

# REVISTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES EN CELEC EP

DIC. / 2020

REVISTA  
S  
E  
C  
E

**Dirección**

David Idrovo Landy  
Jefe de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social  
CELEC EP

**Coordinación**

Belén Santillán Herrera  
Directora de Comunicación CELEC EP

María Teresa León Larrea  
Gestión Ambiental y Responsabilidad Social CELEC EP

**Comité de revisión técnica**

José Jara Alvear  
CELEC EP MATRIZ

Pablo Guzmán Cárdenas  
CELEC SUR

María Augusta Barba Carvajal  
CELEC EP TERMOPICHINCHA

**Colaboración Técnica**

Johanna Alexandra Ochoa Ruilova  
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**Fotografías**

Archivo CELEC EP

**Diseño y diagramación**

Dirección de Comunicación CELEC EP  
Esteban Parra Luzuriaga

Empresa Pública Estratégica  
Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP  
Cuenca, Ecuador  
Diciembre 2020  
2 Edición  
[www.celec.gob.ec](http://www.celec.gob.ec)  
(+593) - 3700 190

Colaboración técnica:



# CONTENIDO

## Artículos técnicos

- 6 Análisis del consumo de energía eléctrica en el periodo 2014 al 2017 de la central de generación termoeléctrica Sacha.
- 16 Elaboración de abono orgánico en cuatro comunidades adyacentes al Multipropósito Baba perteneciente a CELEC EP Hidronación.
- 24 Monitoreo y rescate de la ictiofauna en el embalse y cuerpos hídricos del área de Influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.
- 42 Monitoreo de primates en la línea de transmisión eléctrica La Concordia – Pedernales a 230kV.
- 56 Identificación de las Fuentes de Escorrentía en las Centrales Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Manduriacu mediante el uso de Isótopos Estables.
- 62 Caracterización de los organismos acuáticos del embalse Daule Peripa, 2015-2019. Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind.
- ## Documentación de experiencia
- 82 Manejo y resolución de conflicto socio ambiental: sistema de transmisión Tabacundo - Pimampiro (2018).
- 88 Cooperación interinstitucional con los Gobiernos Locales en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas.
- 94 La Educación Ambiental a través de la dimensión cognitiva: experiencia en dos escuelas del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.
- 102 Capacitación y formación técnica para los moradores de la zona de influencia de las Centrales de la Unidad de Negocio CELEC EP Termomanabí.
- 106 Guía para el manejo sostenible de escombreras en proyectos hidroeléctricos.

La gestión ambiental es uno de los puntales en el trabajo diario que desarrolla la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP). Nuestra prioridad es la generación y transmisión de energía eléctrica para el desarrollo de todas las actividades, en un marco de respeto y armonía con el ambiente y las comunidades aledañas.

El mundo avanza hacia la descarbonización de todas sus actividades, es decir la sustitución de las energías fósiles por energías limpias, como la hidroelectricidad y las energías renovables no convencionales. CELEC EP, como responsable de la generación y transmisión del 90 por ciento de la energía eléctrica que consumen los ecuatorianos, es un actor fundamental en este proceso, al garantizar la generación de la energía que necesita el país.

Ello también incluye un mejor relacionamiento con nuestro entorno: comunidad, proveedores y en un ambiente de respeto al entorno. Entonces la prioridad en todas nuestras acciones es ser un buen socio y buen vecino con quienes convergemos y nos relacionamos en las distintas actividades corporativas.



**Ing. Gonzalo Uquillas Vallejo.**  
Gerente General  
CELEC EP

# Análisis del consumo de energía eléctrica en el periodo 2014 al 2017 de la central de generación termoeléctrica Sacha

## Resumen

El ahorro de energía es un tema que cada vez se vuelve más importante a nivel mundial. Los sistemas de gestión energética son cada vez más empleados y su metodología facilita la aplicación y análisis del proceso en cuestión. El objetivo del documento es realizar el análisis del consumo interno de energía eléctrica de la central Sacha en el periodo 2014 al 2017; para lo cual, la metodología utilizada para realizar el análisis y posterior presentación de propuestas se fundó en la norma ISO 50001:2011; la cual se basa en el conocimiento del proceso que será evaluado, desarrollando e identificando todas las cargas inmersas en el mismo. Esto permitió plantear propuestas factibles para la reducción del consumo interno de energía eléctrica, así como también identificar puntos a mejorar en las operaciones de la central.

**Palabras clave:** metodología, ahorro, energía, termoeléctrica, gestión energética, eficiencia energética, norma ISO

## Introducción

El estudio fue desarrollado en la Central Sacha, perteneciente a la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. Esta planta de generación termoeléctrica tiene una capacidad de 20.4 MW y consume residuo de petróleo como combustible primario; y se encuentra ubicada en la provincia de Orellana, cantón Joya de los Sachas. Esta Central inició su operación comercial en el año 2010.(Cajas, 2019)

El estudio contiene un análisis del consumo interno de energía eléctrica en el periodo comprendido entre el año 2014 al 2017 el cual alcanza un valor promedio diario de 13 147.81 kWh, lo que representa un monto anual de aproximadamente \$383 915.93 dólares. Si este valor fuera considerado como un gasto adicional y si tuviera que facturarse o pagarse a través de una planilla de luz, la central tuviera un saldo negativo al final del año. Por ejemplo, si se consideran los montos del año 2017 donde los costos totales fueron de \$9 322 855.04 dólares y los ingresos totales fueron de \$9 619 622.56. Este trabajo demuestra como un análisis sistemático, permite plantear oportunidades para reducir el consumo interno de energía eléctrica en la central para transformar esta reducción de consumos en ingresos en la misma proporción, debido a la disponibilidad de mayor cantidad de energía eléctrica para la venta. El análisis de la información muestra que a partir de la línea base generada se puede alcanzar una meta incrementando la energía neta en un valor promedio anual de 1 348 423.07 kWh lo que representaría un incremento en los ingresos de aproximadamente 107 873.85 dólares.

La finalidad de este análisis es establecer variaciones en el periodo del 2014 al 2017 en cuanto al consumo interno de energía eléctrica, identificar equipos o áreas que presenten mayor consumo y plantear propuestas que permitan reducir este consumo interno. En este sentido, los aspectos técnicos considerados en el análisis son el tamaño, la ingeniería y la organización; los aspectos financieros son las inversiones, las proyecciones



financieras y la evaluación de los proyectos; por lo tanto, el objetivo principal busca reducir el consumo interno mediante el planteamiento de propuestas sencillas que no requieran alta inversión y que puedan ser ejecutadas con el personal de la central.

Es importante destacar que el análisis sólo se realizó sobre el consumo de los equipos en base a sus datos de placa y al tiempo en que se encuentran en funcionamiento. En este caso no se contempló la medida y análisis de ineficiencia en el consumo. El estado de los equipos es un análisis mucho más amplio que debe estar acompañado a políticas claras de mantenimiento y operación que deben ser establecidas por CELEC EP.

La evaluación ambiental es realizada conforme a los requerimientos establecidos por la Licencia Ambiental y Plan de Manejo Ambiental aprobado y vigente desde el año 2012 en los cuales cuentan con la evaluación necesaria para todas las operaciones. Con esta evaluación se estableció que se puede lograr una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en un valor de 231.24 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Con este análisis se busca realizar la menor inversión posible para dar soluciones al consumo eléctrico de la central. Al tratarse de soluciones planteadas a los procesos internos estos no influyen o afectan directamente a la comunidad porque se buscan propuestas para ejecutarlas con el personal de la empresa.

## Antecedentes

La Central Sacha se encuentra ubicada en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana. La central fue instalada en el año 2010 en el Campo Sacha como requerimiento de la Empresa Pública Petroecuador (EPPEC) quien se encontraba a cargo de la producción petrolera de varios campos en la zona Oriente. En febrero del año 2011, la Central inicia su operación comercial en el Sistema Eléctrico Petrolero SEIP. A partir del año 2013, la Empresa Pública Petroamazonas (PAM EP) asume los derechos y obligaciones de las siguientes áreas de EP PETROECUADOR: la Gerencia de Exploración y Producción, la Coordinación General de Aviación y las áreas de exploración y producción de la Gerencia de Gas natural; y por consiguiente, de la administración del contrato de prestación del servicio eléctrico con CELEC EP.

La Central tiene una capacidad instalada de 20,4MW distribuidos en 12 motores de combustión interna (MCI) de 1,7 MW cada uno; de tecnología coreana. La Central produce energía eléctrica a partir de la combustión de combustible pesado del tipo residuo de petróleo que proviene de la refinería de Shushufindi perteneciente a EPPEC. El consumo mensual promedio de este combustible es de 549 393,07 galones (CELEC EP, 2017 a).

Las unidades de generación están dispuestas en grupos de cuatro; lo que se conoce como baterías. La central cuenta con tres baterías para completar los 12 motores indicados. Cada batería tiene una capacidad de generación de 6 800 kW a nivel de 4 160 V. Esto quiere decir que cada batería está conectada a un transformador donde se eleva el nivel de voltaje a 13,8 kV para después evacuar la energía al SEIP que se encuentra a este mismo nivel en el punto de conexión. En cada batería existen transformadores para el consumo de equipos auxiliares de las unidades

de generación a niveles de 480 V, 220 V y 110V. A nivel de 13,8 kV existe una conexión a un transformador que permite reducir el voltaje a 220 V; en este punto se conecta todo el sistema de iluminación pública, oficinas, talleres, etc.; también se encontrarán los circuitos eléctricos de las oficinas para el uso de equipos como computadoras y otros.

La energía eléctrica generada es entregada al sistema eléctrico petrolero que pertenece a PAM EP, y el aporte mensual promedio es de 8 498 469,19 kWh (CELEC EP, 2017 a). Esta energía es utilizada por PAM EP en sus diferentes campos para la extracción de petróleo; para este proceso la empresa petrolera cuenta con varias centrales entre propias y arrendadas para suplir su demanda de energía eléctrica.

La central para generar energía eléctrica tiene un consumo eléctrico interno promedio anual, entre 2014 al 2017, de 4 798 949,09 kWh y 6 541 266,47 galones de combustible pesado, lo que equivale aproximadamente a la emisión de 3 388,67 toneladas de CO2 equivalentes en un año.

La central al estar conectada al SEIP-E, trabaja los 365 días al año, las 24 horas al día, prestando el servicio eléctrico en el sector petrolero, siendo una importante fuente de ingresos para la Corporación al no estar afectada por la entrada de los nuevos proyectos emblemáticos hidroeléctricos; pues esta central, no ha dejado de operar.

Por esta razón, es necesario buscar alternativas que permitan mejorar la eficiencia de la Central y reducir los costos operativos que beneficien el ingreso neto para la Corporación.

## Método

El plan estratégico de gestión de la energía es un enfoque a largo plazo proporcionado para alcanzar los objetivos establecidos, determinar el nivel de eficiencia energética, detectar, controlar, monitorear e informar sobre el desempeño del consumo de energía (Asim et al., 2017).

Para los autores Cañizares et al. (2014) la eficiencia energética puede ser alcanzada a través de la implementación de un Sistema de gestión energética, que al igual que otros sistemas de gestión debe cumplir una serie de requisitos para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo.

Para Restrepo et al. (2014) la ISO 50001:2011 facilita la implementación de un sistema de gestión energética. Al tratarse de un sistema normalizado, la mejora continua está basada en el ciclo de calidad PHVA (Planificar Hacer, Verificar, Actuar) (ISO, 2011).

En Calle y Pozo (2016) se menciona que los autores lograron la mejora de la rentabilidad de la empresa mediante la optimización de los costos de producción, siguiendo una metodología ordenada que permita el análisis del consumo energético.

La metodología desarrollada corresponde a lo detallado por Bueno et al. (2018) que plantea, para la evaluación del proceso, realizar lo siguiente:

- a. Definir el diagrama energético productivo. Este consiste en el desarrollo del proceso productivo de la instalación, mediante un diagrama de flujo u otra herramienta que permita visualizar todos los procesos involucrados.

- b. Realizar el censo de carga. Estimar o medir los consumos importantes por cada área productiva con ayuda del diagrama de flujo.
- c. Calcular el diagrama de Pareto y estratificación. Esto permite un procesamiento de los datos, una clasificación y priorización de los equipos o áreas de las instalaciones para el análisis.
- d. Proponer diagramas de control. Estos diagramas permiten observar el comportamiento de una variable con respecto al tiempo y se puede establecer límites de trabajo para conocer si la variable en estudio está dentro o fuera de los parámetros normales.

Los autores mencionan la caracterización energética mediante la aplicación de herramientas de gestión que forman parte del procedimiento de gestión en la norma ISO 50001.

A partir del análisis de la información, se plantearán propuestas que buscan reducir el consumo interno de energía eléctrica. La selección de la o las alternativas a implementarse se realizará luego de la evaluación financiera de cada una, empleando para este fin indicadores financieros como el VAN, TIR y el periodo de retorno.

Para finalizar se establecen indicadores de gestión con la finalidad de medir y controlar el comportamiento del consumo interno de la central y la eficacia de la implementación de las propuestas.

# Resultados

## Análisis del Proceso

Del conocimiento del proceso de la central de generación y con la disponibilidad del diagrama unifilar se identificaron los equipos eléctricos que influyen en el proceso y su ubicación. A partir de

esta información y su procesamiento, se determinó que existen en total 132 motores eléctricos y, en iluminación, un total de 362 unidades entre focos y lámparas de distintas capacidades.

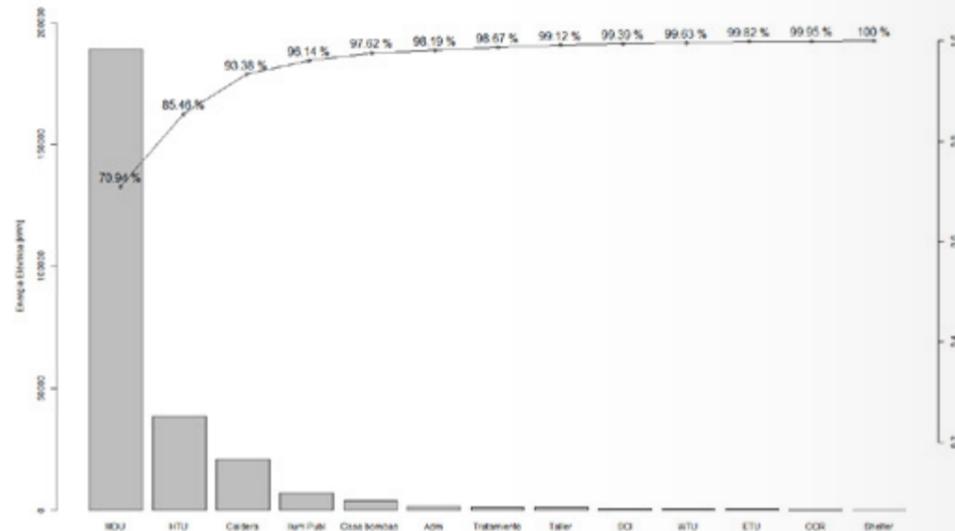


Figura 1: Diagrama de Pareto con consumo de energía mensual [kWh] por zona de la Central

En la Fig. 1, aplicando el Principio de Pareto, se tiene que las áreas de unidades de motor diésel (MDU, por sus siglas en inglés) y las unidades de tratamiento de combustible pesado (HTU, por sus siglas en inglés) representan aproximadamente el 85% del consumo de energía estimado. Solamente el área de MDUs representa aproximadamente el 71% de este consumo de energía.

Según la figura anterior el esfuerzo debe centrarse en reducir el consumo en los MDUs; y en un análisis más profundo se debe trabajar sobre los ventiladores de los radiadores. En el área de MDUs, solamente la cuenta de tres equipos alcanzaría un consumo mensual de 188 983.80 kWh.

