



Informe sobre el Río Bauta

GeoInternado: División de Monitoreo del
Plan de Aguas Departamento de Recursos
Naturales y Ambientales

Christopher Portell Rivera

27 de enero de 2011



Índice

INTRODUCCIÓN.....	3
ÁREA DE ESTUDIO.....	5
METODOLOGÍA.....	8
COLECCIÓN DE DATOS.....	8
“HAWAII STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL” VERSIÓN 1.0.....	8
“WOLMAN PEBBLE COUNT”	9
RESULTADOS Y ANÁLISIS	10
<i>TRAMO I (ÁREA RECREATIVA) Y TRAMO II (PUENTE COLGANTE)</i>	10
<i>Substratos</i>	10
<i>Vegetación</i>	13
<i>VARIABLES PROTOCOLO DE HAWAII</i>	15
<i>Turbidez</i>	16
<i>Crecimiento de Plantas</i>	16
<i>Condición del Canal</i>	16
<i>Alteración del Canal</i>	16
<i>Compactación de Material Fino</i>	16
<i>Estabilidad del Banco</i>	17
<i>Sombra del Dosel</i>	17
<i>Condición de la Ribera</i>	18
<i>Hábitat Disponibles</i>	19
<i>Presencia de Basura</i>	19
<i>Resultados Globales</i>	19
CONCLUSIÓN.....	20
AGRADECIMIENTOS	22
LITERATURAS CITADAS Y REFERENCIAS	23
ANEJOS	24

Introducción

La Ley Núm. 136 de 3 de junio de 1976, según enmendada conocida como la Ley de Aguas de Puerto Rico requiere al Estado Libre Asociado de Puerto Rico, a través del Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, “preparar, adoptar y mantener un plan integral de conservación, desarrollo y uso de los recursos de agua de Puerto Rico en consulta con el Comité de Recursos de Agua...”. El 8 de abril de 2008 se aprobó mediante una orden ejecutiva el Plan Integral de los Recursos de Agua de Puerto Rico (PIRA).

El PIRA es el instrumento que se utiliza para exponer la política pública y estrategias del Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico mediante un proceso de análisis y revisión de estrategias que cumplan con la política pública para proteger, conservar y utilizar este recurso natural. Se pretende realizar acciones relacionadas a la planificación y administración del recurso de agua que van dirigidas a la mejora sustancial de la geomorfología y condiciones naturales de los ríos y sus desembocaduras, para así contribuir a la regeneración de los ecosistemas que están asociados a este recurso natural tan importante. El agua, al ser un bien de dominio público y formar parte de nuestra cultura y actividades recreacionales, es patrimonio de todos los puertorriqueños y debe aprovecharse de manera sustentable para el disfrute y beneficio de todos.

El PIRA que busca desarrollar estrategias para minimizar el impacto o grado de amenaza en los ríos y proteger su integridad ecológica. Este proyecto también busca proteger aquellos ríos con una condición ecológica semejante a la natural y sostener la flora y fauna que habita en los mismos. Estos ríos deben contar con un valor paisajístico, recreacional, histórico-cultural, hidrogeológico, biológico y según las investigaciones y estudios realizados, encontrarse en buenas condiciones para ser designados y protegidos. En caso de los ríos cuyos atributos estén degradados y se encuentre que tengan potencial y valor, se fomentará un proceso de restauración para ser devueltos a su condición natural.

El Río Grande de Manatí y sus afluentes forman parte de los cinco ríos seleccionados para evaluar su potencial para ser designados como Río Patrimonial. Para este río se han estudiado segmentos de su cauce principal y de uno de sus tributarios, el Río Toro Negro. Para ampliar la información sobre el valor del Río Grande de Manatí se entiende necesario evaluar sus otros

afluentes principales entre los que se encuentra el río Bauta, curso de agua que se evaluó de septiembre de 2010 a enero de 2011.

En esta investigación se evaluaron y aplicaron dos metodologías científicas con el propósito de determinar el valor recreacional y ecológico del río Bauta que forma parte de la cuenca del Río Grande de Manatí, el cual se está considerando para ser designado como río patrimonial. La combinación de ambas metodologías nos va a permitir tener un marco más amplio sobre los valores que tiene este río tales como: ecológico, recreacional, paisajístico, histórico-cultural, hidrogeológico y biológico.

Área de Estudio

El área de investigación es el río Bauta, el cual se origina en el municipio de Orocovis y pasa por los municipios de Ciales y Morovis. Forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Grande de Manatí en el cual el río Bauta desemboca y es tributario del mismo. Esta zona promedia alrededor de ochenta pulgadas (80") de lluvia al año y una descarga anual de veintidós pies cúbicos por segundo (22 p³/s). En la Tabla I se presentan los tramos seleccionados y la localización de los mismos.

Tabla I. Tramos Estudiados de la Cuenca del río Bauta

Tramo	Municipio	Barrio	Carretera	Cuerpo de Agua
1 Área Recreativa	Orocovis	Damián Abajo	PR-157	río Bauta
2 Puente Colgante	Orocovis	Pellejas	PR-593	río Bauta

El río Bauta transcurre por la zona montañosa de la Isla que es la de mayor accidentes topográficos. La composición geológica dentro del área de estudio se caracteriza por formaciones volcánicas y plutónicas. La totalidad del territorio de la cuenca de este río se caracteriza por montes y montañas, algunas de éstas con alturas cerca de los 1,000 metros sobre el nivel del mar. Debido a esto, los terrenos en esta cuenca poseen pendientes mayores a 35% (45 grados) de inclinación, lo cual limita la posibilidad de desarrollo en dichos terrenos según el Reglamento de Planificación Núm. 3 de la Junta de Planificación.

Este río es alimentado por varias quebradas y manantiales. En el río y sus afluentes se mantiene una fauna acuática la cual se caracteriza por tener un ciclo de vida migratorio, esto es que tienen que en alguna etapa de su vida llegar hasta el mar.

Tanto el caudal del río Bauta que alimenta al Río Grande de Manatí como la fauna en éste, se han visto amenazadas por la presión que existe desde el 1970 de construir un túnel en el río. El túnel que se quiere construir es para transportar agua hasta el Embalse Toa Vaca, en Villalba, para abastecer de agua la región Sur de Puerto Rico. Con este proyecto se pretende secar el río Bauta al dirigir su caudal hacia la cuenca sur de la Isla. Es decir, prácticamente toda el agua que

aporta el río Bauta a la cuenca del Río Grande de Manatí sería desviada a Toa Vaca. Esto se considera contrario al sabio manejo de los recursos naturales, especialmente el recurso agua.

Recientemente volvió a resurgir la idea de construir este túnel en el río Bauta (**Anejo Ilustración B y C**) con la presentación de la Resolución Conjunta del Senado 623, la cual lleva como título “*Para ordenar a la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) la construcción de un túnel desde el Río Bauta en el Municipio de Orocovis hasta la Represa Toa Vaca en el Municipio de Villalba, con la finalidad de transportar agua de forma que se aumente el rendimiento seguro del preciado líquido en la Región Sur*”. Esta resolución, como bien se describe en su título, se refiere a la construcción de un túnel que extraiga aguas del río Bauta para suplir al Embalse Toa Vaca y de esta manera servir a los distintos usuarios del área Sur. El documento titulado *Schematic Design Analysis, Toa Vaca Reservoir*, preparado por la compañía Greg Morris Engineering (GME) en el 2004, es citado en el proyecto de ley. Este documento, es parte de un estudio mayor en el que se evalúan todos los proyectos propuestos en la década de los '80 para abasto de agua. Como parte de esa evaluación del año 2004, el proyecto para la construcción de un túnel en el río Bauta fue descartado por su costo elevado (estudio, diseño y construcción) y porque agravaría la tasa de sedimentación del embalse Toa Vaca, debido a que el río Bauta genera muchos sedimentos. También se hace referencia al documento “*Estudio de Viabilidad de la Construcción de un Túnel desde el Río Bauta en Orocovis hasta el Embalse Toa Vaca en Villalba para aumentar los abastos de agua a la Región Sur,*” preparado por los ingenieros Ferdinand Quiñones y Alberto M. Lázaro Castro en el 2009. El efecto de la obra propuesta se discute en forma muy somera en este estudio al igual que en los realizados en la década de los '80. El valor del río Bauta desde las tres dimensiones del agua, entiéndase; económica, social y natural, no se ha considerado en ninguno de estos estudios. Estos documentos se limitan a estimar el volumen de agua que produce el río Bauta para determinar el potencial del mismo como fuente de agua para abastecer el embalse Toa Vaca. No se hace mención del valor de río desde sus tres perspectivas básicas ni se hace mención al caudal ecológico de éste, factor de mayor relevancia en cuerpos de agua en excelente estado natural, como el río Bauta.

