *las márgenes del río* es en promedio moderada. Asimismo, se observó que los bordes de las márgenes son bajos, lo que reduce el riesgo de colapso, sin embargo es necesario mejorar la estructura del cinturón verde con árboles y pastos para prevenir el daño bajo condiciones de mayor precipitación. Otra consecuencia de la condición de la zona riparia es la *cobertura del dosel*, la cual, por la falta de árboles asume una calificación promedio baja (5.03)

Rancho Viejo- Pedregal de San Nicolás

Este segmento, que incluye aproximadamente el 67% de los puntos muestreados, presenta una condición de naturalidad ya no pobre sino crítica con una calificación promedio de 2.11. Es el segmento que colinda con la zona de presión urbana en la parte baja de la cuenca.

Este segmento presenta todas las condiciones que atentan contra la naturalidad de un río: canalización de su cauce, un sinnúmero de tomas clandestinas para abastecimiento de agua de los asentamientos urbanos y de la zona agrícola, las riberas de les cauce están continuamente invadidas por asentamientos -pasando por alto zonas de lato riesgo de deslaves e inundaciones-, por lo cual la zona riparia es inexistente y las márgenes del río

están completamente erosionadas. A su vez, la disposición final tanto de aguas servidas como de basura dentro del cauce es la razón de la mala apariencia y olor del agua así como de la obstrucción del mismo. Son visibles rastros de aceites y detergentes en el agua, así como abundantes colonias de algas.

Estas condiciones hacen imposible la supervivencia de cualquier especie de fauna acuática o terrestre asociada al ecosistema ripario, además de representar un problema de salud pública.



Figura 7. Secuencia de fotos que ilustran la condición de naturalidad del tramo Rancho Viejo –Pedregal de San Nicolás.

Conclusiones

La zona riparia a lo largo del río es considerado el atributo clave para la conservación de la naturalidad del río. Por ello, se proponen una serie de acciones para su conservación: promover su manejo como área federal concesionada y un programa de reforestación a lo largo del cauce. La reforestación deberá considerar diferentes anchos del cinturón de vegetación que irán al menos de 15 a 50 m a cada lado del río, dependiendo de la pendiente, combinando arbustos, árboles y pastos nativos en su estructura. Aquí el tramo de la Barranca de la Leona puede servir como referencia para ejecutar esa reforestación en términos de la estructura de la vegetación.

Es de vital importancia recuperar al menos el área federal en ambas riberas, con el fin de contar con barreras buffer que ayuden a controlar tanto los impactos de la urbanización, como los escurrimiento que afectan la calidad del agua por arrastre de sedimentos y agroquímicos, el ruido y la fragmentación de la zona riparia. Para ello habrá que pedir la concesión del área federal, apoyándose en lo estipulado en el Artículo 276 de la Ley federal de Derechos publicada en el Diario Oficial de la Federación para que las propiedades que se encuentren invadiendo dicha zona liberen las riberas.

Además, diseñar propuestas de reforestación que podrían ser llevadas a cabo por los propietarios de los predios que colindan con el río. El programa estaría orientado a recuperar especies que por alteraciones en su hábitat fueron desplazadas a lugares con condiciones adecuadas para sobrevivir.

Debido al impacto del ganado sobre la compactación del suelo y la calidad del agua, se recomienda alejar al ganado del cauce a través de abrevaderos alimentados de agua de lluvia y del cambio de la práctica de pastoreo abierto por la de estabulación.

El tramo comprendido entre *Rancho Viejo- Pedregal de San Nicolás* se perfila como clave en la recuperación del área de estudio por la necesidad de su rescate de las actividades humanas derivadas de los asentamientos humanos y la agricultura.

Para controlar las descargas de aguas residuales, será necesario pedir apoyo a las autoridades municipales para que extiendan la red de drenaje en los lugares donde se necesite. También se propone establecer programas de educación ambiental para concienciar a la comunidad sobre el manejo de sus desperdicios.

Finalmente, se considera que uno de los principales factores que inciden en el éxito de este tipo de proyectos es su aceptación social. Por esta razón, será necesario involucrarla de manera activa y continua en el proyecto, a fin de que pueda apropiarse de él. De acuerdo con esto, es necesario hacer una evaluación de las percepciones de las distintas partes interesadas para ver si una propuesta como esta es aceptada y apoyada. Esto con el fin de identificar aspectos y acciones clave que le den viabilidad al proyecto

Referencias

Ahern Jack (1995): Greenways as a planning strategy, en *Landscape and Urban Planning* Vol. 33 pp131-155

FAO (2001): Assessing forest integrity and naturalness in relation to biodiversity. FRA Working Paper No. 54. www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp

Kubicek F.; V. Simonovic; J. Kollar; R. Kanka (2006): Production ecology of some rare forest communities on the Borska nizina lowland, en *Ekologia (Bratislava)* Vol.25, pp 335-40

Naiman Robert; Henri Décamps (1997): The ecology of interfaces: Riparian zones, en *Annul. Rev. Ecol. Syst.* Vol. 28 pp 621-658.

Randolf John (2004): Environmental Land Use planning and Management, Island Press: Washington, 2004. ISBN 1-55963-948-2

Riley Ann L. (1998): Restoring Streams in Cities. A guide for Planners, Policymakers, and Citizens, Washington: Island Press. ISBN -155963-042-6

Selman Paul (1992): Environmental Planning: The Conservation and Development of Biophysical Resources, Paul Chapman Publishing: London. ISBN 1853961795

United States Department of Agriculture (USDA) and Natural Resource Conservation Service (NRCS) (1998): Stream Visual Assessment Protocol, National Water and Climate Center, Technical Note 99-1 pp1-42.

Weber Ted, Anne Sloan y John Wolf (2005): Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation, en *Landscape and Urban Planning* Vol. 77 pp1-2.