El comportamiento de la planta puede observarse cuando se relaciona la energía que se produce con la energía de insumo. En este caso se

relaciona la energía neta, que es el producto final del proceso, con el consumo de combustible, que es el insumo. En la Fig. 2 se puede observar esta relación entre las dos variables y claramente se marca una tendencia lineal. Esta gráfica permite trazar una línea base que servirá para determinar un punto inicial del análisis y para comparar en el futuro si se ha logrado mejorar. Para este caso la línea base está identificada en color negro y representa a todos los puntos en la gráfica tanto los puntos azules como los verdes. El interés en este análisis es incrementar la energía neta que se vende a PAM EP. En la misma figura se puede explicar que para un mismo valor de consumo de combustible se debe aumentar la energía neta; esto quiere decir que todos los valores que se encuentran sobre la línea base, marcada en negro, son los que interesa alcanzar. Estos valores son los puntos que se han representado de color verde en la figura.

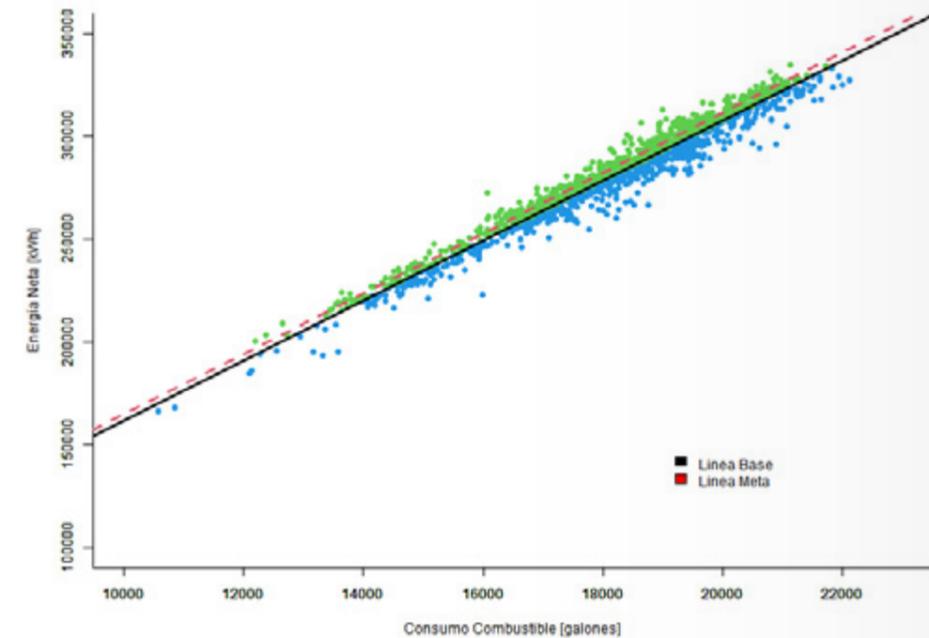


Figura 2: Relación entre la energía neta y el consumo de combustible, periodo 2014 al 2017.

Los puntos de color verde permiten realizar un nuevo análisis y como se puede observar, la relación entre las dos variables continúa siendo lineal. Para estos valores se ha trazado una nueva línea, en color rojo, que representará la línea meta que se debe tratar de alcanzar.

Del periodo analizado, en promedio diario debería mejorar en la entrega de energía neta con un valor de 3 694.31 kWh; el cual, en un año sería de 1 348 423.07 kWh, lo que significa, a un costo de 0.08 dólares, un valor de 107 873.85 dólares.

### Indicadores de Gestión Energética

La Corporación no cuenta con una política energética, por consiguiente, no se han establecido indicadores de gestión energética para su evaluación.

En las centrales térmicas es común medir el rendimiento de las plantas relacionando la energía generada con el consumo de combustible. Este indicador dependerá de la tecnología utilizada y del tipo de combustible.

En la Tabla 1 se plantean indicadores de gestión energética medibles y que pueden ser empleados para dar seguimiento al desempeño energético de la central. Se plantean tres nuevos indicadores que no han sido considerados en el proceso de generación pero que servirán para evaluar la efectividad de las propuestas planteadas.

Al trabajar con la energía neta, esta ya ha considerado el valor del consumo interno. Por lo tanto, su control permite tener una idea si se está presentando mayores consumos. La central al generar continuamente para PAM EP, a un nivel aproximado de 14 MW, facilita el control de parámetros como son el rendimiento y su consumo interno, los cuales están relacionados en los dos primeros indicadores. El fabricante establece que teóricamente, las unidades de generación deberían mantener un rendimiento de 17 kWh/galón, por lo tanto, este sería el objetivo a alcanzar. Sin embargo, es importante recalcar, que este indicador no dependerá solamente del consumo interno y la energía generada en la central, sino que dependerá del estado de las unidades de generación y el desarrollo de un buen plan de mantenimiento.

**Tabla 1:** Indicadores de Gestión Energética

Indicador	Unidades	Medida Actual promedio
Relación entre energía neta y el consumo de combustible	[kWh/galones]	15.47
Relación entre la energía consumida y la energía neta	[%]	4.7%
Consumo eléctrico de iluminación por área	[kWh/m <sup>2</sup> ]	0.71
Consumo eléctrico por trabajador	[kWh/trabajador]	182.79

El consumo interno no tiene un valor objetivo claro, pues también existen muchos equipos e instalaciones que afectan su resultado, por lo cual, el desarrollo de un adecuado plan de inspecciones que permita identificar posibles pérdidas de energía que generen un mayor consumo eléctrico, ayudará a garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

**Tabla 2:** Costos de implementación y ahorro de propuestas

Propuesta	Costo de implementación	Beneficio Ambiental	Ahorro que genera en dólares	kWh de reducción al año
Propuesta 1	\$260 247,13	Reducción de 34,59 toneladas de CO <sub>2</sub>	\$3 743,42	46 792,74
Propuesta 2	\$13 848,32	Reducción de 231,24 toneladas de CO <sub>2</sub>	\$25 090,56	313 632,0
Propuesta 3	\$884,69	Reducción de 5,37 toneladas de CO <sub>2</sub>	\$581,07	7 263,36
Propuesta 4		Reducción de 56,72 toneladas de CO <sub>2</sub>	\$6 139,92	76 748,94

De la Tabla 2 se puede determinar que con la implementación de las propuestas 2, 3 y 4 se puede generar un ahorro de 31 811,55 dólares con una inversión de 14 733,01 dólares.

### Propuestas

A partir de estos resultados, se plantean cuatro propuestas, de la siguiente manera:

Cambio de motores eléctricos de ventiladores de radiadores, purificadoras de HFO y Aceite de mayor eficiencia, IE3.

Instalación de variadores de frecuencia en motores eléctricos para reducción de consumo eléctrico a través del control de la velocidad de giro.

Cambio de iluminaria normal por focos ahorradores de menor consumo eléctrico.

Cambio de costumbres en personal generando conciencia del ahorro de electricidad mediante el apagado de equipos y luminarias cuando no están en uso.

El costo de la implementación de cada propuesta, el beneficio ambiental representado por la reducción de la emisión de toneladas de CO<sub>2</sub>, la reducción del consumo eléctrico y el ahorro generado en unidades monetarias son presentados en la Tabla 2.

Con la propuesta 2, se ataca directamente a una de las fallas comunes en motores eléctricos y que en De Seguros (2002) se la menciona como falla en los sistemas de protección y control.



Las propuestas fueron evaluadas financieramente y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 3.** Resultados de Evaluación financiera de propuestas

PROPUESTA	VAN	TIR	PR
Propuesta 1	\$968 544,77	88,81%	1.1 años
Propuesta 2	\$82 074,55	134,99%	0,7 años
Propuesta 3	\$2 685,32	65,29%	1,5 años
Propuesta 4			

La Tabla 3 muestra los resultados de los indicadores financieros empleados para evaluar las propuestas. La propuesta 2 presenta el mejor valor de TIR y un menor periodo de retorno. La particularidad de la propuesta 4 es que no necesita inversiones más que un cambio de hábito de las personas, por esta razón, no tiene valores en los indicadores financieros pues no pueden ser calculados.

Cada propuesta aporta a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y sus resultados se muestran en la Tabla 4.

La propuesta 2 presenta el mayor aporte a la reducción de la emisión de GEI comparado con las otras propuestas. Este indicador puede ser importante para definir la selección de las alternativas a implementar.

**Tabla 4.** Valores estimados de reducción de GEI por aplicación de cada propuesta

Propuesta	Reducción GEI
Propuesta 1	34,59 ton CO <sub>2</sub>
Propuesta 2	231,24 ton CO <sub>2</sub>
Propuesta 3	5,37 ton Co <sub>2</sub>
Propuesta 4	56,72 ton CO <sub>2</sub>

## Discusión

La metodología, mediante el empleo de un diagrama como el de Pareto, permite identificar que en las zonas de los motores de combustión interna se encuentran los equipos más grandes y de mayor consumo; los cuales, corresponden a los motores eléctricos de los ventiladores de los radiadores del sistema de enfriamiento. (Quispe, 2003) mencionó que aproximadamente el 80% del consumo eléctrico lo realizan los motores eléctricos. Este estudio presenta un valor muy cercano al 80%.

Al observar la Fig. 1, los MDU's solapan la información en el resto de las zonas y no permiten observar adecuadamente su comportamiento. Al analizar la Tabla 2, se puede observar que la propuesta 1, que va dirigida al equipamiento de la zona de MDU's, no es tan atractiva para su implementación; caso contrario sucede con los resultados obtenidos por la propuesta 2 que con una inversión de casi 20 veces menor genera un ahorro monetario de casi 8 veces mayor. Por esta razón, se podría centrar en la implementación a partir de la propuesta 2 y las subsiguientes.

Los datos de consumo eléctrico no son considerados dentro de los análisis operativos periódicos de la central Sacha; los cuales, se concentran en el comportamiento de las unidades de generación. Esto dificulta el análisis del consumo eléctrico en algunas zonas como oficinas, bodegas y laboratorio puesto que la cantidad de datos disponibles no son significantes.

El análisis siempre estará asociado al requerimiento de potencia y energía del cliente; en este sentido, se asume que el despacho se mantendrá constante en el tiempo.

Anualmente en promedio, el consumo interno de la central representa un monto de \$383 915.93 dólares que no puede ser facturado a PAM EP, aunque con las propuestas planteadas sólo alcanzan a recuperar aproximadamente un 9% de este monto, este es un planteamiento inicial importante que permite visualizar las oportunidades de mejora dentro del proceso. Con el análisis continuo de la información recabada durante

este trabajo, se pueden continuar planteando nuevas propuestas para reducir el consumo interno de la central e incrementar el porcentaje planteado.

Para seleccionar la propuesta más atractiva se puede emplear los indicadores financieros como guía para decidir sobre la mejor inversión a realizar; y a esto se le puede sumar, el aporte que la propuesta realice sobre la reducción de emisión de GEI al ambiente. Para este caso, se puede observar que la propuesta 2 presenta mejores indicadores financieros en TIR y PR; y además es la que mayor aporta a la reducción de GEI.

La contrastación de la información que se recopila automáticamente por el SCADA de la central y la información registrada manualmente por los operadores muestra grandes diferencias, lo que dificulta que se utilice una base de datos u otra indistintamente. En este punto es necesario plantear un análisis específico para la implementación de un sistema automático de registro de información que sea confiable y que garantice la disponibilidad e integridad de los datos.

Es importante destacar que el modelo debe ser alimentado constantemente puesto que la energía neta como el consumo de combustible dependerá de varios factores como, por ejemplo:

- La potencia requerida por PAM EP, si esta aumenta o disminuye afectará a las dos variables. Este es un factor externo que no puede ser controlado por CELEC EP pero debe ser considerado en el análisis.
- El tipo de combustible, la composición química y el porcentaje de mezcla con diésel afectará en el consumo de las unidades. Esto depende mucho del producto que sea vendido en la refinería Shushufindi de EPPEC. CELEC EP tiene capacidad para controlar el porcentaje óptimo de mezcla con diésel para la generación. Esto debido a que esta Central consume un combustible pesado.

## Conclusiones

El estudio ha permitido encontrar oportunidades de mejora que benefician a la operación de la central y su impacto al medio ambiente por el consumo de combustibles fósiles. Un análisis posterior puede considerar el empleo de tecnologías adicionales para mejorar estos impactos como por ejemplo el uso de paneles solares en las instalaciones. Este análisis puede considerarse como un paso inicial para implementar un sistema de gestión energética y replicarlo en el resto de las instalaciones de CELEC EP.

El análisis se desarrolló únicamente considerando el consumo de energía eléctrica. Se recomienda para desarrollar el sistema de gestión energética realizar un análisis completo considerando más variables como el consumo de combustibles, el plan de mantenimiento, el desgaste de los componentes, entre otros.

- El mantenimiento de los equipos de la central, un adecuado plan de mantenimiento debe ser desarrollado para garantizar el funcionamiento óptimo de todos los equipos. Esto estará directamente relacionado a las horas de operación de los equipos y a su desgaste.
- La instalación de nuevo equipamiento, esto puede ser debido a la mejora de algún proceso interno donde se requiera la instalación de equipos adicionales a los existentes o si se cambia equipos existentes por nuevos, más eficientes.



## Autor

Análisis del consumo de energía eléctrica en el periodo 2014 al 2017 de la central de generación termoeléctrica Sacha.

**Carlos Cajas**

[carlos.cajas@celec.gob.ec](mailto:carlos.cajas@celec.gob.ec)

Subdirección de Planificación Técnica

Dirección de Planificación de la Expansión

Carlos Alberto Cajas Maldonado.- Nació en Quito, Ecuador en 1983. Recibió su título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Escuela Politécnica Nacional en 2009; de Máster en Gestión de Proyectos de la Universidad Técnica Particular de Loja en 2019. Trabaja en la Corporación Eléctrica del Ecuador desde el año 2009; entre 2010-2018 como Jefe de Central y Jefe de Operación de la Central Sacha; entre 2018-2019 Como Subgerente de Proyectos de la Unidad de Negocios Termopichincha y en la actualidad como Especialista de Proyectos de la Dirección de Planificación de la Expansión.

# Elaboración de abono orgánico en cuatro comunidades adyacentes al Multipropósito Baba perteneciente a CELEC EP Hidronación

## Resumen

CELEC EP HIDRONACIÓN es la empresa encargada del mantenimiento y operación de la Central Hidroeléctrica Baba, alrededor de esta y sus componentes se encuentran ubicadas 15 comunidades, con una población de más 3.500 personas.



Ilustración 1.-Ubicación del Multipropósito Baba

Existen varias razones bien fundamentadas para usar métodos orgánicos, y una de estas es ayudar a mitigar los riesgos que causaría la producción de desechos en las comunidades que se encuentran ubicadas alrededor del Complejo Multipropósito Baba, y sean arrojadas en el cuerpo de agua del embalse y canales lo cual produciría un efecto negativo al ambiente.

El proyecto se desarrolló en el Norte de la provincia de los Ríos, jurisdicción del cantón Valencia, específicamente en las escuelas: "Américo Vespucio" de La Ceiba, "René Descartes" de Fátima, "Sagrado Corazón" de la comunidad de San Cristóbal y "Manuelita Sáenz de la comunidad de Zulay (figura #1).

Se incentivó a través de los estudiantes a familias de las cuatro comunidades a emplear métodos de fertilización alternativa para todo tipo de cultivos, para ello fue necesario realizar talleres teóricos y prácticos, comenzando desde el manejo adecuado y clasificación de los desechos y la utilización de técnicas para la elaboración de abono orgánico.

El compostaje de residuos domésticos no requirió mecanismos complicados, con un pequeño espacio dentro de casa o espacios compartidos en la comunidad fue suficiente.

Este ensayo se lo realizó considerando la preocupación de CELEC EP HIDRONACIÓN ante la contaminación que se estaba produciendo en el embalse, se lo ejecutó en pequeña escala con la finalidad de adquirir experiencia.

En próximos proyectos se espera contar con el apoyo de los gobiernos locales e involucrar al resto de comunidades.



## Introducción

El deterioro ambiental es uno de los problemas más graves que la sociedad y el planeta en general enfrentan en la actualidad, para ayudar a disminuirlo y precautelar la salud humana es importante que todos unamos esfuerzos.

El elevado uso de productos fitosanitarios y fertilizantes químicos han ocasionado consecuencias negativas tales como: costos elevados, resistencia de los productos y degradación biológica del suelo, esto implica lograr un cambio de mentalidad hacia una agricultura orgánica y por lo tanto más sostenible (1) (Del Puerto et al., 2014).