Según los análisis de la compañía GME 2004, el rendimiento seguro de flujo es de tres y cuatro décimas de pies cúbicos por segundo, lo que equivale a dos millones doscientos mil (2,

2000,000) galones de agua al día. La extracción de ese volumen de agua tendría un gran impacto en la biota presente en el río Bauta y como consecuencia en el Río Grande de Manatí.

En un estudio realizado por el Dr. Thomas J. Kwak, profesor de la North Carolina State University para el DRNA durante los años 2006 y 2007, el cual lleva como título *Fishery Population and Habitat Assessment in Puerto Rico Streams*, se encontró al menos una (1) especie de pez de agua dulce nativa en el río Bauta de las siete (7) especies que se encontraron a nivel Isla. Esta especie es *Sicydium plumeri* generalmente conocido como Olivo o Cetí en su etapa larval. Además, en este estudio se encontraron cinco (5) especies de camarones y una (1) de cangrejo las cuales se mencionan a continuación: *Atya lanipes*, *Atya scabra*, *Macrobrachium faustinum*, *Macrobrachium heterochirus*, *Xiphocaris elongata* y *Epilobocera sinuatifrons*. Esto resulta en seis (6) especies de macroinvertebrados nativos de un total de catorce (14) especies que habitan en los cuerpos de agua de la Isla. Lo cual representa el 43% de las especies de macroinvertebrados nativos. Las especies antes mencionadas son catádromos, lo cual significa que migran entre los estuarios y la cabecera de los ríos para poder completar su ciclo de vida. Si se afecta alguno de estos entornos entonces se impactaría grandemente la distribución y el desarrollo de estas especies.

Metodología

Para la aplicación de las metodologías a ejecutar durante la investigación para determinar el valor ecológico del río Bauta fue necesario el uso de los Materiales y Equipos que se mencionan a continuación:

- Calculadora
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica
- Cronómetro
- “Flagging Tape”
- Hoja de evaluación y data de las metodologías aplicadas
- Lápiz
- Naranja para medir la velocidad de la corriente
- Programa Arc GIS 9.2 para el desarrollo y creación de mapas
- Red para atrapar naranja
- Regla
- Sistema de posicionamiento global (GPS), Geo XM de Trimble
- Termómetro

Colección de Datos

En esta investigación se utilizaron las siguientes metodologías: “*Hawaii Stream Visual Assessment Protocol*” Versión 1.0 (2001) y el “*Wolman Pebble Count*”.

Se seleccionaron dos tramos de mil metros de largo en el cauce del río Bauta. Cada tramo se compone de tres segmentos de cien metros cada uno para los cuales se tomaron referencias geográficas de cada uno y se marcaron físicamente con el “*flagging tape*” (**Anejo Ilustración A**).

“*Hawaii Stream Visual Assessment Protocol*” Versión 1.0

El Protocolo de Evaluación Visual para Ríos de Hawaii, “*Hawaii Stream Visual Assessment Protocol*” Versión 1.0 (2001) provee, a un nivel básico, una evaluación de la condición del río para mantener los ecosistemas dependientes de las aguas de éste, a partir de diversos parámetros

físicos (**Ver Ilustración H**). Este protocolo se aplicó en los tres (3) segmentos de los dos (2) tramos del río seleccionados. En cada segmento se evaluaron diez (10) variables y se otorgó una puntuación de cero (0) a dos (2). Las variables evaluadas fueron: turbidez, crecimiento de plantas, condición del canal, alteración del flujo del canal, por ciento de compactación de material fino, estabilidad del banco, sombra del dosel, estado de condición de la ribera, hábitat disponible para especies nativas y presencia de basura y escombros. Se computó el promedio de la puntuación asignada en cada variable y se clasificaron dentro de cuatro (4) posibles rangos a saber: excelente, buena, regular y pobre.

“Wolman Pebble Count”

Esta metodología permite caracterizar la composición del sustrato existente dentro de cada tramo de río. La composición del lecho del río y los bancos es relevante ya que éste es determinante en la forma del cauce y su hidráulica, así como las tasas de erosión y la producción de sedimentos entre otros parámetros. Para ejecutar esta metodología se siguieron los pasos siguientes:

- I. Se escogieron tres segmentos de cien (100) metros cada uno dentro del tramo.
- II. Se identificaron los rápidos disponibles en los segmentos. Se escogieron dos (2) en cada segmento.
- III. Se escogieron cincuenta (50) rocas al azar a lo largo del lecho del río.
- IV. Cada una de las rocas se midió en milímetros y se anotó el dato en la hoja de informe (**Ver Ilustración I**).
- V. Se contabilizó el total de cada colección y se obtuvo un promedio.
- VI. Se tomaron dos (2) medidas, en metros, del ancho del río.
- VII. Se tomaron diez (10) medidas, en pulgadas, de profundidad del río.

Esta metodología se utilizó para apoyar la metodología de Hawaii en el renglón de tamaño de partículas y rocas del lecho del río (composición de sustrato).

Resultados y análisis

Tramo I (Área Recreativa) y Tramo II (Puente Colgante)

Substratos

La evaluación y la aplicación de “*Hawaii Stream Visual Assessment Protocol*” Versión 1.0 (2001) y el “*Wolman Pebble Count*” nos brindó los siguientes resultados que estaremos analizando para determinar el valor recreacional y ecológico del río Bauta.

El “*Wolman Pebble Count*” nos ayudó a determinar el porcentaje de substrato que había en los segmentos de ambos tramos. En el Tramo I la roca madre obtuvo un porcentaje mayor en el segmento 1 (40%) y en el segmento 3 (50%) seguido por la grava (Ilustración I y III). Sin embargo, en el segmento 2 el porcentaje mayor lo obtuvo la roca (40%) (Ilustración II).

En el Tramo II hubo diferencia del tipo de substrato que predominó entre los tres segmentos. En el segmento 1, la grava obtuvo el mayor porcentaje con un 48.6% (Ilustración IV). La roca madre obtuvo un porcentaje mayor en el segmento 2 con un 60% (Ilustración V). Con un 35% los bolos fueron el porcentaje mayor en el segmento 3 (Ilustración VI). En ambos tramos los dos substratos que predominan son la roca madre y la grava.