El aumento de la población y por ende el consumo de alimentos genera desechos, que al no tener una adecuada disposición y ser colocados en quebradas y cauces de agua se convierten en un problema ambiental en la zona.

Debido a la necesidad imperante de deshacerse de los desechos domiciliarios, algunas personas creen que arrojarlos a los cuerpos de agua son la mejor opción para su disposición final, teniendo además la idea de que los desechos sirven como alimento para la riqueza ictiológica de los reservorios de agua, sean estos artificiales como los embalses o naturales como los ríos, riachuelos o esteros.

Con todos estos antecedentes el Área de Gestión Social y Ambiental de CELEC EP Hidronación implementó este proyecto en las comunidades adyacentes al Multipropósito Baba, se realizó campañas de concientización a los habitantes del área de influencia, sobre la importancia del manejo adecuado de los desechos para su posterior uso de abonos orgánicos para las plantaciones agrícolas.

# Metodología

## Lugar de Ejecución

El Complejo Multipropósito Baba se encuentra ubicado en la parte norte de la provincia de los Ríos, entre los cantones Valencia y Buena Fe, según el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, fue identificado como, el (BeTc03) Bosque siempreverde estacional inundable de llanura aluvial del Jama-Zapotillo (2)(MAE, 2013) y se encuentra en el Piso Zoogeográfico. Tropical Noroccidental (3) (Albuja, et al. 2012). (ilustración 2)

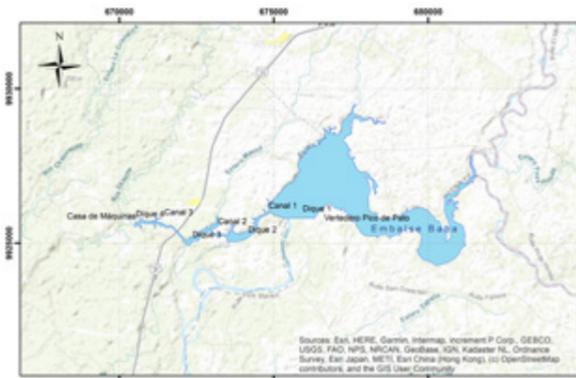


Ilustración 2 Ubicación del Proyecto

El área de influencia del Proyecto es eminentemente agrícola y con la finalidad de aprovechar su ubicación geográfica, para la conservación y aprovechamiento del suelo, se incentivó a las familias de las comunidades emplear estos métodos de fertilización alternativa para todo tipo de cultivos. Para lograrlo fue necesario realizar una serie de talleres, teóricos y prácticos, comenzando desde el manejo adecuado y clasificación de los desechos orgánicos y la utilización de técnicas para la elaboración de abono orgánico.

El compostaje de residuos domésticos no requiere mecanismos complicados ni grandes inversiones. Con un pequeño espacio dentro de casa o espacios compartidos de la comunidad es suficiente.

## Procedencia del material usado

La madera de laurel se utilizó para la elaboración de las cajas de compostas, aserrín, césped, estiércol de ave, desechos de jardinería y desechos domiciliarios para la obtención del abono.

## Personal utilizado y métodos

Este trabajo se realizó gracias al apoyo de maestros, estudiantes y padres de familia de las cuatro comunidades que participaron en este proyecto.

- Se realizaron exposiciones en las comunidades, a padres de familia y estudiantes de las escuelas, con el propósito de explicarles el proyecto y dar a conocer de manera general la visión de la comunidad sobre el proyecto. En estas sesiones se trataron temas básicos para su conocimiento, entre ellos: manejo de los desechos, problemas de contaminación, aprovechamiento de residuos orgánicos y beneficios del proyecto.
- Se ubicaron cinco compostas comunitarias de madera de 1 m<sup>3</sup> cada una, a las que tuvieron acceso los estudiantes de las instituciones educativas de la zona con el apoyo de sus profesores y padres de familia, los lugares previamente seleccionados tuvieron las siguientes características: suelos disponibles alejados de la presencia de animales.

Estas compostas estuvieron compuestas por:

- Cama para elaborar composta.
- Cama de almacenamiento de material vegetal, proveniente de los trabajos de jardinería y de residuos domésticos producidos en los hogares.
- El espesor de cada capa estuvo comprendida entre 20 a 25 centímetros. (tabla 1)

Diseño de Compostera		
Materiales	Kilos	Grosor de Capa
Césped	5	5 cm
Aserrín	5	2 cm
Estiércol de Aves	2	0,5 cm
Desechos	92	12,5 cm
Total	104	20 cm

Nota: Cada compostera estuvo compuesta de 5 capas de 20 cm c/u

Tabla 1 Diseño de Compostera

## Manejo de las Compostas

En la segunda semana de la instalación del proyecto, los estudiantes de cada establecimiento educativo fueron colocando los desechos en el sitio seleccionado para después realizar el picado de los mismos. La recolección de los desechos se la obtuvo en cada uno de los hogares de los estudiantes, se clasificaron solo los desechos generados en la cocina, de manera exclusiva las hortalizas (tabla 2).

Actividad	Semanas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	13		
Selección de Sitio	■												
Instalación	■												
Stock de material		■											
Picado de material		■											
Control de temperatura			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Control de Humedad			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tamizado											■	■	
Exhibición												■	

Tabla 2 Actividades Programadas

Un grupo de estudiantes fueron los responsables de colocar estos desechos en la caja que se encarga de descomponer los residuos, el tiempo de cada volteo fue de un día por semana. En la colocación de cada capa de sustrato, se utilizó aserrín y césped como elemento de contención de humedad y estiércol de ave para repelente de plagas.

Estos materiales se acumularon en capas en forma intercalada; la primera capa estuvo constituida por restos de césped y aserrín más los desperdicios de cocina, la siguiente capa contenía restos de cocina, luego otra capa con césped y aserrín; y otra capa de restos de cocina colocando una fina capa de excremento de aves y así sucesivamente se formó una ruma o pila de un metro de alto.



Ilustración 3 Clasificación de material



Ilustración 4 Obtención del abono orgánico.



Ilustración 5 Presentación del proyecto de abono en las escuelas de las comunidades

Para el manejo de la composta comunitaria, participaron tanto el personal escolar, (estudiantes, profesores) como padres de familia, para ello se realizaron grupos para cada sección de trabajo, además se otorgó a cada integrante una guía con la siguiente información: tipo de material orgánico que puede ser introducido a la composta, forma de colocarlo (pisos), control de la temperatura y la humedad.



Ilustración 6 Compostera

### Duración del Proyecto

En vista de que se debía aprovechar la época de estudios de la zona, el proyecto inició en julio del 2019 y tuvo una duración de 4 meses, con una participación de 240 estudiantes, 6 profesores y 45 padres de familias.



### Participación

Se organizaron brigadas ambientales en cada uno de las instituciones educativas que participaron: René Descartes (Fátima), Américo Vespucio (La Ceiba), Corazón (San Cristóbal) y Manuelita Sáenz (Zulay).

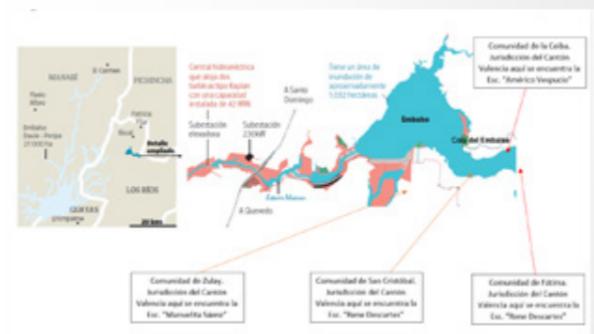


Ilustración 7 Ubicación de comunidades participantes

Las brigadas estuvieron conformadas con seis estudiantes por cada institución. Los logros obtenidos fueron presentados a otras instituciones educativas de la zona, se realizaron monitoreos, se reportó el avance de los trabajos y al final del proyecto se realizó la presentación del producto obtenido a la comunidad (tabla 3).

Nombre de Institución	Participantes	Exposiciones	Cantidad	Calidad
Américo Vespucio	16	6	50 KI	Muy Bueno
Corazón	25	7	50 KI	Muy Bueno
Manuelita Sáenz	89	3	40 KI	Bueno
René Descartes	110	5	40 KI	Bueno

Tabla 3 Resultados

El objetivo de estos talleres fue impulsar la recolección selectiva y la prevención, para ello y con la intención de sensibilizar a los alumnos se realizaron diferentes actividades de formación, información y educación ambiental (4) (Bortzirietako 2020). Las brigadas estudiantiles concientizaron a los demás niños de las escuelas participantes en temas; clasificación de desechos, cómo manejar y clasificar de la manera apropiada los desechos de cocina, no botar desechos en quebradas y ríos; y cómo obtener abono orgánico.

El abono producido se lo utilizó en un huerto implantado en cada una de las instituciones educativas, utilizando semillas de tomate, pimiento, hierbita, col y nabo, logrando tener excelentes resultados (tabla 4).

Productos	Nitrógeno	Fósforo		Potasio	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	K <sub>2</sub> O	K
Arroz	30	36	15	120	95
Trigo	105	43	16	95	75
Maíz	100	43	16	85	65
Papa	150	60	25	250	210
Papaya	190	75	32	390	322
Yuca	210	70	30	350	289
Cebolla	120	50	21	160	132
Tomate	60	30	13	124	124

Tabla 4 Macro nutrientes

Un aspecto que podría aportar un beneficio adicional al emplear este residuo sólido en la agricultura, es la cantidad de nitrato de calcio que aún retiene el mismo y que puede ser empleado por las plantas como fuente de nitrógeno fácilmente asimilable. Otras experiencias han demostrado que la combinación de material enalante con macronutrientes puede resultar beneficioso para el incremento de la productividad de las plantas entre otros beneficios. (5) (Leonardo Rodríguez-Suárez, María del Carmen Falcón-Acosta y Yan Carlos Ordoñez-Sánchez 2020).

## Resultados

- Se logró orientar y sensibilizar a los niños y a sus familias sobre el buen manejo de los desechos orgánicos generados en sus casas.
- Se pudo obtener abono orgánico de excelente calidad y características nutricionales para el uso en plantaciones de huertos orgánicos familiares, abaratando el costo de producción.
- Se logró reducir la cantidad de desechos generados en la comunidad y evitar que estos sean arrojados en el embalse y quebradas.
- Se consiguió una buena clasificación de los desechos generados en cada hogar, logrando que estos sean reutilizados.
- Se motivó a la comunidad y la niñez a producir alimentos vegetales, nutritivos y de buena calidad sin el empleo de abonos químicos, que perjudiquen la salud de las personas.
- Se logró incentivar a los estudiantes para que repliquen este proyecto a mayor escala tanto en sus casas como en sus respectivas comunidades adyacentes al Multipropósito Baba.

## Discusión

Generalmente se cree que para establecer la producción e implementación de abono orgánico se debe tener una pequeña planta de producción de abono, implementar tecnologías que permitan la aplicación de estos en el sitio y cultivo específico con el fin de cumplir la demanda del mismo (6) (Delgado, R. y Salas, 2006, vol. 56, pp. 289-323. ISSN 0002-192X).

A través de esta iniciativa llevada a cabo por el Departamento de Gestión Social y Ambiental de CELEC EP HIDRONACIÓN, se ha demostrado de manera teórica y práctica que solo basta con el ingenio, el compromiso y la creatividad para aprovechar los recursos disponibles en nuestro entorno.

También se ha demostrado (4) (Bortzirietako 2020) que es una actividad beneficiosa tanto para el ambiente y su conservación como para sustento económico de las familias. Primero porque incentiva a la producción de abono, por lo que no será necesario comprar abono químico para fertilizar las plantas de sus huertos o sembríos en general. Y segundo, permite obtener alimentos a bajo costo y de buena calidad a través de huertos orgánicos en sus propios domicilios. (7) (Medina, L. A.; Monsalve, Ó. I. y Forero, A. F. 2010).

## Conclusiones

- La elaboración de abonos orgánicos no requiere de costos elevados, así como tampoco precisa de alta tecnología razón por la cual está al alcance de todo agricultor, contribuye a la disminución del daño ecológico causado por agroquímicos. Así se presenta a los agricultores técnicas para optimizar recursos, que, si bien son tomados como desperdicios, pueden ser indispensables a la hora de hacer abonos orgánicos haciendo a cada uno responsable de proteger el medio ambiente y conservar los suelos.
- Siendo la agricultura la base de la alimentación humana, estamos en la obligación de obtener productos agrícolas sanos, cosechas balanceadas sin causar mayor daño al ecosistema y al hombre.
- El uso de abono orgánico es una alternativa ecológica para la agricultura, beneficia a los suelos en su funcionamiento físico, químico y biológico.
- Las comunidades participantes ubicadas alrededor del Embalse Multipropósito Baba, se comprometieron a no arrojar desperdicios en las quebradas, ríos y esteros afluentes del embalse.
- La materia orgánica y la necesidad de su presencia en el suelo ayudan a mantener los ciclos biológicos. El humus es un estado de la descomposición de la materia que evita el desecamiento del suelo, al no ser lavable sus nutrientes son absorbidos, otra fuente importante de materia orgánica son los abonos verdes o residuos de cosechas.
- Se logró la motivación necesaria para que los estudiantes repliquen este proyecto a mayor escala tanto en sus casas como en sus respectivas comunidades.
- Se incentivó a la comunidad y la niñez a producir alimentos vegetales, nutritivos y de buena calidad utilizando abono orgánico, producidos con desechos de sus propios hogares, entre los cultivos establecidos se encuentran el tomate, pimiento, hierbita, col y nabo.

## Autores

Elaboración de abono orgánico en cuatro comunidades adyacentes al Multipropósito Baba perteneciente a CELEC EP Hidronación.

**Fredy García De León**  
[freddy.garcia@celec.gob.ec](mailto:freddy.garcia@celec.gob.ec)  
Unidad de Negocio Hidronación  
Departamento de Gestión Social y Ambiental

**Javier Fernández Álava**  
Unidad de Negocio Hidronación  
[eduardo.fernandez@celec.gob.ec](mailto:eduardo.fernandez@celec.gob.ec)  
Departamento de Gestión Social y Ambiental.

Fredy García de León, es Ingeniero Forestal, trabaja como Especialista en el Departamento de Gestión Social y Ambiental en el Proyecto Multipropósito Baba desde el año 2013, ha realizado proyectos agrícolas y ambientales en las comunidades adyacentes al Multipropósito Baba. Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo de docentes, estudiantes y padres de familia de las cuatro comunidades que participaron en este proyecto.

Javier Fernández Álava actualmente tiene cuarto año de Ingeniería Zootécnica y labora en el Multipropósito Baba como Técnico en Gestión Social y Ambiental en el Multipropósito Baba desde el año 2013, tienen gran experiencia en proyectos comunitarios.



# Monitoreo y rescate de la ictiofauna en el embalse y cuerpos hídricos del área de Influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco

## Introducción

La Central Hidroeléctrica Minas San Francisco geográficamente está situada al sur del Ecuador, en las estribaciones de la cordillera Occidental, entre las provincias de Azuay y El Oro; se accede por la vía Girón - Pasaje; las ciudades más importantes cercanas al proyecto son Cuenca (Este) a una distancia aproximada de 92 km y Machala (Oeste) a una distancia aproximada de 30 Km (Ecuador-CELEC, Informe técnico, 2020).

Uno de los principales impactos ambientales sobre el medio acuático debido a la construcción y operación de una central hidroeléctrica de paso corresponde a la interrupción del libre desplazamiento de la fauna de peces y a la alteración del hábitat (García de Jalón et al. 1993; Callow & Petts 1994) citado en (Evelyn Habit, 2002). Las actividades propias de operación y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco es la planificación periódica de desalojo de sedimentos que tiene como objetivo principal garantizar la vida útil de la central. Desde la declaratoria de operación en enero de 2019 la central ha realizado su primera evacuación de sedimentos en mayo de 2019.

Con el análisis de información y monitoreos realizados para este trabajo se propone aplicar la metodología de translocación de la fauna acuática existente en la zona, ya que uno de los impactos que conlleva este tipo de actividad es la afectación a la diversidad acuática.