Ilustración I

Tramo I Área Recreativa Substrato Segmento #1

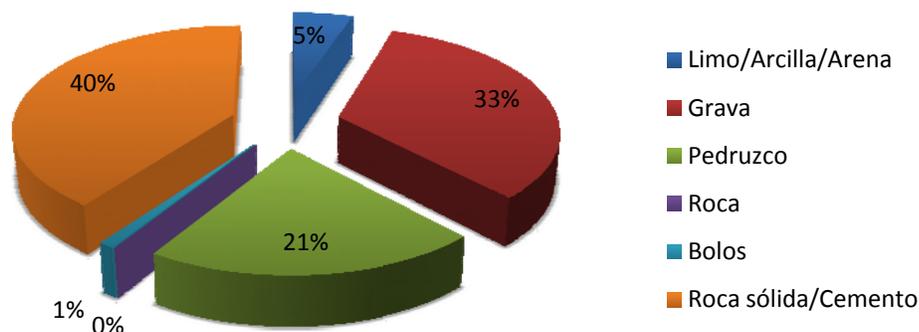


Ilustración II

**Tramo I Área Recreativa Substrato
Segmento #2**

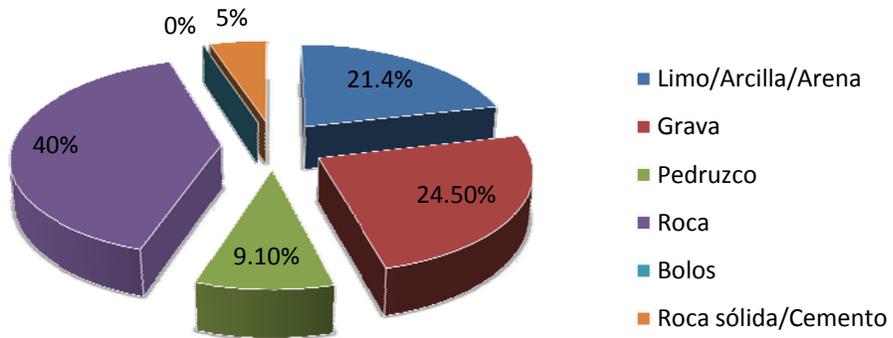


Ilustración III

**Tramo I Área Recreativa Substrato
Segmento #3**

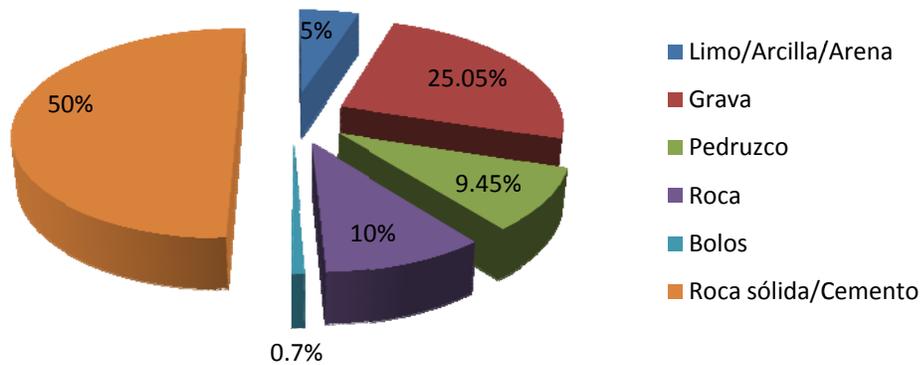


Ilustración IV

**Tramo II Puente Colgante Substrato
Segmento #1**

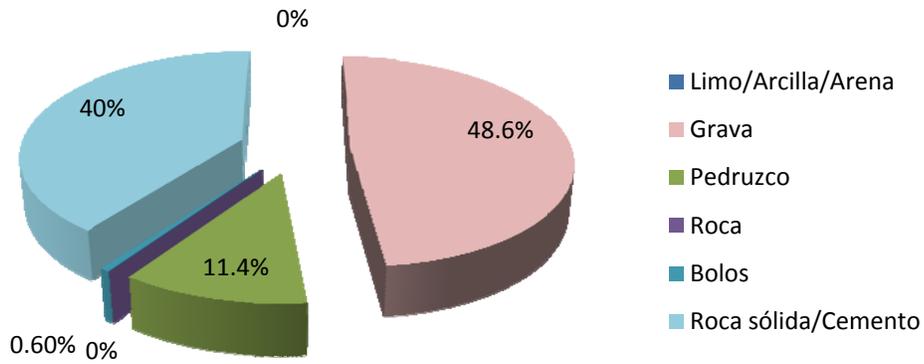


Ilustración V

**Tramo II Puente Colgante Substrato
Segmento #2**

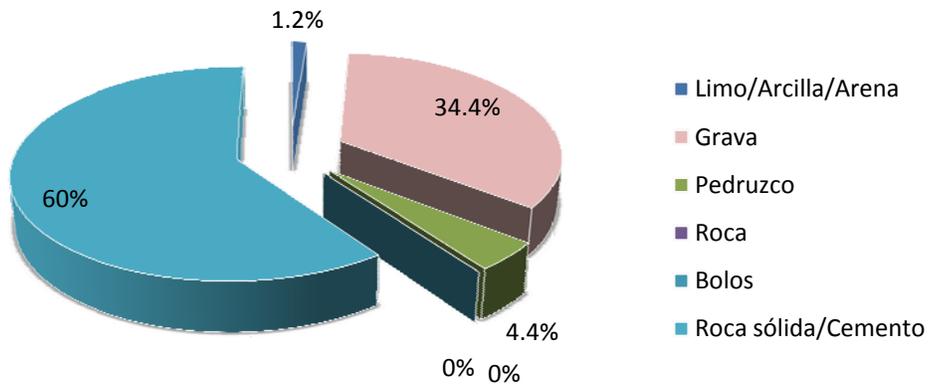
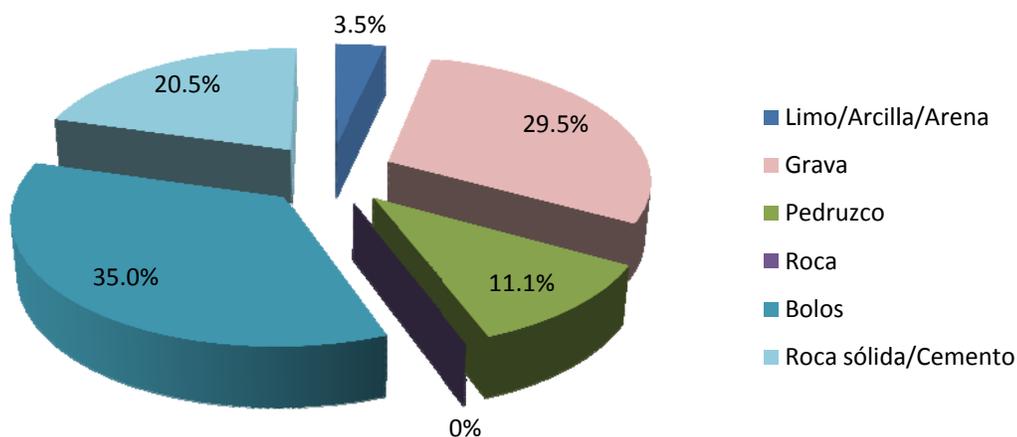


Ilustración VI

Tramo II Puente Colgante Substrato Segmento #3



Vegetación

Mientras se recorrían los segmentos dentro de los tramos del río, se observaba el tipo de vegetación presente en las orillas: si eran árboles, arbustos, herbáceos, hojarascas y las áreas que estaban desprovistas de vegetación. Se le otorgaba un por ciento entre los cinco tipos de vegetación hasta llegar a cien (100) por ciento. En los tres segmentos del tramo I y del tramo II los árboles y los herbáceos obtuvieron el porcentaje más alto (Ilustración VII y Ilustración VIII). El tramo I obtuvo un porcentaje mayor en los herbáceos debido a que es parte de un área recreativa y de una comunidad (**Anejo Ilustración D**). En el tramo II, al ser un bosque secundario y estar mínimamente impactado por el ser humano, predominan los árboles (**Anejo Ilustración E e Ilustración F**).