En la actualidad la translocación de especies dentro o fuera de su rango original de distribución, se ha visto como una de las alternativas o herramientas más viables para la conservación de especies que se encuentran en eminente

peligro debido al cambio de uso del suelo por actividades antrópicas. Una estrategia de protección de la biodiversidad como medida de mitigación a tales efectos corresponde a la transferencia de individuos desde áreas con poblaciones viables a los lugares donde las especies resulten afectadas (Minckley, 1995).

En base a información base y monitoreo en campo se reconocieron a las especies presentes en el área de estudio con el fin de identificar el lugar idóneo para la reubicación y translocación. Los hábitats se localizaron para la liberación de los especímenes que depende del tipo de organismo en este caso de las especies.

El objetivo de este estudio es plantear una medida para la mitigación y conservación de las especies de peces presentes en la zona de influencia de la central, con la aplicación de esta metodología de rescate, translocación, mantenimiento y liberación de ictiofauna es una herramienta muy útil para el mantenimiento de la biodiversidad local. La reubicación de animales desde un lugar geográfico a otro es cada vez más utilizada como parte de las estrategias destinadas a resolver los conflictos que se producen entre los proyectos para el desarrollo humano y la sobrevivencia de las poblaciones de animales silvestres.

El rescate de individuos de las especies determinadas dentro del área del embalse y cuenco amortiguador de la Central "Minas San Francisco" y finalmente la translocación y liberación de los individuos de las especies rescatadas dentro del área de inundación del embalse.



## Metodología

### Área de estudio

Las zonas ictiohidrográficas de la Costa y de las estribaciones orientales de los Andes del Ecuador se hallan dentro de los centros de endemismo y la ictiofauna de agua dulce del Ecuador es local ya que las especies son propias de cada zona y no existen en otra cuenca hidrográfica de los países vecinos (Barriga, 2012).

La cuenca del río Jubones tiene una extensión de 10.220 km<sup>2</sup>, conformada por nueve ríos principales (subcuenclas). La más importante y con mayor caudal aportante es la del río León (originada en las estribaciones del cerro Tinajillas perteneciente al cantón Oña), y las de los ríos Rircay, Minas, y Casacay, una zona de drenajes menores. Según la nueva delimitación y codificación de

Unidades Hidrográficas del Ecuador (SENAGUA, 2011) la cuenca del río Jubones es nivel 4 y corresponde a la Unidad Hidrográfica 1394 o cuenca del río Jubones con un área de 4.656 km<sup>2</sup>. (Herrera-Madrid M, 2018).

El área de rescate se localiza en la cota de inundación del embalse "Minas - San Francisco", la temperatura de los ríos oscila entre los 18 y 20°C (Ver figura N°1), además cuenta con dos rangos distintos de precipitación, aguas arriba del embalse posee un rango de precipitación de 500 a 750 mm (ambiente más seco), aguas abajo con un rango que varía de 750 a 1000 mm de precipitación.

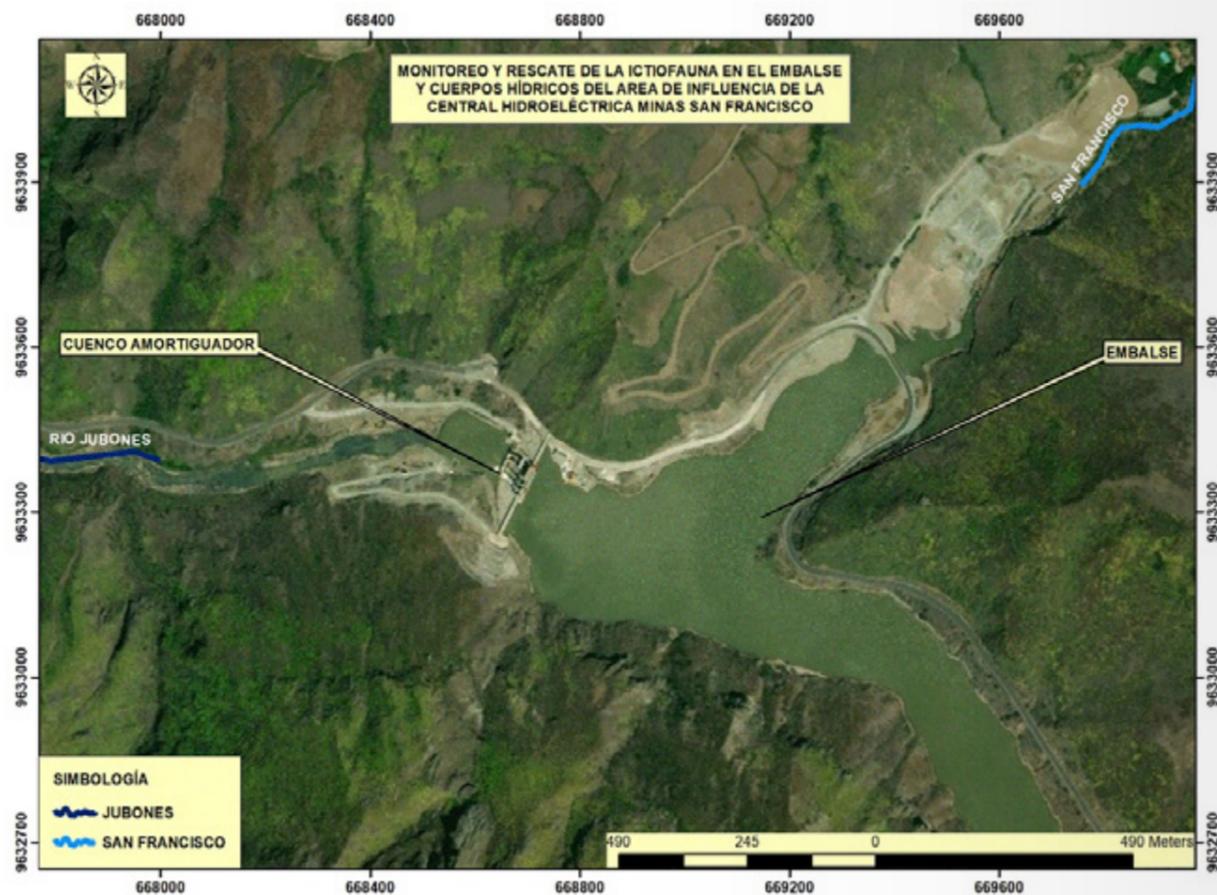


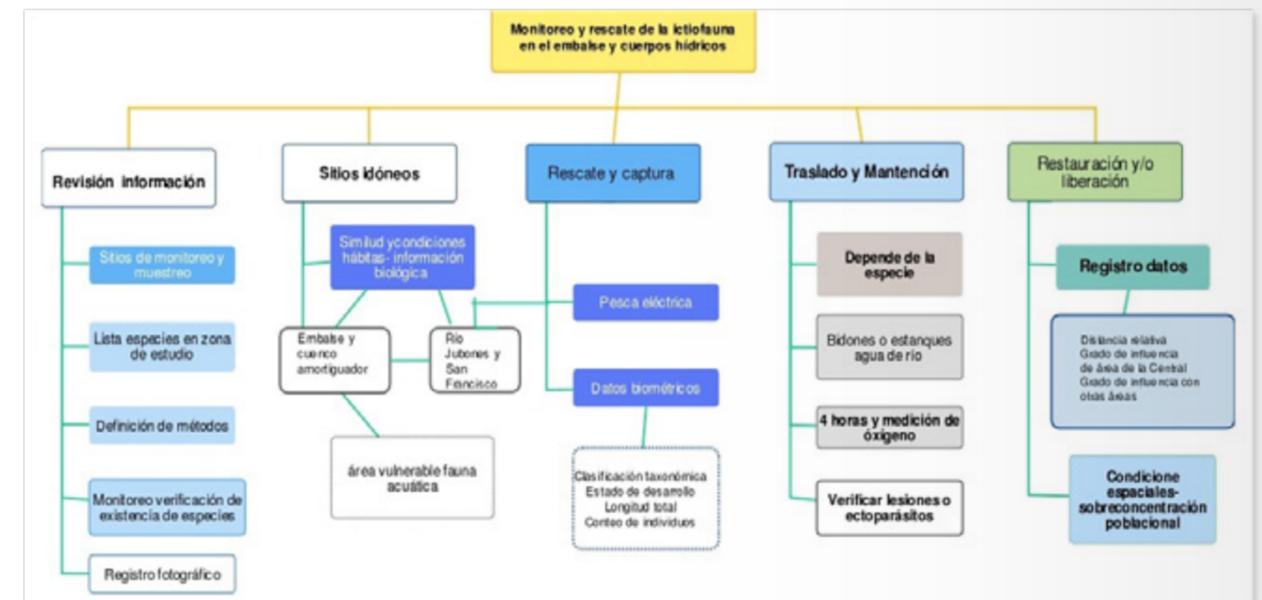
Figura 1.- Localización de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco, embalse y ríos San Francisco y Jubones.

### Materiales y métodos:

La determinación de la fauna ictiológica en el embalse y ríos del área de influencia de la central se realizó en cinco etapas, la primera que consiste en analizar la información de estudios anteriores realizados en la zona, determinar las zonas idóneas para su translocación y liberación, luego la aplicación de métodos de captura y pesca de ictiofauna en la cual se tomaron algunos datos conforme a los protocolos establecidos, finalmente se concluye con el traslado, mantención y liberación de especies. En la figura N°2, se expone la metodología aplicada para el presente estudio.

1. Determinación de ictiofauna vulnerable.
2. Sitios idóneos para la liberación y translocación.
3. Rescate y captura de ictiofauna.
4. Traslado y mantención.
5. Restauración y liberación de especies.

Figura 2.- Diagrama de metodología de trabajo para el monitoreo y rescate de la ictiofauna en el embalse y cuerpos hídricos del área de Influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.



Fuente. -Córdova, G. 2020. Elaborado por: Cevallos Y, 2020.

### Análisis estadístico

Para el procesamiento de la información se realizará a través del análisis de riqueza, abundancia total, se refiere al número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio, y para analizar la diversidad, se utilizará:

**Índice de diversidad de Shannon-Wiener:** el cual presenta una poca capacidad discriminatoria a la abundancia de las especies, tiene una moderada sensibilidad al tamaño de muestra, pone énfasis en la uniformidad o equitabilidad de las especies, los valores de este índice se ubican de 0,1 a 5,0; Su fórmula es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

- H' = contenido de la información de la muestra o índice de diversidad
- Σ= sumatoria
- p<sub>i</sub> = proporción de la muestra (n<sub>i</sub>/n)
- ln= logaritmo natural

**Índice de diversidad de Simpson (1-D)** es la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una comunidad infinita pertenezcan a diferentes especies.

**Curva de acumulación de especies (Ecuación de Clench)** Permite determinar si la muestra obtenida es representativa, para lo cual es necesario evaluar si se obtuvo la mayoría de especies del área de estudio. Según el modelo de la ecuación de Clench, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo la aumenta (Moreno, 2001), citado en (Córdova, 2020).

**Coefficiente de similitud de Morisita – Horn:** el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

# Resultados

## Ictiofauna vulnerable

Se determinó la ictiofauna presente en la zona a través de un pre muestreo en el embalse y en los ríos Jubones y San Francisco, se determinó áreas vulnerables ya que durante el desalojo de sedimentos se presenta mayor afectación a la vida acuática en función de las condiciones existentes en el embalse y cuenco amortiguador. Proporcionó información clave sobre las

especies que se encuentran en estas zonas los monitoreos realizados con antelación. En la tabla 1 se presenta el listado de especies encontradas en el embalse y cuenco amortiguador, el origen y su clasificación de acuerdo a la UICN (Unión Internacional para la conservación de la naturaleza). Observar fotografía 1 y 2.



Fotografía 1.- Cuenco amortiguador zona de rescate de ictiofauna.



Fotografía 2.- Zona embalse rescate de ictiofauna.

**Tabla 1.** Ictiofauna vulnerable que se encuentra dentro del área del embalse y cuenco amortiguador del proyecto hidroeléctrico “Minas-San Francisco”

EMBALSE DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MINAS SAN FRANCISCO					
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	UICN
PERCIFORMES	Cichlidae	Andinoacara rivulatus	Vieja Azul	nativa	NE
CHARACIFORMES	Bryconidae	Brycon atrocaudatus	Dama de Montaña	nativa	NE
CHARACIFORMES	Characidae	Rhoadsia altipinna	Sabaleta	nativa	NE
CUENCO AMORTIGUADOR DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MINAS SAN FRANCISCO					
PERCIFORMES	Cichlidae	Andinoacara rivulatus	Vieja Azul	nativa	NE
CHARACIFORMES	Bryconidae	Brycon atrocaudatus	Dama de Montaña	nativa	NE
CHARACIFORMES	Characidae	Rhoadsia altipinna	Sabaleta	nativa	NE
CHARACIFORMES	Curimatidae	Pseudocurimata troschelii	Dica	nativa	NE
SILURIFORMES	Heptapteridae	Pimelodella elongata	Barbudo	nativa	NE
SILURIFORMES	Loricariidae	Cordylancistrus santarosensis	Raspabalsa	endémica	NE
SILURIFORMES	Trichomycteridae	Trichomycterus taenia	Bio	nativa	NE

Fuente. - Córdova G, 2020. Elaborado: Cevallos Y.

## Idoneidad de sitios

Con la información obtenida acerca de la ictiofauna presente en la zona de estudio, se realizaron monitoreos en el río Jubones y San Francisco para determinar la presencia de las mismas especies (Tabla 1). El lugar seleccionado se encuentra a 8 km aguas arriba de la cola del embalse. Adicionalmente se consideraron factores ambientales, el grado de similitud al ambiente

original que corresponde a la caracterización del ambiente, información biológica a la presencia de especie, cálculo en distancia de especie capturada y liberada, grado de mejoramiento que se refiere a las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización y que en los sitios seleccionados no exista sobre concentración poblacional.



Figura 3.- Transecto de muestreo dentro del área designada para la liberación de individuos rescatados y translocados del proyecto hidroeléctrico Minas-San Francisco. Fuente: Google earth, 2017. Realizado por (Córdova, 2020).

## Rescate y captura de ictiofauna

Se rescató un total de 876 individuos de todas las especies agrupados en tres Órdenes. Siluriformes representan un total de cinco especies y suman 188 individuos, el orden Characiformes está representada por tres especies y 557 individuos y por último encontramos al Orden Perciformes con 131 individuos de una sola especie. Las familias más representativas en cuanto al número de especies son Heptapteridae y Loricariidae con dos cada una y un número de individuos de 97 y 86 individuos respectivamente, todas las demás representadas con una sola especie.

La especie mejor representada es Rhoadsia altipinna con 294 individuos con una abundancia relativa del 33.56% del total de individuos

encontrados, le sigue Brycon atrocaudatus con 231 individuos que corresponde a 26.37% del total de la muestra, Andinoacara rivulatus con 131 individuos que corresponde a 14.95%, Pimelodella modestus con 73 individuos que corresponde a 8.33%, Chaetostoma fischeri con 50 individuos correspondiente al 5.71%, Cordylancistrus santarosensis, Pseudocurimata troschelii, Pimelodella elongata y Trichomycterus taenia con 36, 32, 24 y 5 individuos respectivamente, que corresponde al 4.11%, 3.65%, 2.74 y 0.57% del total de individuos de la muestra.

En la tabla N° 2 de indican los valores de riqueza de familias de ictiofauna registrada en la zona estudio.

**Tabla 2-** Riqueza de las Familias de Ictiofauna registradas

Nombre Científico	CA-01	CA-02	CA-03	EMB-01	EMB-02	EMB-03	TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA
<i>Andinoacara rivulatus</i>	27	18	45	18	14	9	81	9.25
<i>Brycon atrocaudatus</i>	32	68	45	32	36	18	145	16.55
<i>Rhoadsia altipinna</i>	77	45	32	54	9	77	131	14.95
<i>Pseudocurimata troschellii</i>	5	-	-	-	-	27	0	0.00
<i>Pimelodella modestus</i>	23	-	50	-	-	-	50	5.71
<i>Pimelodella elongata</i>	14	5	5	-	-	-	10	1.14
<i>Cordylancistrus santarosensis</i>	36	-	-	-	-	-	0	0.00
<i>Chaetostoma fischeri</i>	50	-	-	-	-	-	0	0.00
<i>Trichomycterus taenia</i>	-	-	5	-	-	-	5	0.57

**Fuente:** Equipo Consultor, 2019.

En cuanto a diversidad el índice de Shannon indicó un valor de  $H' = 1.75$  para toda el área de estudio expresando una diversidad media, y el índice de Simpson 1-D proporcionó un resultado 0.78. En la siguiente tabla 3, se muestran los resultados de diversidad alfa para el área de estudio.

**Tabla 3.-** Índices de diversidad del área de estudio.

ÍNDICE	VALOR
SIMPSON 1-D	0.78
SHANNON H'	1.75

### Translocación y mantención

La ictiofauna fue colectada en los puntos críticos donde las poblaciones tienen poca posibilidad de sobrevivencia debido a las maniobras de mantenimiento del embalse, los individuos

fueron censados y trasladados al área de cuarentena por 12 horas (mantención), los tanques instalados contenían antibióticos y antimicóticos para que no tengan ningún vector al momento de su translocación y no dañe la salud de la población en los sitios para su liberación. La alimentación en el tiempo de cuarentena consistió en macroinvertebrados recolectados en el río San Francisco, la frecuencia con que se les alimentó fue una sola vez por período de cuarentena, en esta etapa no se presentó mortandad de peces.

### Restauración y liberación de especies (monitoreo)

De las especies liberadas en las zonas previamente seleccionadas de acuerdo a su caracterización e información biológica se realizaron monitoreos posteriores al desalojo de sedimentos con la finalidad de detectar posibles afectaciones al grupo de especies de peces.

**Tabla 4.-** Sitios de muestreo y metodología aplicada del componente

PUNTO DE MUESTREO	TIPO DE METODOLOGÍA	NÚMERO DE PERSONAS	Coordenadas X	Coordenadas Y
JUBadP	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	679848	9629910
SFadP	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	669749	9633958
JUNadP	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	670839	9631379
EMB	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	669512	9632904
JUBddP	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	668426	9633531
JUBddCM	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	654604	9632393
VIVadT	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	654156	9635290
VIVddT	Redes manuales, atarraya y electrofishing	3	654055	9635007

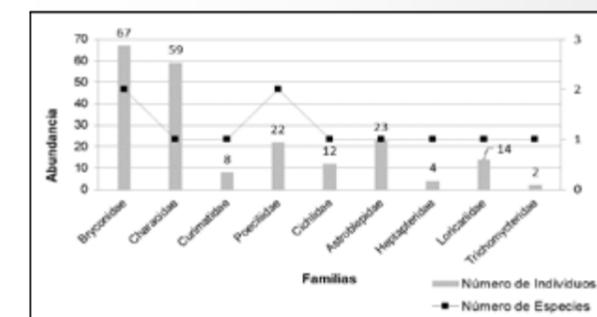
**Fuente:** Equipo Consultor, 2019.

**Primer monitoreo** se identificaron 211 individuos que pertenecen a once especies de peces, nueve familias y cuatro órdenes. Las familias más representativas en cuanto al número de especies en el área de estudio fueron Bryconidae y Poeciliidae con dos cada una y un número de individuos de 67 y 22 individuos respectivamente, el resto de familias están representadas con una sola especie por familia y suman un total de 122 individuos entre todas ellas.

La especie mejor representada es *Rhoadsia altipinna* con 59 individuos que representa una abundancia relativa del 27.96% del total de individuos encontrados, *Brycon atrocaudatus* con 54 individuos que corresponde a 25.59% del total de la muestra, *Astroblepus sp.* con 23 individuos que corresponde a 10.90%, el resto de especies representan menos del 10% de abundancia relativa cada una.

**Segundo monitoreo** se encontró un total de 223 individuos agrupados en cuatro Órdenes, en

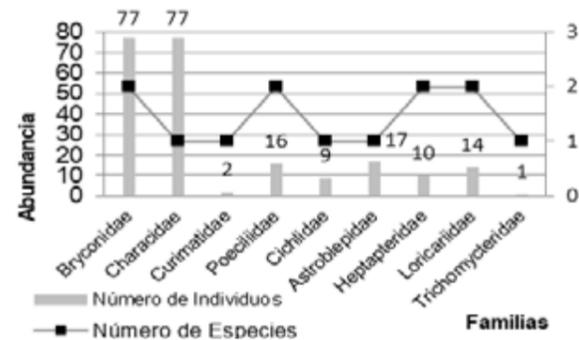
donde Siluriformes está representada por seis especies y suman 42 individuos, Characiformes con un total de cuatro especies suman 156 individuos, el orden Cyprinodontiformes está representada por dos especies y 16 individuos y por último encontramos al Orden Perciformes con una sola especie y con 9 individuos de la misma. (Observar fotografías N°3 al N° 8).



**Figura 4.-** Riqueza de familias encontradas en el primer monitoreo. Fuente. Córdova, 2020.

Las familias más representativas Bryconidae, Poeciliidae, Heptapteridae y Loricariidae con dos especies cada una y están representadas por un número de individuos de 77, 16, 10 y 14 individuos respectivamente, el resto de familias están representadas con una sola especie por familia y suman un total de 106 individuos entre todas ellas.

**Figura 5.-** Riqueza de familias encontradas en el segundo monitoreo. Fuente: Córdova, 2020



**Tabla 5.-** Resultados comparativos de riqueza y abundancia de las diferentes campañas de monitoreo.

Nombre Científico	TOTAL			
	1 MONITOREO	2 MONITOREO	TOTAL	Abu Rel
<i>Brycon atrocaudatus</i>	54	72	126	29.03
<i>Brycon posadae</i>	13	5	18	4.15
<i>Rhoadsia altipinna</i>	59	77	136	31.34
<i>Pseudocurimata troschelii</i>	8	2	10	2.30
<i>Poecilia reticulata</i>	16	12	28	6.45
<i>Pseudopoecilia fria</i>	6	4	10	2.30
<i>Andinoacara rivulatus</i>	12	9	21	4.84
<i>Astroblepus sp</i>	23	17	40	9.22
<i>Pimelodella elongata</i>	0	8	8	1.84
<i>Pimelodella modestus</i>	4	2	6	1.38
<i>Chaetostoma fischeri</i>	0	5	5	1.15
<i>Cordylancistrus santarosensis</i>	14	9	23	5.30
<i>Trichomycterus taenia</i>	2	1	3	0.69
	<b>211</b>	<b>223</b>	<b>434</b>	<b>100.00</b>

En cuanto a especies es *Rhoadsia altipinna* con 77 individuos que representan una abundancia relativa del 34.53% del total de individuos encontrados, le sigue *Brycon atrocaudatus* con 72 individuos que corresponde a 32.29% del total de la muestra, *Astroblepus sp.* con 17 individuos que corresponde a 7.62%, el resto de especies representan menos del 7% de abundancia relativa cada una. Figura N° 4 y Figura N°5.

En la siguiente tabla se presentan resultados comparativos en cuanto a número de especies encontradas en el monitoreo 1 y monitoreo 2. Observar en anexos las fotografías que corresponden a las especies encontradas.

### Índices de diversidad

**Tabla 6.-** Resultados Primer monitoreo

ÍNDICE	VALOR
SIMPSON I-D	0.82
SHANNON H'	2.00

**Tabla 7.-** Resultados segundo monitoreo

ÍNDICE	VALOR
SIMPSON I-D	0.76
SHANNON H'	1.81

### Curva de acumulación de Clench

Primer monitoreo se ajustó con un  $R^2 = 0.9993$  muestra un valor esperado de 16 especies en total en el sitio de estudio ( $a/b = 16.13$ ), este valor máximo representa cinco especies más que las registradas en este estudio, obteniendo una proporción de fauna registrada del 68.19% ( $Nencontrado/(a/b)$ ).

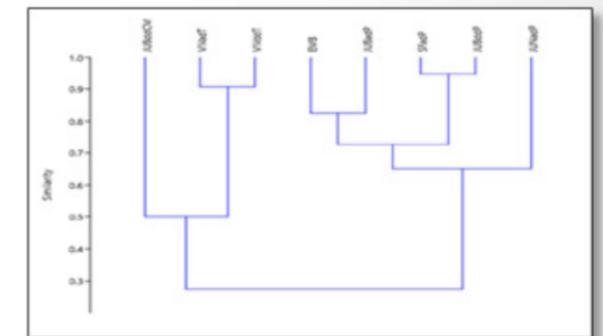
Segundo monitoreo se ajustó con un  $R^2 = 0.9995$  muestra un valor esperado de 18 especies en total en el sitio de estudio ( $a/b = 18.60$ ), este valor máximo representa cinco especies más que las registradas en este estudio, obteniendo una proporción de fauna registrada del 69.87% ( $Nencontrado/(a/b)$ ).

### Índice de similitud de Morisita – Horn

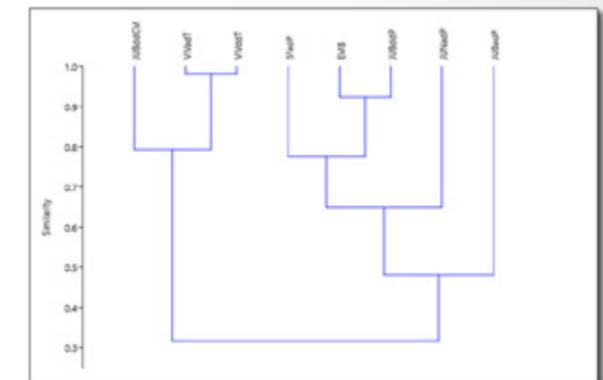
Para el primer monitoreo los resultados obtenidos indican que los sitios SFadP y JUBddP son los más similares entre sí, con un valor de 0.95, seguidos por los sitios VIVadT y VIVddT con un valor de 0.91 siendo el sitio JUBddCM el más disímil al resto, lo que podemos observar en el gráfico de Clúster proporcionados por el índice de similitud de Morisita – Horn.

Mientras que en el segundo monitoreo los sitios VIVadT y VIVddT son los más similares entre sí, con un valor de 0.98, seguidos por los sitios EMB y JUBddP con un valor de 0.92 siendo el sitio JUBddCM el más disímil al resto, lo que podemos observar en la siguiente tabla, así como en el gráfico de Clúster proporcionados por el índice de similitud de Morisita – Horn. En ambos monitoreos resultados similares. (Fig. N°6 y Fig. N°7).

**Figura 6.-** Análisis Clúster mediante el índice de Morisita – Horn en los dos monitoreos realizados en el área de estudio. Fuente: Equipo Consultor.

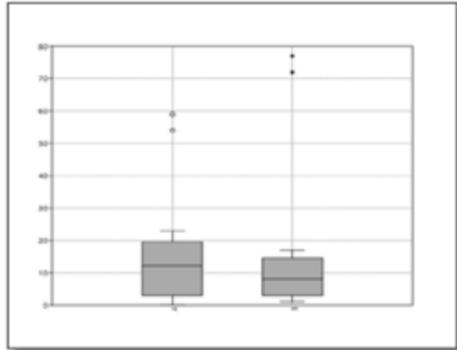


**Figura 7.-** Análisis Clúster mediante el índice de Morisita – Horn en los dos monitoreos realizados en el área de estudio. Fuente: Equipo Consultor.



En cuanto al análisis de Kruskal – Wallis (Fig. 7) tomando en cuenta el número de individuos totales de cada especie encontrados en cada campaña de monitoreo. Los resultados mostraron que no existió diferencias significativas entre las dos campañas realizadas ( $P=0.75$ ).

Figura 8.- Resultados análisis de Kruskal- Wallis.



También se realizó un análisis de similitud en ambas campañas (fig. 8), los resultados encontrados en el diagrama cluster muestran que los sitios de muestreo se agrupan por sectores, siendo un solo grupo los muestreos realizados en el río Vivar y muy cercanos a ellos se encuentran los monitoreos realizados en el río Jubones en el sector después de la casa de máquinas, siendo estos sitios los de más baja altura sobre el nivel del mar, y formando otro gran grupo los que se encuentran cercanos a la presa, de este grupo forma un subgrupo la quebrada Juntas, a pesar de que la mayoría de los taxones registrados no son exclusivos y varias de las especies son compartidas entre sitios, la riqueza específica registrada separa en grupos diferentes a los sitios con diferencia altitudinal.

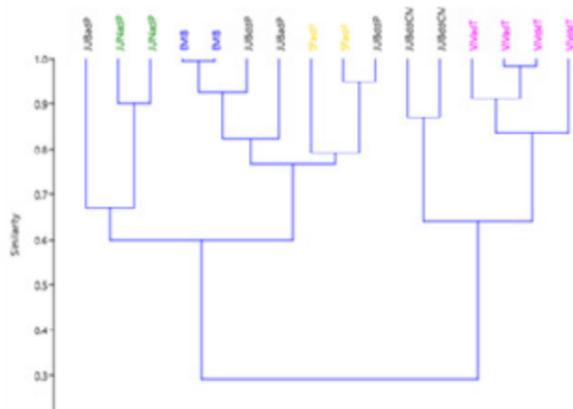


Figura 9.- Análisis Cluster mediante Morisita-Horn. Fuente: Equipo consultor. Córdova G. 2020.

### Aspectos ecológicos de la ictiofauna

#### Estado de conservación

De las especies que fueron rescatadas y translocadas durante el mantenimiento del embalse de la central hidroeléctrica Minas San Francisco indica que seis especies no han sido evaluadas (NE) dentro de las listas de especies amenazadas o en peligro de extinción Global (UICN) y representan el 66.66 % del total de especies identificadas. Las otras tres especies se encuentran en la categoría de preocupación menor LC con el 33.33%. Por último, se encontró una especie endémica en la zona (11%), y el 89% corresponde a especies nativas.

Los resultados de monitoreo 1 indican una especie introducida (*Poecilia reticulata*) con el 9%, 8 especies nativas con el 73%, cuatro especies se encuentran en la categoría de preocupación menor LC con el 36% y una especie se encuentra en categoría de Casi Amenazada NT. Mientras que para el monitoreo 2, la presencia de la misma especie introducida (*Poecilia reticulata*), cinco especies se encuentran en la categoría de preocupación menor LC con el 38%, una especie se encuentra en categoría de Casi Amenazada NT 8%. Por último, se encontraron dos especies endémicas en la zona (15%), 10 especies con el 77% corresponden a especies nativas. En la tabla 8 se presentan datos comparativos de relación de especies y presencia o ausencia en los monitoreos. Un dato interesante es que el 46% de las especies encontradas son utilizadas como alimento de las poblaciones cercanas a la zona, el consumo es local y no se registra comercio en las mismas.

Observar fotografías anexo 1. Especies encontradas.

Tabla 8.- Especies ícticas encontradas en los dos monitoreos, estado de conservación y uso en la zona de estudio.

Nombre Especie	Origen	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Categoría UICN	Usos
<i>Brycon atrocaudatus</i> (Dama de montaña)	nativa	X	X	NE	Consumo local
<i>Brycon posadae</i> (Sábalo)	nativa	X	X	NT	Sin uso
<i>Rhoadsia altipinna</i> (Sabaleta)	nativa	X	X	NE	Consumo local
<i>Pseudocurimata troschelii</i> (Dica)	nativa	X	X	NE	Consumo local
<i>Poecilia reticulata</i> (Guppy)	introducida	X	X	LC	Sin uso
<i>Pseudopoecilia fría</i> (Camotillo)	endémica	X	X	LC	Sin uso
<i>Andinoacara rivulatus</i> (Vieja azul)	nativa	X	X	NE	Consumo local
<i>Astroblepus sp</i> (Preñadia)	nativa	X	X	-	Sin uso
<i>Pimelodella modestus</i> (Barbudo)	nativa	X	X	LC	Consumo local
<i>Pimelodella elongata</i> (Barbudo)	nativa	-	X	LC	Consumo local
<i>Chaetostoma fischeri</i>	nativa	-	X		Sin uso
<i>Cordylancistrus santarosensis</i> (Raspabalsa)	endémica	X	X	NE	Sin uso
<i>Trichomycterus taenia</i> (Bio)	nativa	X	X	LC	Sin uso

UICN: Unión internacional de Conservación de la Naturaleza. Lista Roja. Categorías: NE (No evaluada) NT (casi amenazada), LC (preocupación menor).