Ilustración VII

**Tramo I Área Recreativa
Banco de Vegetación**

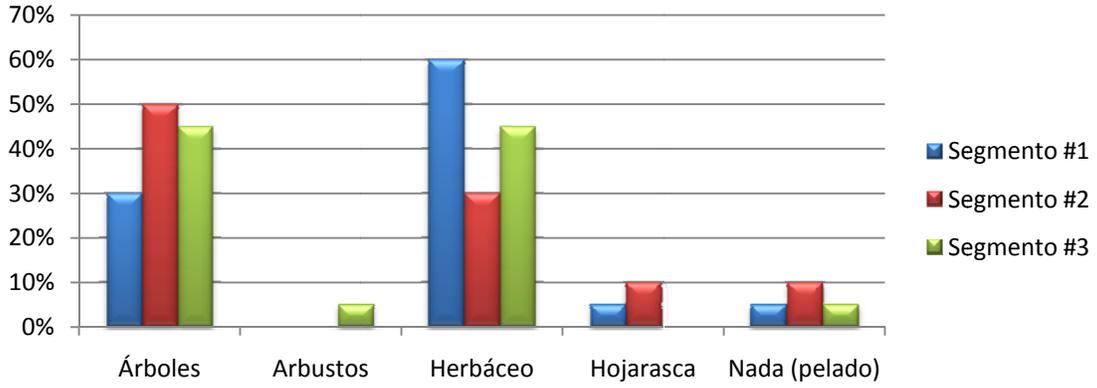
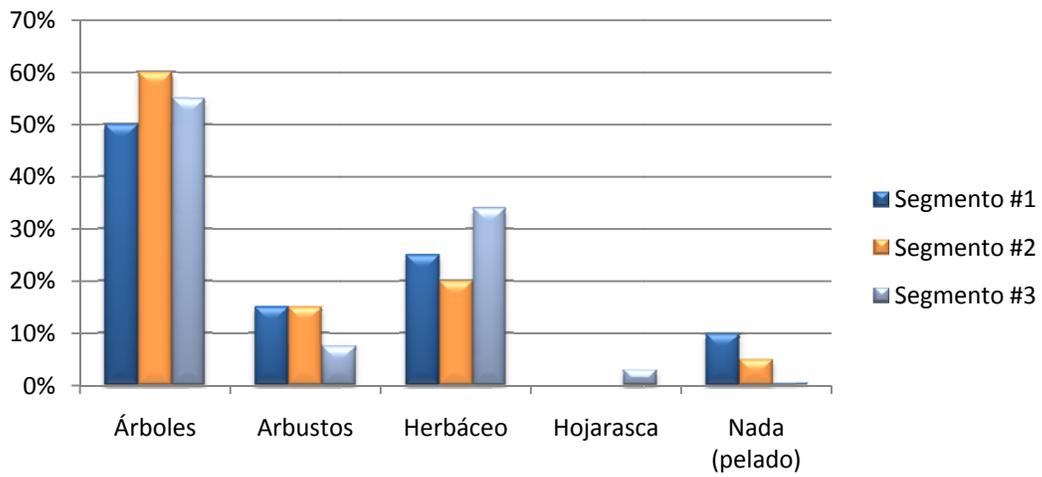


Ilustración VIII

**Tramo II Puente Colgante
Banco de Vegetación**



Variables Protocolo de Hawaii

La Ilustración IX y la Ilustración X muestran los resultados que se obtuvieron de las diez variables que se tomaron en consideración en los tres segmentos de los dos tramos según el “Hawaii Stream Visual Assessment Protocol” Versión 1.0 (2001).

Ilustración IX

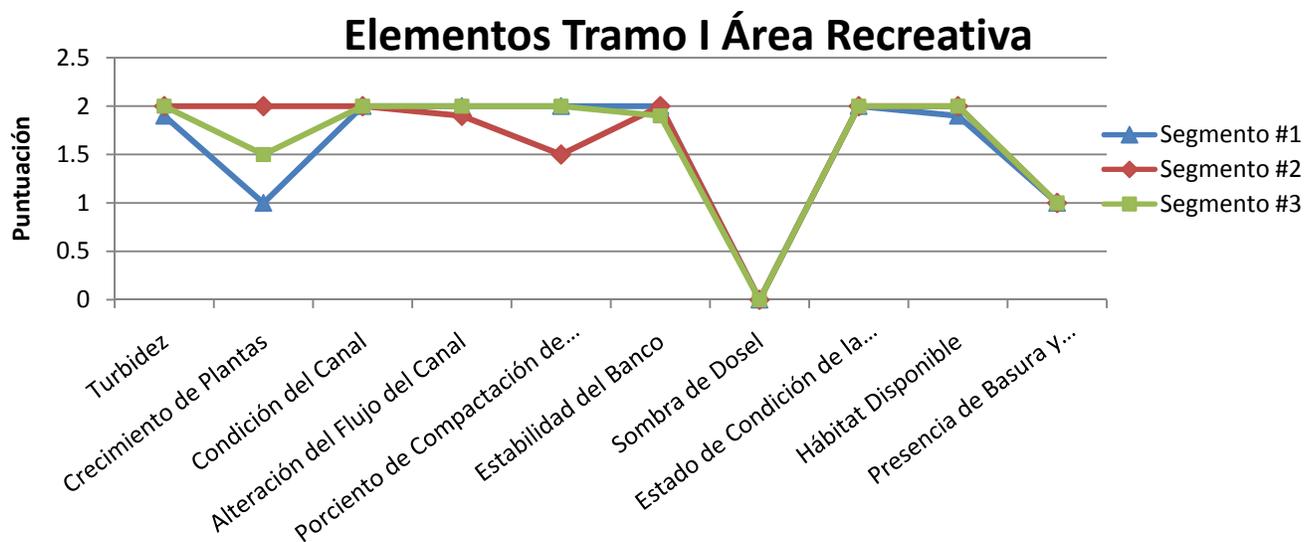
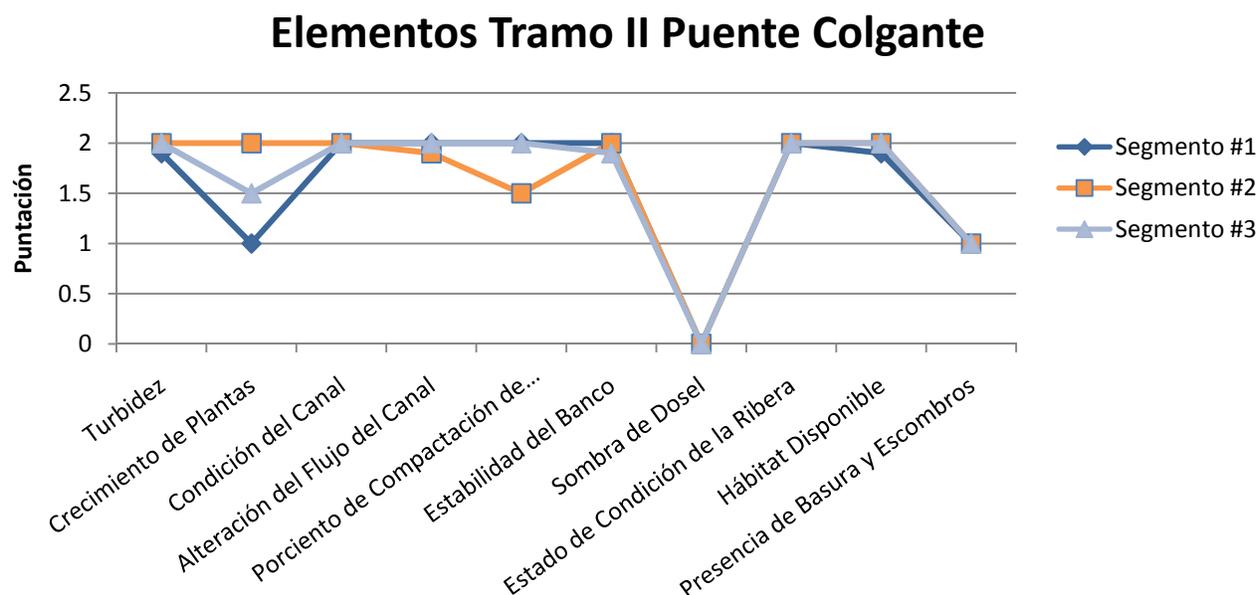


Ilustración X



Turbidez

Los tres segmentos del tramo I y tramo II obtuvieron una puntuación entre 1.9 y 2.0 en la variable de turbidez ya que al agua ser tan clara se podían observar los objetos que se encontraban en el fondo.