## Discusión

Los resultados obtenidos durante las maniobras de mantenimiento del embalse de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco sugieren que es necesario establecer medidas de mitigación durante el desalojo de sedimentos, ya que las condiciones de agua cambian bruscamente afectando a la vida acuática del sector. El estudio previo de especies presentes en la zona de estudio permitió establecer la metodología y diseño de monitoreo más idónea cuando se presentan este tipo de actividades, enfocándose en rescatar especies presentes en el embalse y cuenco amortiguador con la translocación de especies a otros sectores con condiciones similares a los de su hábitat lo que proporciona una medida de mitigación de impacto inmediata que se ve reflejada en que no existió mortandad de peces. Serio (2014) define a la *Translocación* de especies como el movimiento de organismos vivos de un área a otra, donde son liberados y también lo define como el movimiento de individuos o poblaciones silvestres de una parte de su rango a otra.

Durante la maniobra de limpieza de sedimentos del embalse de la Hidroeléctrica Minas - San Francisco, se observó que la mayor perturbación se dio en el cuenco amortiguador de la misma, ya que los peces al encontrarse con mayor caudal son arrastrados con la fuerza del agua, así mismo al poseer mayor sedimentos en el agua, estos tienden a retirarse a las orillas, lo que ocasiona que al terminar la maniobra y cerrar las compuertas de la represa, los peces queden atrapados en charcas que se forman a lo largo de las márgenes y queden imposibilitados de regresar al cauce. Por lo que se recomienda que al término de la maniobra cerrar paulatinamente

las compuertas de desfogue, para que los peces tengan la posibilidad de regresar naturalmente al cauce normal del río. A esto Sepúlveda (2010) para mitigar el impacto de una obra de infraestructura en un ecosistema determinado, recomienda el traslado o relocalización de las poblaciones en peligro, esta translocación deberá evaluar los siguientes aspectos: la fauna involucrada, tomando en consideración las especies de interés, el estado sanitario de las mismas y su diversidad genética. Por otro lado, debe ser evaluado el posible sitio de destino de la fauna relocalizada de acuerdo a tipo de hábitat, composición de especies y protección.

En comparación con otras experiencias, por ejemplo, en el caso de la central Manduriacu se indica que la metodología de rescate de peces, funciona para embalses de tamaño pequeño o mediano, en los cuales, gracias a su forma natural, se puede acceder a puntos seguros para las personas e implementos como: botes, redes de agallas, y atarrayas, lo cual, facilita la pesca y la movilización de los peces en el menor tiempo hacia el sistema implementado para el cautiverio (Arcos Valeria, Feijóo Susan y Valencia Jahir, 2018).

La barrera física debido a la construcción de la presa en la confluencia con el río Jubones y al mantener el caudal ecológico, no permite la conexión de peces entre este río San Francisco y el río Jubones, lo que implica efectos negativos en el intercambio genético de peces y macroinvertebrados, por lo que un aspecto muy importante del presente estudio de rescate y translocación y monitoreo de peces, es que aporta flujo genético entre la población aguas abajo de la

presa con las poblaciones de aguas arriba, ya que el mayor número de individuos rescatados fueron del cuenco amortiguador y el sector de reintroducción es aguas arriba del embalse en el río Jubones, siendo esto muy importante para las poblaciones de peces, ya que la represa forma una barrera infranqueable para los mismos, cortando el flujo genético que en condiciones naturales se presentan en el río, por tanto, para Minas San Francisco la metodología de rescate, translocación (los tiempos cortos de cuarentena) y monitoreo contribuye en dos aspectos, evitar que exista mortandad de ictiofauna, con la translocación permite establecer nuevas poblaciones en un hábitat en peligro a más lugares seguros, con el objetivo de aumentar la población, tamaño y dispersión de especies en peligro.

En cuanto a diversidad de especies en la zona de estudio es muy importante continuar con monitoreos después de cada desalojo de sedimentos, con la finalidad de mitigar los impactos ocasionados por mantenimiento del embalse. Según estudio realizado por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO, 2018) la Cuenca del río Jubones fue el segundo sistema acuático más rico, se registraron 26 especies, y en cuanto a la distribución altitudinal, se pudo evidenciar que la mayor concentración de especies se encuentra dentro del rango 10-529 msnm. En términos generales, puede decirse que las comunidades de peces en la provincia de El Oro se encontraron saludables, dada la amplia variedad de estratos y nichos tróficos ocupados (Valdiviezo-Rivera, Garzón-Santomaro, Inclán-Luna, & Mena\_Jaén, 2018).

Finalmente según Fredy & Windsor, (2016) mencionan que las partes altas de los ríos muchas veces contienen comunidades de peces que están relativamente aisladas de otros ríos.

Este aislamiento puede resultar en diferenciación ecológica (nuevos usos de alimentos y hábitats), morfológica (cambios en tamaño y forma) y genética (cambios a nivel de ADN). En algunos casos, puede haber especies endémicas a la zona alta de un solo río o poblaciones altamente diferenciadas cuyas características genéticas no se encuentran en ningún otro río. Además, algunas especies son migratorias y usan las partes altas de los ríos para su reproducción. Cambios en la posibilidad de subir por el río debido a construcciones humanas o cambios en las características físicas (temperatura, turbulencia, nutrientes, etc.) o biológicas (introducción de especies exóticas) pueden tener impactos negativos sobre la capacidad reproductiva de estas especies. Dentro de este contexto los peces han sido los menos estudiados a nivel científico en esta cuenca por lo que se necesita realizar un inventario de base para conocer todas las especies y luego trabajar en un análisis de especies residentes, migratorias y estado de conservación (Fredy & Windsor, 2016).

## Conclusiones

La ictiofauna registrada durante el trabajo de campo fue de trece especies agrupadas en nueve familias y cuatro órdenes. En el área de estudio se encontró que el 54% de especies identificadas no se encuentran evaluadas de acuerdo a su categoría de amenaza, lo que sugiere que faltan muchos estudios por realizarse en este grupo a nivel nacional, el 38% está en una categoría de Preocupación Menor LC y una especie que corresponde al 8% se encuentra Casi Amenazada NT.

Todas las especies encontradas en el rescate fueron endémicas y nativas, lo que es un buen indicativo de la salud de los cuerpos de agua que se encuentran dentro del área de estudio, el porcentaje de especies nativas es del 89% y el 11% restante, corresponde a una especie endémica (*Cordylancistrus santarosensis*). El recurso ictiológico es utilizado únicamente para consumo local de los habitantes de la zona, sin registrar ningún tipo de comercio de las especies endémicas y nativas que habitan en el área de estudio.

Es necesario seguir con las campañas de monitoreo ya que al ser un grupo sensible a perturbación pueden ser considerados un buen indicador de la salud de los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia de la central hidroeléctrica Minas - San Francisco, además de determinar con mejor precisión la composición taxonómica de este grupo, entendiendo que, según la curva de acumulación de Clench, en el área de estudio se espera encontrar 16 especies y en este estudio se encontraron 13 con una proporción de fauna registrada del 81.76%.

Es necesario seguir con las campañas de rescate de ictiofauna cada vez que se vaya a realizar el lavado de sedimentos del embalse, ya que, al ser un grupo sensible a perturbación y recurso genético del Ecuador, contribuye a mantener el equilibrio ecológico de las fuentes de agua del área de estudio y es fuente de alimento de la población, por lo que se consideran recursos importantes para el sector.

## Registro fotográfico del proceso de monitoreo, rescate y translocación.



**Fotografía 3.-** Método de electrofishing en el cuenco amortiguador.



**Fotografía 6.-** Individuos de peces rescatados.



**Fotografía 4.-** Tanques de cuarentena adaptados con oxígeno -zona de cuarentena.



**Fotografía 7.-** Liberación de individuos rescatados y translocados.



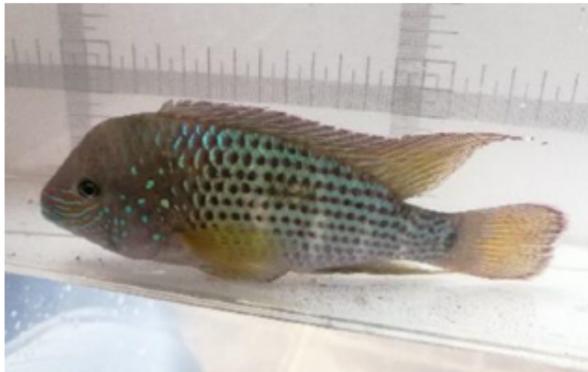
**Fotografía 5.-** Liberación de la ictiofauna rescatada.



**Fotografía 8.-** Liberación de la ictiofauna rescatada.

## Anexos

Registro fotográfico de especies registradas durante las etapas de rescate y monitoreo durante y post desalojo de sedimentos de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.



Nombre común: vieja azul.  
Especie: *Andinoacara rivulatus*.



Nombre común: Dama de montaña.  
Especie: *Brycon atrocaudatus*.



Nombre común: Dica.  
Especie: *Pseudocurimata troschelii*.



Nombre común: Sabaleta.  
Especie: *Rhoadsia altipinna*.



Nombre común: Raspabalsa.  
Especie: *Chaetostoma fischeri*.



Nombre común: Raspabalsa.  
Especie: *Cordylancistrus santarosensis*.



Nombre común: Barbudo.  
Especie: *Pimelodella elongata*.



Nombre común: Barbudo.  
Especie: *Pimelodella modestus*.



Nombre común: Bio .  
Especie: *Trichomycterus taenia*.



## Autores

Monitoreo y rescate de la ictiofauna en el embalse y cuerpos hídricos del área de Influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.

**Yadira Lorena Cevallos Aleaga**  
e-mail: [yadira.cevallos@celec.gob.ec](mailto:yadira.cevallos@celec.gob.ec)

Ingeniera en Gestión Ambiental. Mgs. Gestión del Desarrollo Local Comunitario  
CELEC SUR - Departamento de Gestión Social y Ambiental.

**Gonzalo Esteban Córdova Vela**  
e-mail: [gonzalo.cordova.v@gmail.com](mailto:gonzalo.cordova.v@gmail.com)

Biólogo, Magister en Gestión Ambiental,  
Gerente General de la Consultora Ambiental Consiliarius Cía. Ltda., investigador asociado al Bioparque AMARU.

# Monitoreo de primates en la línea de transmisión eléctrica

## La Concordia – Pedernales a 230kV

### Resumen

Durante la construcción de la línea de transmisión eléctrica La Concordia – Pedernales a 230.000 voltios, la Unidad de Negocio CELEC EP Transelectric se vio en la necesidad de llevar a cabo un monitoreo biótico de primates en el área de influencia directa del proyecto; así también en cumplimiento de la política de gestión ambiental y responsabilidad social corporativa, se ejecutó charlas de educación ambiental con respecto a la presencia de dichos primates, dirigidas a las comunidades locales, conjuntamente con el Ministerio del Ambiente del Ecuador y con el Proyecto WASHU, organismo no gubernamental especializado en el estudio de los primates.

El cumplimiento del plan de manejo ambiental y la prevención de los impactos atribuibles a la fase constructiva del proyecto, marcaron la importancia de esta actividad, realizada a través de:

- Censo de bosques cercanos a la franja de servidumbre de la línea de transmisión para determinar la composición de grupos, abundancia relativa y distribución de primates.
- Establecimiento de sitios de interés para la conservación de primates dentro del área de influencia de la línea de transmisión.
- Identificación del uso de los primates por parte de los habitantes cercanos al área de influencia.

El punto de partida del trazado de la línea de transmisión es la subestación La Concordia y finaliza en la subestación Pedernales, ubicadas en los cantones del mismo nombre.

El alcance geográfico del monitoreo de primates incluyó a las parroquias Chibunga (cantón Chone), San Pedro Suma (cantón El Carmen) y Pedernales (cantón Pedernales) de la provincia de Manabí. (Imagen 1 y 2).

La mayor parte del área de estudio se encuentra caracterizada por la presencia de pastizales, cultivos y plantaciones forestales, sin embargo, existen varios fragmentos de bosques secundarios o remanentes de bosque nativo, en los cuales se establecieron los sitios de muestreo y transectos.

La comunidad de primates, que habitan en el área de influencia directa de la línea de transmisión, está constituida por monos Aulladores (*A. palliata*) y monos Capuchinos (*C. aequatorialis*).

El monitoreo de primates, la determinación de sitios de interés para conservación, la concientización de su protección a los pobladores dentro del área de influencia del proyecto y la continuidad en la aplicación de medidas preventivas durante la fase de operación permitirán que CELEC EP Transelectric se convierta en un participante activo en la conservación de hábitats de primates de las zonas de influencia categorizados en peligro por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



Imagen 1. Ubicación en el Ecuador continental del proyecto de transmisión eléctrica (línea azul).

Mapa Referencial. Elaboración: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.



Imagen 2. Detalle de la línea de transmisión entre La Concordia y Pedernales.

Mapa Referencial. Elaboración: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

Cabe señalar que el proyecto línea de transmisión La Concordia – Pedernales a 230 kV cuenta con licencia ambiental otorgada mediante la RESOLUCIÓN No. MAE-DNPCA-2018-008812, de 23 de febrero 2018. El inicio de la fase constructiva se dio el 17 de julio de 2018.

## Introducción



**Imagen 3.-** Montaje de estructura y tendido de conductores en la línea de transmisión.  
Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

Ecuador está considerado dentro de la lista de los 17 países mega diversos a nivel mundial, compartiendo este título con Brasil, Colombia, Perú y Venezuela (Mittermeier, 1997).

Los monitoreos biológicos son una parte fundamental de los planes de manejo ambiental, ya que permiten evaluar la eficacia de las actividades elegidas para mitigar los potenciales impactos tanto en la fase de construcción como en la operación.

Específicamente, los mamíferos poseen una importancia particular sobre el resto de componentes biológicos, ya que la mayoría de especies aparecen dentro del Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019). En este sentido, se calcula que una de cada cuatro especies de mamíferos del Ecuador se encuentra amenazada (Brito et al., 2019).

La importancia de los primates radica en que influyen en el funcionamiento del ecosistema, actuando como dispensadores de semillas,

polinizadores, depredadores y presas (de la Torre, 2010); en este sentido, los primates son de gran importancia para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que son aprovechados por el ser humano. Sin embargo, la fragmentación de hábitats, el tráfico de vida silvestre y el aumento de la frontera agrícola han ocasionado que los primates ecuatorianos se encuentren en una situación crítica.

Por la problemática que enfrentan los primates en la costa ecuatoriana, es necesario realizar estudios que evalúen el estado de sus poblaciones, para generar medidas de conservación eficaces.

CELEC EP Transelectric ha construido la línea de transmisión La Concordia - Pedernales a 230 kV (Imagen 3), cuyo trazado atraviesa sobre fragmentos de bosques en los que se ha reportado la presencia de primates; por cuanto, a fin de prevenir la afectación de las poblaciones de estas especies, se ha visto en la necesidad de monitorearlas y conocer su estado de conservación.

## Metodología

### Sitios de muestreo

Debido a la gran cantidad de fragmentos de bosque en el área de estudio, se utilizaron imágenes satelitales y se realizaron recorridos *in situ* para priorizar y ubicar las zonas en donde se realizarían los censos poblacionales, tomando en cuenta los siguientes criterios: fragmentos ubicados en la franja de servidumbre, fragmentos mayores a 10 ha, fragmentos con baja cantidad de sotobosque (rastroj) y fragmentos mayores a 50 ha ubicados a no más de 10 km de la franja de servidumbre de la línea de transmisión La Concordia-Pedernales a 230 kV.

Por otra parte, la alta nubosidad, ubicada en el complejo de fragmentos de bosque, no permitió el cálculo exacto del área de los fragmentos censados. Por esta razón, se categorizaron en: fragmentos menores a 10 ha, de 10 a 25 ha, de 25 a 50 ha, de 50 a 75 ha, de 75 a 100 ha y mayores de 100 ha.

En cada fragmento seleccionado, se establecieron transectos lineales entre el 23 de enero y el 8 de febrero de 2020. Estos fueron diseñados modificando la metodología de Defler y Pintor (1985) y de Buckland et (2010), para ser utilizada en un complejo de fragmentos de bosque. En este sentido, se tomaron los siguientes criterios:

- En cada recorrido se registraron avistamientos visuales y auditivos, determinando la especie, el número de individuos, edad, sexo, y ubicación geográfica.
- Se realizó un transecto lineal, con una distancia no menor a 1 km, por cada fragmento de bosque. Sin embargo, en fragmentos con áreas mayores a 50 ha, se estableció un mayor número de transectos.
- Debido a la irregularidad en la forma de los fragmentos, los transectos se ubicaron en las zonas de bosque secundario, recorriendo la mayor cantidad del fragmento y evitando los sotobosques muy densos (rastros) cercanos a pastizales o cultivos. (Imagen 4).

- Los recorridos se realizaron tomando en cuenta los picos de actividad de primates (de 6:00 a 10:30 horas y de 15:00 a 18:00 horas), para estandarizar el registro de avistamientos.
- Cada transecto se recorrió a una velocidad promedio de 1 km/hora.
- En caso de no registrar avistamientos en cada recorrido, se reprodujeron Play Backs de vocalizaciones de llamado, a la mitad y al final del transecto, para descartar la presencia de primates.
- Cada transecto fue registrado en GPS y posteriormente fue editado en ArcGIS versión 10.5 para eliminar posibles reposicionamientos, eliminar las áreas sin cobertura y calcular la distancia recorrida real.



**Imagen 4.-** Fragmentos de bosques monitoreados entre torres de transmisión.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

### Composición, abundancia relativa y distribución de primates

La composición grupal, el índice de abundancia relativa y la distribución de primates, fueron estimados en base a los avistamientos registrados durante los recorridos por transectos lineales.

La composición grupal, de cada especie de primates registrada, se determinó mediante el número de individuos avistados, categorizados por sexo (macho o hembra) y edad (adulto, hembra con dependiente, juvenil e infante). Esta información es útil para realizar comparaciones con composiciones grupales de hábitats mejor conservados, evaluando el estado de las poblaciones en el área de estudio.

Se calculó el índice de abundancia relativa, relacionando la cantidad de individuos avistados (de cada especie) con la distancia recorrida por el observador (ind / km). Este índice es útil para evaluar rápidamente el estado de conservación de poblaciones; además, permite diseñar monitoreos periódicos, con el fin de establecer posibles fluctuaciones poblacionales (Londoño y Gómez-Posada, 2010).

Por otra parte, se crearon mapas de calor, tomando en cuenta el total de individuos por avistamiento, para representar la distribución de especies de primates en el área de estudio. Los mapas de calor fueron creados en base al análisis espacial de densidades de Kernel, este método estima una función de densidad que no necesariamente sigue un modelo de distribución normal (Ganacho y Reyes, 2015). En este sentido, el método de Kernel construye una función de densidad en torno a los valores muestrales, permitiendo observar la aglomeración y relación entre datos de presencia y describiendo sus posibles patrones de distribución.

### Sitios de interés para conservación

Con el propósito de establecer los sitios prioritarios de conservación, se utilizó un análisis de puntos calientes, tomando en cuenta el total de individuos por cada fragmento de bosque censado. Este tipo de análisis determina sitios de alta ocurrencia, lo que es útil para determinar las zonas con mayor aglomeración de primates, identificándose así los sitios de interés de conservación (Imagen 5).

Para esto, se usó el estadístico  $G_i^*$  de Getis-Ord, que genera clústers espaciales mediante cálculo probabilístico, determinando un punto (fragmentos o localidades) en donde la cantidad de individuos avistados es alta y está rodeado por puntos con valores igual de altos (puntos calientes) o determina un punto con valores bajos que esté rodeado por puntos con valores igual de bajos (puntos fríos); así mismo, este estadístico presenta valores de desviación estándar y valores P, permitiendo establecer la significancia estadística de cada patrón observado (Manepalli et al., 2011). Finalmente, para perfeccionar el análisis, se crearon pseudo presencias en usos del suelo en donde no es probable el avistamiento de

primates, estos son: cultivos, pastizales, plantaciones forestales, caseríos, pueblos y carreteras.



Imagen 5. Sitios de interés a conservar.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

### Percepción de la población

Se realizaron entrevistas cerradas a personas que habitan cerca de la franja de servidumbre de la línea de transmisión, con el fin de extraer la mayor cantidad de información acerca del posible uso de los primates. En cada entrevista se mostraron láminas a color de primates de la zona y de otras regiones, con el fin de evaluar los conocimientos del entrevistado y definir si la entrevista es informativa. Las preguntas fueron realizadas para conocer si el entrevistado usa de alguna forma a los primates o conoce a alguien que lo haga, dividiendo el uso en alimentación, mascotas, medicamento turismo y caza.

## Resultados

### Sitios de muestreo

Debido a que la mayor parte del área de estudio está formada por pastizales, cultivos y plantaciones forestales, se identificaron y seleccionaron bosques ubicados entre las estructuras E77 y la subestación Pedernales (Figura 1).

Se identificó la existencia de dos zonas con la mayor cantidad de fragmentos de bosque, el primero está ubicado en la parroquia Chibunga, entre las estructuras E77 y E 133; mientras que, el segundo se ubica en la parroquia Pedernales, entre las estructuras E161 y E174, abarcando los bosques del sector Humedad y del Bosque Protector Pata de Pájaro (BPPP).

En total se censaron 22 fragmentos, constituidos por bosques secundarios y con un rango de extensión entre >10 y <100 ha; además, se censó el Bosque Protector Pata de Pájaro BPPP, que es un bosque primario con una extensión aproximada de 3500 ha. De estos, 6 fragmentos y el BPPP están ubicados en la parroquia Pedernales de la provincia de Manabí; por otro lado, en la parroquia Chibunga se censaron 16 fragmentos. Además, entre estos 22 fragmentos, se establecieron 23 transectos.

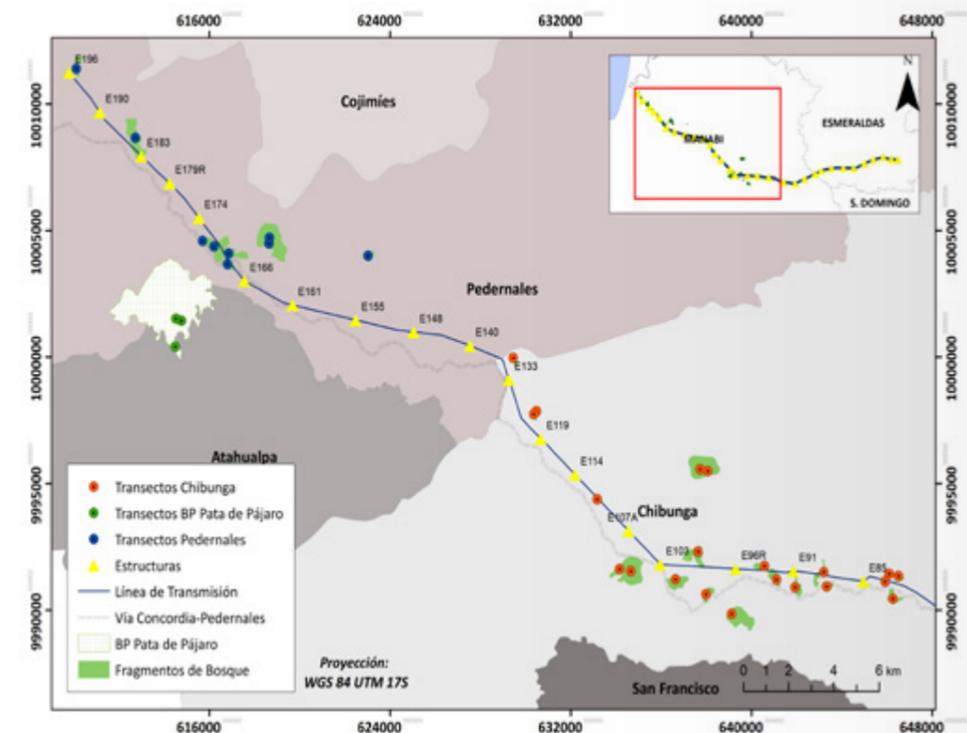


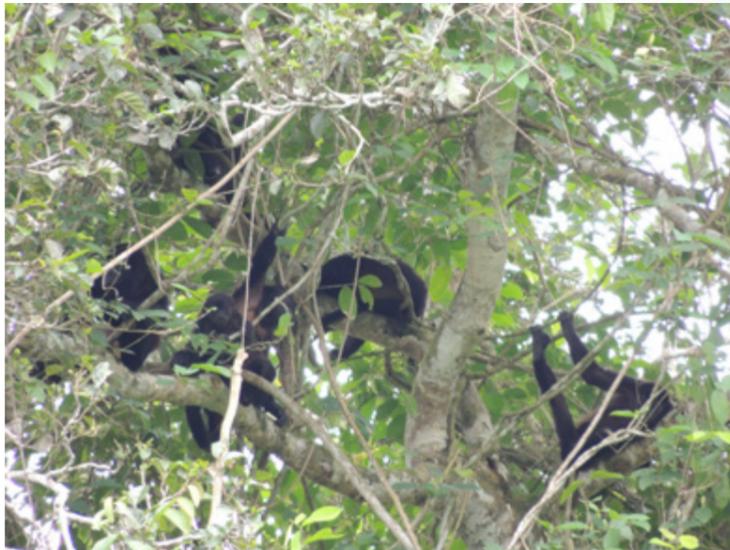
Figura 1.- Ubicación de fragmentos de bosques censados y distribución de transectos.

Mapa Referencial

Elaboración: Proyecto Washu, 2020.

## Avistamientos

En total se registraron 81 avistamientos visuales y auditivos, pertenecientes a *Alouatta Palliata* (Imagen 6) y a *Cebus aequatorialis* (Imagen 7). En el complejo de fragmentos de Chibunga, se registraron 30 avistamientos visuales y 22 auditivos de *A. palliata*; mientras que, en Pedernales fueron 13 visuales y 13 auditivos de *A. palliata*. Además, se registró un avistamiento visual y 2 auditivos de *C. aequatorialis* en Chibunga (Tabla 1).



**Imagen 6.-** Avistamiento de monos aulladores (*Alouatta Palliata*) en el área de influencia directa del proyecto.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020

Los avistamientos de *A. palliata* corresponden a 52 grupos con 239 individuos en Chibunga y 26 grupos con un mínimo de 107 individuos en Pedernales. Además, se registraron 3 grupos de *C. aequatorialis*, con un mínimo de 12 individuos (Tabla 2).

**Tabla 1.** Número y tipo de avistamientos registrados.

Especies	Avistamiento Visual			Avistamiento Auditivo		
	C	P	Total	C	P	Total
<i>A. palliata</i>	30	13	43	22	13	35
<i>C. aequatorialis</i>	1	0	1	2	0	2

C= Chibunga y P=Pedernales

Fuente: Levantamiento de información de campo, enero-febrero 2020. Elaborado por: Proyecto Washu.

**Tabla 2.** Cantidad de grupos e individuos avistados.

Especies	Grupos avistados			Individuos avistados		
	C	P	Total	C	P	Total
<i>A. palliata</i>	52	26	78	239	107	346
<i>C. aequatorialis</i>	3	0	3	12	0	12

C= Chibunga y P=Pedernales

Fuente: Levantamiento de información de campo, enero-febrero 2020. Elaborado por: Proyecto Washu.

## Composición, abundancia y distribución

### Composición de grupos

Se encontró que el tamaño promedio de grupos de *A. palliata* fue de 6.40 y de 5.92 individuos, en Chibunga y Pedernales respectivamente; estos valores están dentro de los rangos reportados por Fuentes et al. (2018). (Imagen 8). Además, el único grupo de *C. aequatorialis* avistado visualmente, presentó un tamaño de grupo de 10 individuos.



**Imagen 7.-** Detalle de monos capuchinos (*Cebus aequatorialis*).

Fuente: web Proyecto Washu.

Por otra parte, tomando en cuenta el total de grupos de individuos de *A. palliata* avistados visualmente, se obtuvo que Chibunga y Pedernales está formado por un promedio similar de machos adultos (24.27% y 25.23% respectivamente), hembras adultas con dependiente (10.46% y 10.28%), infantes (10.46% y 10.28%) y juveniles (6.69% y 6.54%). Sin embargo, el promedio de hembras adultas fue distintivo en las dos zonas, 20.50% en Chibunga y 12.15% en Pedernales (Tabla 3).

Los promedios de la edad y sexo difieren a los presentados por Fedigan (1986) para *A. palliata*, en áreas mejor conservadas. En este contexto: los promedios de machos adultos de este estudio son levemente mayores a los rangos en otras áreas; los promedios de hembras adultas, incluyendo a hembras con dependientes son más bajo; y los promedios de juveniles e infantes son levemente inferiores a los reportados en otros estudios.



**Imagen 8.-** Mono aullador en el área de influencia directa del proyecto.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

**Tabla 3.** Promedio de composición de grupos por individuos por sexo y edad.

	Chibunga			Pedernales		% (Fedigan, 1986)
	A. palliata	%	C. aequatorialis	A. palliata	%	
MA	58	24.27	-	27	25.23	15-22
HA	49	20.50	-	13	12.15	44-49
HAD	25	10.46	-	11	10.28	
J	16	6.69	-	7	6.54	9-25
I	25	10.46	-	11	10.28	11-16
D	66	27.62	12	38	35.51	-
Total	238	100	12	107	100	-

MA= macho adulto, HA= hembra adulta, HAD= hembra con dependiente, J=juvenil y D=individuos desconocidos.

Fuente: Levantamiento de información de campo, enero-febrero 2020. Elaborado por Proyecto Washu.

### Abundancia Relativa

*A. palliata* presentó un promedio total de 2.25 grupos y 9.99 individuos por kilómetro recorrido (Tabla 4). Específicamente, en Chibunga y Pedernales se encontró una abundancia relativa de 2.55 y 1.82 grupos por kilómetro recorrido, respectivamente. Además, se encontró 11.76 y 7.52 individuos por km en Chibunga y Pedernales, respectivamente.

**Tabla 4.** Valores de abundancia relativa por grupos y por individuos.

Especies	Longitud recorrida (km)			Grupos / km			Individuos / km		
	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total
<i>A. palliata</i>	20.32	14.21	34.53	2.55	1.82	2.25	11.76	7.52	9.99
<i>C. aequatorialis</i>	20.32	14.21	34.53	0.14	0	0.08	0.59	0	0.34

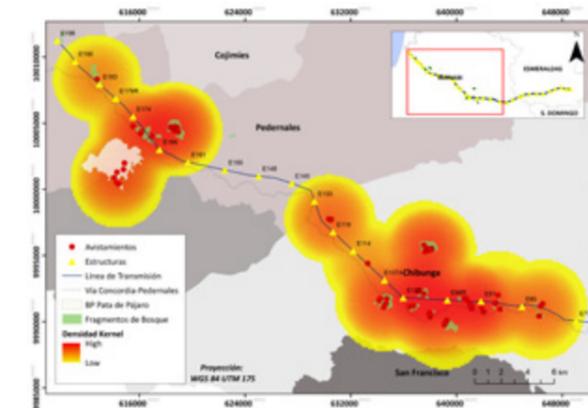
C= Chibunga y P=Pedernales

Fuente: Levantamiento de información de campo, enero-febrero 2020. Elaborado por Proyecto Washu.

La abundancia relativa de *A. palliata* es alta en relación de las encontradas en otros estudios; por ejemplo, en un área de conservación de Chocó Colombiano se determinó que la abundancia relativa fue de 0.083 grupos por kilómetro recorrido (Ramírez-Orjuela y Sánchez-Dueñas, 2005). Los altos valores encontrados se pueden deber a que el aislamiento del fragmento de bosque limita la capacidad de dispersión de *A. palliata*, aumentando la densidad poblacional (Londoño y Gomez-Posada, 2010). En este sentido, la fragmentación de hábitats influye negativamente a mediano y largo plazo, ocasionando serios problemas en el potencial reproductivo de las poblaciones, pues genera cambios de su estructura demográfica (Van Belle y Estrada 2005).