Crecimiento de Plantas

El crecimiento de plantas en los tres segmentos del tramo I al igual que en el segmento 1 del tramo II, obtuvieron una puntuación entre 0.6 a 1.0. En estos tramos se observaron grandes grupos de macro algas o distintivo verde y/o espumas marrones visibles en el fondo o en las orillas del río. En el segmento 2 y 3 del tramo II, el agua es clara, sin espuma significativa de algas o micro algas, las rocas pueden ser resbalosas, pero la presencia de algas no es evidente y se le otorgó una puntuación de 2.0 y 1.5.

Hay que tomar en consideración que los tres segmentos que obtuvieron una puntuación baja en el tramo I están localizados entre una zona residencial y un área recreativa donde muchos miembros de la comunidad y personas de otros municipios vienen a disfrutar del río, acampar y pescar. Se puede inferir que los nutrientes necesarios para que crezcan las comunidades de algas son aportadas por la actividad humana.

Condición del Canal

A pesar que existe actividad humana en los tres segmentos del tramo I y tramo II la condición del canal no ha sido alterada y se ha mantenido de forma natural.

Alteración del Canal

No se observa presencia de extracción ni de descarga de alcantarillado pluvial que esté entrando en los segmentos del tramo I y tramo II. El segmento 1 del tramo II es un área donde las personas se quedan a acampar, van de pasadía a disfrutar del río. Además, se nota la presencia de vehículos que utilizan un puente (vado) que está sumergido para acceder sus hogares al otro lado del río.

Compactación de Material Fino

Dependiendo del por ciento que se obtuvo en la Tabla II y Tabla III de compactación de material fino se determinó la puntuación de la variable de compactación de material fino en los tres

segmentos de los dos tramos. Mientras más alto era el por ciento, se le otorgaba una puntuación menor. El segmento 1 del tramo I fue el que menos puntuación obtuvo ya que tenía un 29.9% de compactación de material fino. La puntuación más alta la obtuvo el segmento 1 y 3 del tramo II donde el segmento 1 obtuvo 8% de compactación de material fino y el segmento 3 un 7.8%.

Tabla II.

<i>Compactación de Material Fino "Embeddedness" Tramo I Área Recreativa</i>		
Segmento #1	Segmento #2	Segmento #3
17%	21.4%	29.9%

Tabla III.

<i>Compactación de Material Fino "Embeddedness" Tramo II Puente Colgante</i>		
Segmento #1	Segmento #2	Segmento #3
8%	12.3%	7.8%

Estabilidad del Banco

La estabilidad del banco es la variable potencial para la erosión de los suelos en la parte superior e inferior de las riberas del río. El que ocurra erosión en la ribera del río es normal y es un indicador de que ésta es saludable. Cuando ocurre erosión excesiva en las orillas, como en el segmento 1 del tramo I, que fue el que menos puntuación obtuvo, se debe a que la zona ribereña puede ser degradada o donde la corriente es inestable debido a los cambios que surgen en la hidrología y también porque no posee una gran cantidad de vegetación. Los demás segmentos del tramo I y tramo II obtuvieron una puntuación entre 1.9 a 2.0 ya que el tipo de vegetación a lo largo de los bancos es capaz de soportar eventos de alto caudal y pueden actuar como estabilizador y donde la mayoría de la vegetación que hay pertenece a la clasificación de bosques y arboledas (**Anejo Ilustración F**).

Sombra del Dosel

El por ciento que se obtuvo en la Tabla IV y Tabla V del promedio de sombra del dosel se utilizó para otorgarle la puntuación a la variable de sombra de dosel. Mientras más alto el por ciento de la sombra de dosel, más alta es la puntuación. Esta variable es la que obtuvo las puntuaciones más bajas entre las diez variables tomada en consideración ya que en los segmentos del tramo I y

tramo II obtuvieron una puntuación de cero (0), con excepción del segmento 2 del tramo I, que obtuvo una puntuación de 0.9. La sombra de dosel es importante porque mantiene la temperatura del agua baja y limita el crecimiento de los tipos de algas. Esta variable depende del ancho del río y de la altura de los árboles que están en la orilla.

Tabla IV.

<i>Promedio Sombra del Dosel Tramo I Área Recreativa</i>		
Segmento #1	Segmento #2	Segmento #3
10%	40%	5%

Tabla V.

<i>Promedio Sombra del Dosel Tramo II Puente Colgante</i>		
Segmento #1	Segmento #2	Segmento #3
8%	10%	20%

Condición de la Ribera

El estado de condición de la ribera reduce la cantidad de contaminantes que llegan a esta en el escurrimiento superficial, ayuda a controlar la erosión y mantiene el agua fresca para la biota creando un microclima. Durante eventos de crecidas extraordinarias del río (“*out-of-bank flows*”), los bancos sirven como área de refugio para los peces y proveen material orgánico para la biota de la ribera, que entre otras funciones, es la base de la cadena alimentaria. Además, proporcionan hábitat a los insectos terrestres y sirven de hábitat para los animales terrestres y ayudan a disipar la energía cuando ocurren eventos de inundaciones. Dos segmentos del tramo I clasificaron como que el ancho de la zona ribereña es al menos del ancho del canal del río y que éste último se ha hecho de una manera natural. En estos la zona ribereña está un poco degradada ya que regularmente el pasto es recortado o existen otras perturbaciones. El segmento 3 del tramo I el ancho de la zona ribereña es al menos dos veces del ancho del canal del río, existe diversidad entre la vegetación y está mínimamente degradado. En el tramo II los tres segmentos clasificaron que el ancho de la zona ribereña es igual al de la llanura de inundación, existe diversidad entre la vegetación, los bancos son estables y la zona no sufre degradación.

Hábitat Disponibles

En la variable de hábitats disponible se le otorgó la puntuación de 1.9 a los segmentos que tuvieran cuatro tipos de hábitats y a los segmentos que tuvieran cinco hábitats se lo otorgó la puntuación de 2.0. En el tramo I dos segmentos obtuvieron la puntuación de 1.9 y en el tramo II un segmento obtuvo la misma puntuación donde los hábitats disponibles eran manantial, pozas, corridas y rápidos. Los demás segmentos del tramo I y tramo II obtuvieron una puntuación de 2.0, donde los hábitats disponibles eran manantial, pozas, corridas, rápidos y cascadas.

Presencia de Basura

En la variable de presencia de basura y escombros en los tres segmentos del tramo I y tramo II se pudo observar que había desperdicios o basura, pero no era prominente a pesar de que hay actividad humana, el área está limpia. La mayor parte de la basura que se observó era pedazos de zinc, metal y plástico que pueden haber sido ser arrastrados por escorrentías fuertes hasta ese punto.

Resultados Globales

La Tabla VI, de acuerdo a la sumatoria de la puntuación de las diez variables, presenta un promedio de evaluación en donde el tramo I clasificó como que tenía un estado ecológico mediano, mientras que el tramo II posee un alto estado ecológico.

Tabla VI. Resultados del Protocolo de Evaluación Visual para Ríos de Hawaii empleado en el río Bauta

Tramo	Segmento	Fecha	Puntuación	Clasificación	Promedio	Clasificación Promedio
1 (Área Recreativa)	1	27/10/10	1.32	Mediano	1.41	Mediano
	2	27/10/10	1.5	Alto		
	3	28/10/10	1.42	Mediano		
2 (Puente Colgante)	1	26/10/10	1.6	Alto	1.6	Alto
	2	3/11/10	1.6	Alto		
	3	16/11/10	1.6	Alto		

Conclusión

Después de haber evaluado y aplicado las metodologías científicas de “*Hawaii Stream Visual Assessment Protocol*” Versión 1.0 (2001) y el “*Wolman Pebble Count*” para determinar el valor recreacional y ecológico del río Bauta, se llega a la conclusión que los tramos seleccionados tienen valor ecológico lo que facilita la presencia de biota y su condición ecológica se mantiene semejante a la natural para sostener la flora y fauna. Además, cuentan con un valor paisajístico, recreacional, histórico-cultural, hidrogeológico, biológico y se encuentran en un estado bueno.

La actividad recreacional es constante en los tramos, tanto por los lugareños, como por personas que residen en otros municipios. En uno de los tramos hay un área recreativa desarrollada y administrada por el Municipio de Orocovis que cuenta con instalaciones de baños, duchas, gacebos, cancha de baloncesto, cancha de voleibol playero y, además, es el único lugar donde anualmente se celebra el Festival del Camarón. En ambos tramos hay áreas de acampar y se ven rótulos y escritos en rocas con la frase “*Favor recoger la basura*” (**Anejo Ilustración G**). El río cuenta con un valor socio-económico ya que hay un colmado en uno de los tramos y también porque se vieron personas pescando peces y camarones para vender. Se observó que los tramos son parte del hábitat de la biodiversidad de insectos, peces, aves y animales terrestres. Los tramos cuentan con manantial, pozas, corridas, rápidos y cascadas y tienen paisajes singulares que añaden a su valor recreacional. La calidad de agua en el río es buena por los resultados que se obtuvieron al aplicar el protocolo.

La construcción del Túnel Bauta va a afectar el valor ecológico del río el cual se mantiene en estado semejante al natural, así como la flora y fauna. Además, el valor paisajístico, recreacional, histórico-cultural, hidrogeológico, socio-económico, biológico y el estado en que se encuentra el río se vería afectado. Afectaría también los diferentes tipos de hábitats que hay para las diferentes especies en el río. El nivel de agua se reduciría por la extracción del agua que estaría afectando a la misma vez la cuenca del Río Grande de Manatí por qué no va a recibir la misma cantidad de agua.

Esta evaluación y aplicación de metodologías demuestra que el río Bauta tiene los méritos para que se le otorgue una protección y velen por el recurso de agua tan apreciado por el ser humano, las especies que habitan en el mismo y al igual que el de la vegetación.

El río Bauta es uno de singular belleza y posee ciertos atributos que fomentan su disfrute recreacional. Desde el punto de vista recreativo, se han encontrado cinco (5) áreas que la gente disfruta ya sea acampando o de pasadía, distribuidos en los dos (2) tramos estudiados. Estas áreas incluyen aquellas que el Municipio de Orocovi ha desarrollado para el disfrute de sus compueblanos y para celebrar el Festival del Camarón, las que las personas han desarrollado en su índole privado para rentar y aquellas que han surgido espontáneamente. Esto se debe a que la formación geológica de este río promueve el desarrollo de rápidos, cascadas y pozas profundas donde la gente puede nadar, contemplar y recrearse.

De construirse este túnel, el flujo desviaría las aguas y desaparecería este tipo de atractivo para el público en general, como ha desaparecido en gran parte de la Isla al represar la mayoría de nuestros ríos. Esto nos deja con un recurso cada vez más limitado para administrar holísticamente en una economía donde el turismo de naturaleza y aventura está creciendo exponencialmente.

Agradecimientos

Deseo agradecer a cada una de las personas que colaboraron con esta investigación. Al grupo técnico de la División de Monitoreo del Plan de Agua y a la División de Recursos de Agua del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales por colaborar en las visitas de campo y ayudarme a evaluar y aplicar las metodologías científicas de “Hawaii Stream Visual Assessment Protocol” Versión 1.0 (2001) y el “Wolman Pebble Count”.

Literaturas Citadas y Referencias

1. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Oficina del Plan de Aguas, (2008). *Plan Integral de los Recursos de Agua de Puerto Rico*. San Juan:
2. _____, Gregory L. Morris, . (2010). *Guía para el Manejo de Ríos en Puerto Rico*. San Juan
3. Kwak, Thomas J. (2007). *Fishery Population and Habitat Assessment in Puerto Rico Streams*
4. Morris, G. L. (2005). *Analysis of Potential Reservoirs in Puerto Rico*. San Juan: Appendix A. G.L. Morris Engineering
5. Morris, G. L. (2005). *Analysis of Potential Reservoirs in Puerto Rico*. San Juan: Appendix B GLM Morris Engineering.
6. Quiñones, F. & Lázaro Castro, A. M (2009). *Estudio de Viabilidad de la Construcción de un Túnel desde el Río Bauta en Orocovis hasta el Embalse Toa Vaca en Villalba para aumentar los abastos de agua a la Región Sur*
7. Resolución Conjunta del Senado 623, “Para ordenar a la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) la construcción de un túnel desde el Río Bauta en el Municipio de Orocovis hasta la Represa Toa Vaca en el Municipio de Villalba, con la finalidad de transportar agua de forma que se aumente el rendimiento seguro del preciado líquido en la Región Sur”.
8. USDA, Natural Resources Conservation Service, (2001). *Hawaii Stream Visual Assessment Protocol Version 1.0*.
9. Wolman, A. (1954). *Wolman Pebble Count*.

Anejos

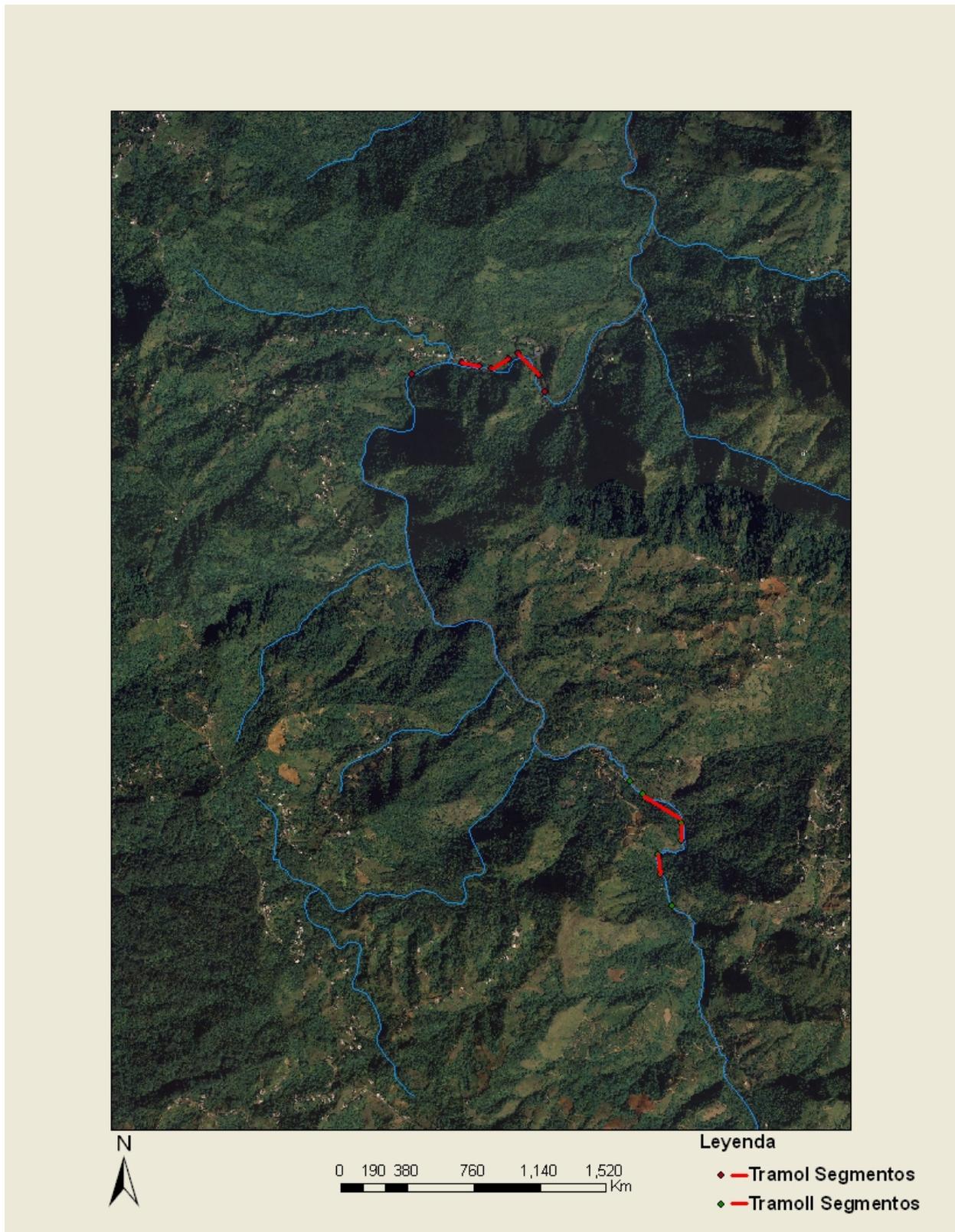


Ilustración A: Área de estudio Río Bauta

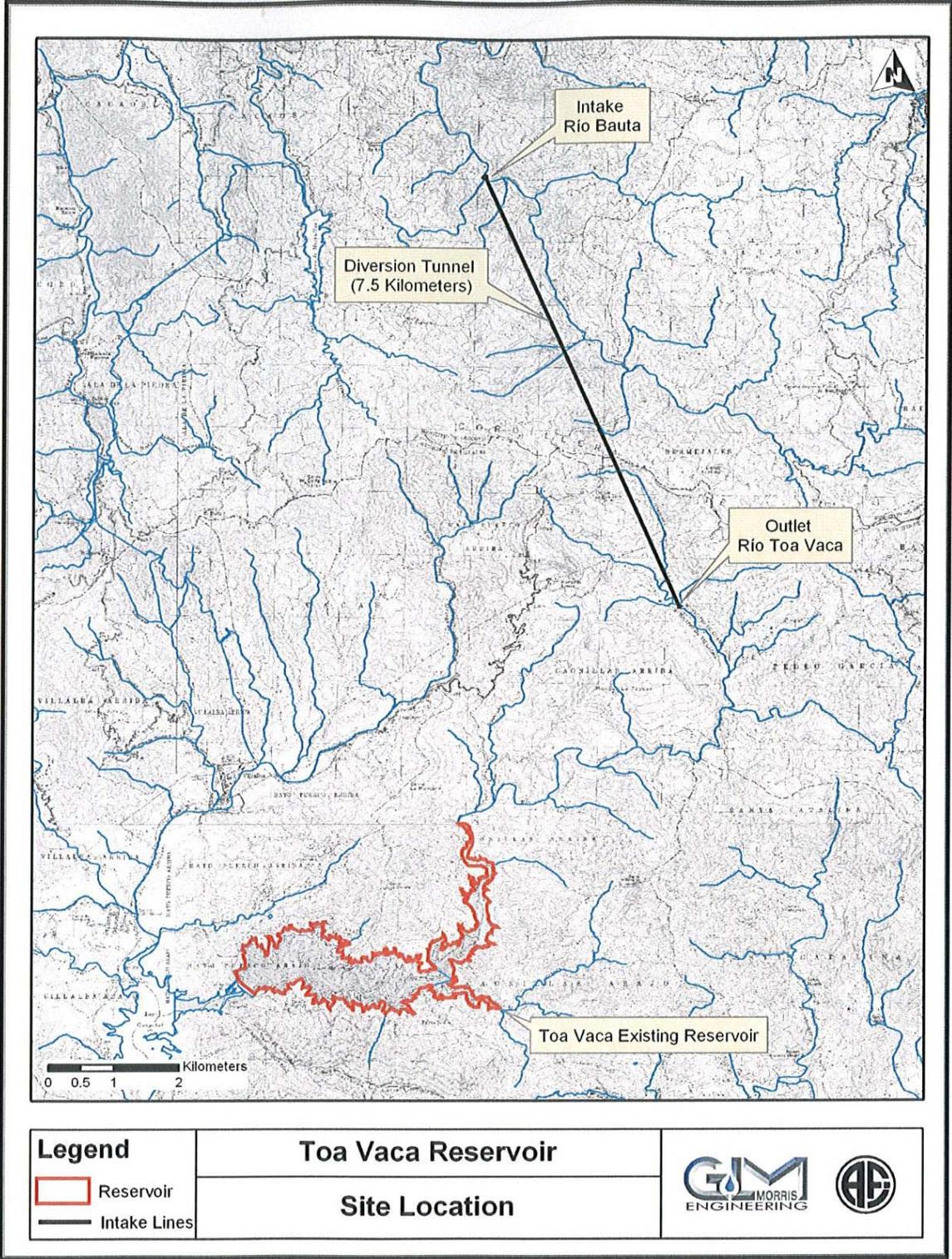


Ilustración B: Construcción Túnel Río Bauta

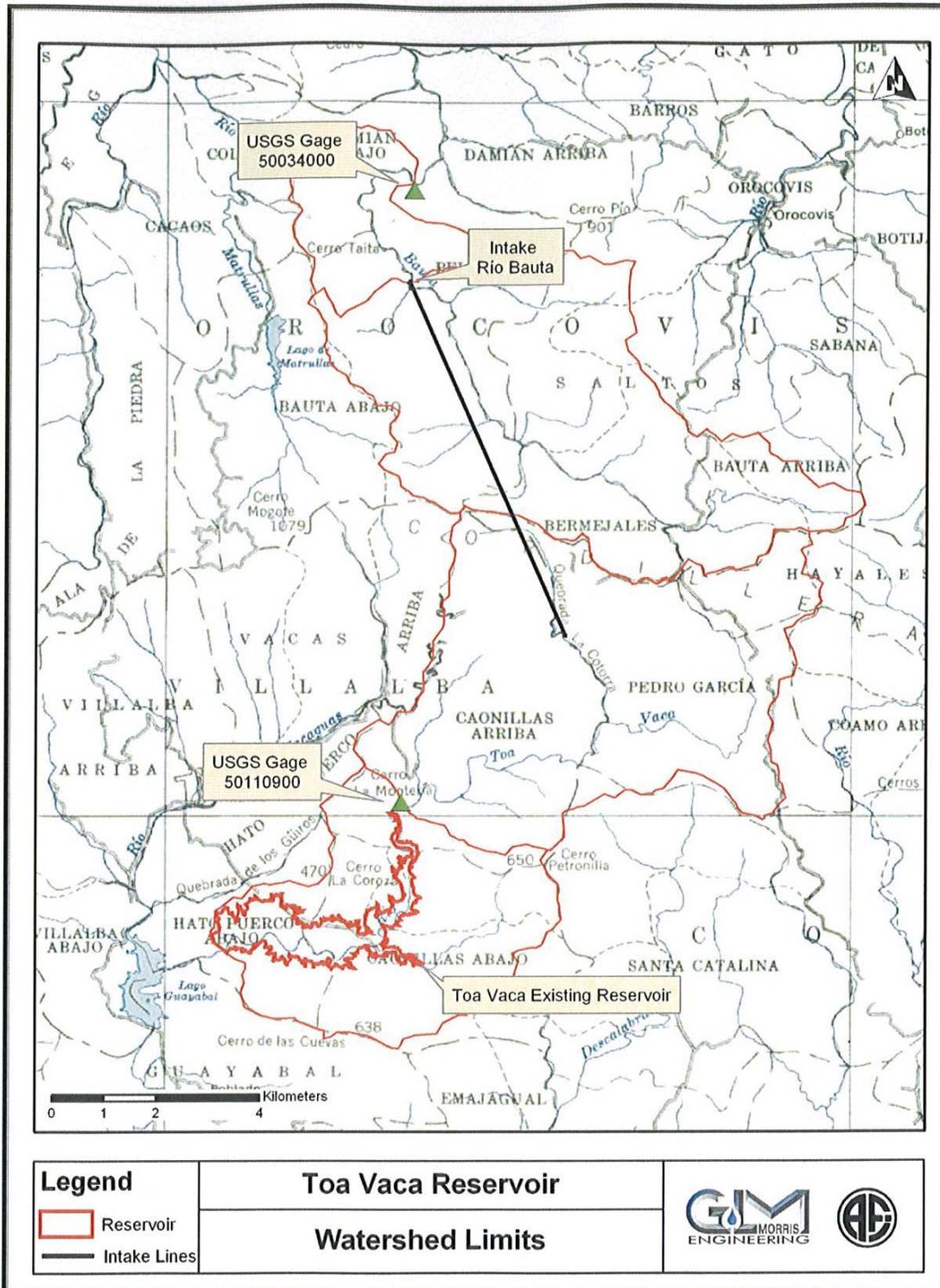


Ilustración C: Alineación del Túnel Río Bauta y cuencas

Río Bauta Tramo I Área Recreativa



Leyenda

- Marcadores
- Quebrada
- Río Bauta



Ilustración D: Tramo I Área Recreativa

Río Bauta Tramo II Puente Colgante




Leyenda
● Marcadores — Quebrada — Río Bauta

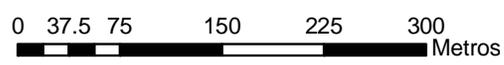


Ilustración E: Tramo II Puente Colgante

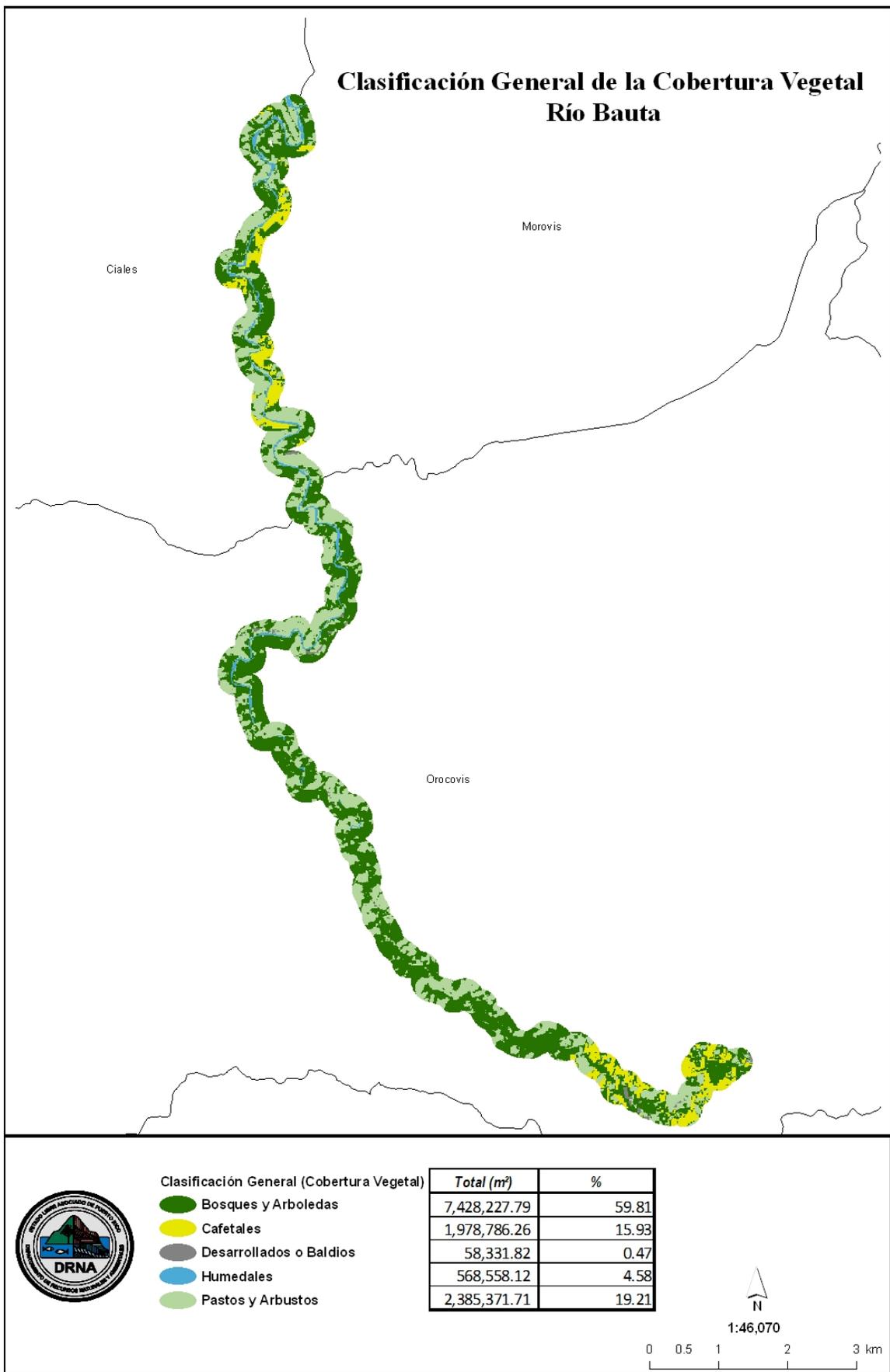


Ilustración F: Clasificación General de Cobertura Vegetal Río Bauta



Ilustración G: Frase Favor Recoger Basura



SCORING DATA SHEET

Date		Time						Weather					
Stream Name		Reach ID											
	Segment #1	Segment #2		Segment #3		Segment #4		Segment #5					
Stream Type													
Segment Length (ft or m)													
Temperature													
Elevation													
Substrate	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %	1 2 3 4 %
Silt/clay													
Sand													
Gravel													
Cobble													
Rock													
Boulder													
Bedrock or Concrete													
Embeddedness %													
Bank Vegetation % - looking downstream, left bank / right bank													
Trees													
Shrubs													
Herbaceous													
Leaf Litter													
None (bare)													
Avg % canopy/shade													
Avg Width													
Velocity and Depth													
Flow Status:	high/normal/low												
Flow (cfs) or (cms)													
Sketch Channel cross-section, include low, normal, and high flow lines and existing water level													
Score Each Element - Use "Scoring Sheet for the Elements" Guidance													
1. Turbidity													
2. Plant Growth													
3. Channel Condition													
4. Channel Flow Alteration													
5. Percent Embeddedness													
6. Bank Stability													
7. Canopy													
8. Riparian Condition													
9. Habitat Available													
10. Litter/Trash													
Total score													
Total score / # of elements													
Rating of Average													
1.8 - 2.0 Very High													
1.5 - 1.7 High													
1.1 - 1.4 Medium													
0 - 1.0 Low													

Notes: ie. wildlife sightings, vegetation species, etc.

Ilustración H: Hoja de Datos Hawaii Stream Assessment Protocol

Wolman Pebble Count Report

Sample Date: Sampling by:

Stream Name:

Stream Type:

Sample Location:

Sample Number:

	Grain Size (mm)		Count
	From (Retained on)	To er Than)	
Fines		0.062	
Very Fine Sand	0.062	0.125	
Fine Sand	0.125	0.25	
Medium Sand	0.25	0.5	
Coarse Sand	0.5	1	
Very Coarse Sand	1	2	
Very Fine Gravel	2	4	
Fine Gravel	4	8	
Medium Gravel	8	16	
Coarse Gravel	16	32	
Very Coarse Gravel	32	64	
Small Cobble	64	128	
Large Cobble	128	256	
Small Boulder	256	512	
Medium Boulder	512	1024	
Large Boulder	1024	2048	
Very Large Boulder	2048	4096	
Sample Count			

Notes:

ANCHO:

PROFUNDIDAD:

PIEDRAS GRANDES:

Ilustración I: Hoja de Datos Wolman Pebble Count