### Distribución de primates

El mapa de calor presentó patrones de aglomeración al relacionar el número de individuos encontrado en cada avistamiento con su posición espacial (Figura 2). En este, se indentifica que las áreas con mayor probabilidad de avistar primates se encuentran entre las estructuras E77 y E133 en Chibunga, entre las estructuras E161 y E183 en Pedernales, además, esta se extiende de 3 a 7 km de línea de transmisión.

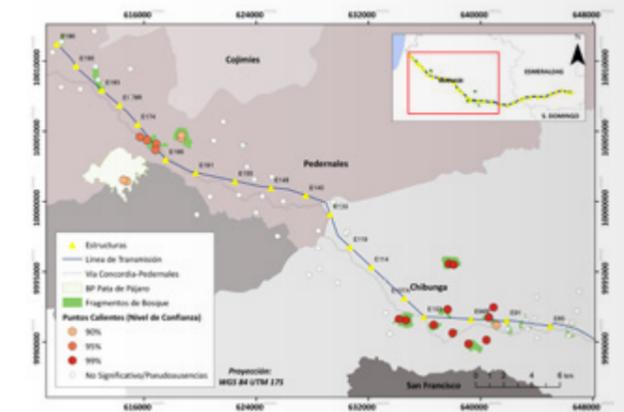


**Figura 2.** Zonas de calor en base a avistamientos. Mapa Referencial. Elaboración: Proyecto Washu, 2020.

Por otra parte, este patrón de aglomeración indica una menor probabilidad de avistamiento en otras zonas, esto se debe a que están casi totalmente formadas por cultivos, pastizales y plantaciones forestales; sin embargo, es posible que existan algunos individuos o grupos sobrevivientes en fragmentos pequeños.

### Sitios de interés para conservación

En total se encontró 21 puntos de calor entre un intervalo 95 a 99% de confianza estadística, el resto de puntos incluyendo las pseudoausencias, no presentaron confianza estadística significativa (Figura 3).



**Figura 3.** Distribución de Puntos Calientes. Mapa Referencial. Elaboración: Proyecto Washu, 2020.

Los resultados de distribución de puntos calientes, muestran que las localidades, con mayor concentración de individuos de primates, se encuentran entre las estructuras E191 - E170 y E166 - E174; además, se incluye el cerro Pata de Pájaro y algunos bosques entre 3 y 7 km de la línea de transmisión (Imagen 9).



**Imagen 9.** Paisaje por donde transcurre la línea de transmisión, detalle de los fragmentos de bosque a conservar. Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

### Percepción de la población del Área de Influencia Directa

Se realizaron un total de 50 entrevistas cerradas a personas de Chibunga y Pedernales, que habitan cerca de la línea de transmisión; además, los entrevistados tuvieron entre 20 y 85 años de edad (Imagen 10).



Imagen 10. Talleres de socialización.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

Entre el total de entrevistados, el 32% nació en Chibunga o Pedernales. Por otra parte, el 88% conoce bastante bien a las especies de primates que habitan la zona de estudio, el 66% afirma que no usa ni conoce a alguien que use a los primates para cualquier tipo de actividad; el 20% tiene o conoce a alguien que tenga a primates como mascotas, de estos, se presenció a dos *C. aequatorialis* como mascotas en Estero Ancho y Pueblo Seco respectivamente; por otro lado, un bajo porcentaje de los entrevistados afirmó que cazan (14%), usan a los primates como medicamento; finalmente, la alimentación (2%) y turismo (0%) fueron los usos con los menores porcentajes (Imagen 11).

Estos resultados indican que la actividad con mayor problemática es el uso de primates como mascotas, especialmente poseen *C. aequatorialis* por su comportamiento carismático; seguido de la cacería, que puede ser con fines de alimentación o de tráfico de vida silvestre. Sin embargo, el porcentaje de entrevistados que no estuvieron relacionados a usos de primates, es mayor a cualquiera de las actividades que involucran a los primates.



Imagen 11. Detalle mono aullador.  
Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

## Discusión

El Ecuador, actualmente, presenta un gran crecimiento en el sector energético producto de la alta demanda por parte del sector productivo, por tal razón se requiere de manera continua la expansión del sistema nacional transmisión de energía eléctrica.

Para la construcción y operación de estos proyectos de inversión se debe cumplir con normas y estándares ambientales que son evaluados por organismos del estado (adicionalmente dependiendo del financiamiento por organismos multilaterales) con competencia ambiental, considerando los impactos sobre el entorno social y ambiental existente.

Las líneas de transmisión eléctrica son proyectos lineales que se establecen sobre características del territorio (espaciales) que varían considerablemente de un lugar a otro, dependiendo de las características del terreno, de los recursos naturales y de la población existente, además de las características constructivas, el diseño de las torres de alta tensión y sus obras anexas (Imagen 12).

Las líneas de transmisión eléctricas pueden tener un impacto significativo en el ambiente, durante

las etapas de construcción y operación, debido a factores tales como los campos electromagnéticos, la corta de bosques, la fragmentación del hábitat, la visibilidad de las torres de alta tensión y el cruce por zonas densamente pobladas o ambientes frágiles (Bagli, 2011).

Para la determinación de trazados eléctricos se debe considerar criterios ambientales, sociales, técnicos y económicos. Cada uno de ellos ponderados de acuerdo a cada especialidad (Kaousia, 2012).

Los mayores impactos de las líneas de transmisión resultan del desbroce durante las actividades de construcción, la habilitación de accesos, limpieza de vegetación en la franja de servidumbre y la preparación del terreno (Singh, 2002).



Imagen 12. Desbroce de cobertura vegetal en la franja de servidumbre de la línea de transmisión.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

El análisis de un requerimiento que viene exigiéndose cada vez con más énfasis a los grandes proyectos de desarrollo, como es el atender intereses y contar con criterios de los actores involucrados, (Imagen 13), considerándolos en la toma de decisiones, de forma tal que se alcance un balance óptimo en los objetivos sociales, económicos y ambientales del mismo proyecto, en toda su vida útil (Cadena, 2004).

La planificación es la clave para el éxito de los proyectos en desarrollo, una buena planificación antes de la construcción puede anticiparse a los problemas y minimizar el impacto ambiental, proporcionando medidas ambientales adecuadas (Alberta, 2003).



Imagen 13. Reuniones de socialización con actores de la zona de influencia.

Fuente: GSA-CELEC EP Transelectric, 2020.

## Conclusiones

- La comunidad de primates, que habitan la Línea de Transmisión, está constituida por *A. palliata* (según la UICN, en peligro de extinción) y *C. aequatorialis* (según la UICN, en peligro crítico de extinción).
- Se censaron 22 fragmentos de bosque de >10 y <100 ha, en donde se establecieron 23 transectos, registrando 81 avistamientos y 239 individuos.
- La composición de grupos de *A. palliata* es similar a las reportadas en otros sitios; sin embargo, existe una variación en el porcentaje de machos, hembras, juveniles e infantes que componen los grupos. Esto podría estar influenciado por los cambios ecológicos y conductuales que son promovidos por la fragmentación de hábitats.
- La abundancia relativa de *A. palliata* es alta al comparar los valores con áreas mejor conservadas. Esto puede deberse a que la fragmentación de hábitats disminuye las tasas de dispersión y migración.
- Existe un patrón de aglomeración espacial, del total de individuos por avistamiento. Esta aglomeración señala que existe una mayor cantidad de avistamientos de primates entre las estructuras E77 - E133 en Chibunga, y entre las estructuras E161 - E183 en Pedernales, además, esta se extiende de 3 a 7 km de línea de transmisión.
- Los puntos calientes indican una concentración de individuos, estadísticamente significativa, entre las estructuras E191 - E170 y E166 - E174; incluyendo al Cerro Pata de Pájaro y a bosques entre 3 y 7 km de la línea de transmisión.
- El 66% de entrevistas señalan que los primates no son usados para ninguna actividad; sin embargo, el uso como mascotas y la caza fueron las actividades con mayor porcentaje (20% y 14% respectivamente), otras actividades tuvieron no fueron significativas (<10%).

## Recomendaciones

- Durante la fase de construcción del proyecto se implementó la medida ambiental de **NO** desbrozar las manchas o fragmentos de bosque bajo los conductores, siempre y cuando no comprometan la operación de la línea de transmisión eléctrica, con la finalidad de conservar los hábitats identificados de los primates. En la fase de operación del sistema se debe mantener esta medida.
- La Unidad de Negocio CELEC EP Transelectric, en la fase de operación de la línea de transmisión eléctrica, debe continuar con el monitoreo de primates a fin de poder contar con una estadística y datos reales de afectación de las líneas de transmisión sobre las poblaciones de primates identificados.
- Finalmente, en cumplimiento con la política de gestión ambiental y responsabilidad social corporativa, durante la fase de operación se mantendrá la realización de charlas dirigidas a actores sociales del área de influencia directa con la finalidad de involucrarlos en la conservación de hábitats.



## Autores

Monitoreo de primates en la línea de transmisión eléctrica  
La Concordia - Pedernales a 230kV

**Juan Sebastián Jibaja Vega**  
e-mail: [juan.jibaja@celec.gob.ec](mailto:juan.jibaja@celec.gob.ec)

Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente por la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Auditor ISO 14000. Experiencia en el campo hidrocarburífero y eléctrico. Desde enero de 2013 especialista en gestión social y ambiental en la Unidad de Negocio CELEC EP TRANSELECTRIC, encargado del seguimiento ambiental en fases de construcción y operación, procesos de regularización ambiental a través de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Auditorías Ambientales (AA), procesos de servidumbre, monitoreos ambientales, solución de conflictos sociales, manejo de geoinformación de subestaciones y líneas del Sistema Nacional de Transmisión en Alta Tensión.

**Esteban Santiago Rivera Román**  
e-mail: [esteban.rivera.roman@gmail.com](mailto:esteban.rivera.roman@gmail.com)

Licenciado en Ciencias Biológicas y Ambientales por la Universidad Central del Ecuador. Es investigador en el Proyecto Washu / Fundación Naturaleza y Arte. Campo de investigación en Grupos taxonómicos: Primates, con relevancia en *Ateles fusciceps*, *Alouatta palliata* y *Cebus albifrons*. Áreas de especialidad: Genética, evolución, ecología como herramientas de conservación, de los Primates Neotropicales. Proyecto WASHU  
<http://www.proyectowashu.org>

**Eduardo Ayala Garzón**  
e-mail: [eduardo.ayala@celec.gob.ec](mailto:eduardo.ayala@celec.gob.ec)

Ingeniero en Comercio Exterior, especialista en gestión social y ambiental en la Unidad de Negocio TRANSELECTRIC de la CELEC EP, con experiencia y accionar como Gestor Social en varios sistemas de transmisión eléctrica en construcción y operación a nivel nacional.

# Identificación de las Fuentes de Escorrentía en las Centrales Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Manduriacu mediante el uso de Isótopos Estables

## Resumen

Identificar las fuentes predominantes de aguas superficiales es importante en la gestión de los recursos hídricos. En este estudio se exponen los resultados más relevantes de una tesis doctoral realizada en los tributarios distribuidos en las cuencas de las Centrales Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Manduriacu durante el periodo 2017-2018. La composición isotópica en el agua es diferente dependiendo de los procesos de precipitación y evaporación que haya intervenido. Esta composición isotópica varía en la precipitación dependiente de algunos factores tales como distancia al océano, latitud, altitud, temperatura, cantidad de lluvia, y efectos estacionales. Además de estos, los factores que influyen en los procesos lluvia-escorrentía son más complejos. Es así como en este estudio se usan los isótopos como una herramienta para identificar las variaciones de estos trazadores en muestras mensuales de aguas superficiales.

Lo resultados muestran que, aunque existen diferentes factores que influyen en la hidrología de ambos proyectos el proceso predominante de lluvia-escorrentía es el efecto de la altura. Por lo tanto, la composición isotópica en los tributarios del páramo presenta un alto déficit en la composición isotópica comparada con tributarios ubicados en cuencas con alturas más bajas como son los ríos Mashpi y río Malo. Esta diferencia es una gran herramienta que permite identificar que las fuentes predominantes de cada cuenca influyen de manera diferente mostrando que la zona de páramo es la más importante en la Central Manduriacu mientras que las fuentes locales, es decir fuentes de agua localizadas cerca del sitio de la presa, influyen más en la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. Este resultado divergente expone que las estrategias de gestión en ambos proyectos deben ser diferentes.

## Introducción

El uso de los isótopos estables de hidrógeno  $\delta D$  y oxígeno  $\delta^{18}O$  para el estudio hidrológico se inició después de la publicación de Craig en 1961 [1]. Los isótopos son átomos de un mismo elemento que contienen un número diferente de neutrones en su núcleo. Esta diferencia en el peso atómico influye en la evaporación preferencial de las moléculas menos pesadas que contienen  $^{16}O$  y de H en comparación con las otras más pesadas con  $^{18}O$  y D.

Como resultado de esta diferencia en el peso molecular se generan diferentes composiciones para procesos de evaporación y precipitación pero no influye en las interacciones químicas [2]. La fuente de referencia para la determinación de la composición isotópica de hidrógeno y oxígeno estandarizada es el Agua Media del Océano Estandarizada de Viena.

En la región sur del Ecuador, estudios de isotopía hidrológica exponen las interacciones hidrológicas [3]-[5]. Sin embargo, no existen estudios realizados en las cuencas que drenan a las centrales Coca Codo Sinclair y Manduriacu ubicados al norte del Ecuador. La hipótesis a demostrar es que las fuentes predominantes de aguas superficiales en ambas centrales provienen de diferentes zonas, aunque los proyectos hidroeléctricos solo distan 144 km en línea recta.

Los resultados de esta investigación expone el potencial uso que tienen estos trazadores en la hidrología de aguas superficiales en los proyectos hidroeléctricos en el Ecuador [6]. El principal objetivo de este artículo es exponer las implicaciones en la gestión de las Centrales Coca Codo Sinclair y Manduriacu considerando diferentes fuentes predominantes.



## Metodología

El estudio de las cuencas se realizó en una escala prototipo considerando la variación espacial y temporal mensual de la composición isotópica en diferentes fuentes de escorrentía. Los puntos de muestreo señalados en la Figura 1 se ubican en los tributarios de diferente orden en base a su distribución geomorfológica. Las cartas topográficas disponibles en el Instituto Geográfico Militar (IGM) escala 1:50000 sirvieron para el análisis geomorfológico de las cuencas que drenan a las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Manduriacu. Además, se analizaron dos cuencas adyacentes que no contienen fuentes de escorrentía del páramo andino: la cuenca del río Malo en la Amazonía y la cuenca del río Mashpi hacia el Pacífico.

Klaus and McDonnell [7] muestra la metodología de las mayores aplicaciones de estos trazadores que se enfoca a la separación del hidrograma de crecida ante un evento de lluvia. En este caso debido a las variaciones anuales de lluvias que

podrían afectar a la escorrentía se consideró un análisis temporal mensual. Resultando en 157 muestras durante 12 meses, esta es la primera vez que se realiza un estudio con esta metodología. Las muestras se recolectaron durante cuatro días al final de cada mes durante el periodo de un año desde agosto 2017 hasta octubre 2018.

En el campo, las muestras de agua se recogieron en zonas de los ríos que presentaban flujo continuo (no en zonas estancadas o de menor velocidad). Dichas muestras fueron filtradas usando jeringas y filtros polipropileno de membrana de 0.45 micras esterilizados durante el mismo día. Estas muestras fueron almacenadas en botellas de vidrio tipo ámbar de 4ml, tapados y sellados. La medición de la composición de los isótopos estables de hidrógeno y oxígeno de las muestras se realizó en el laboratorio de la Universidad de Cuenca con un espectrómetro Picarro L1102-I cuyas especificaciones muestran una precisión para  $\delta^{18}O$  y  $\delta D$  de  $\pm 0.1$  y  $\pm 0.5\%$  respectivamente.

## Resultados

La composición isotópica de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta\text{D}$  de las muestras tomadas en noviembre junto con la ubicación, elevación y sus elevaciones hipsométricas se muestran en la tabla 1.

Muestra	Descripción	Elevación H (m)	Altura media hipsométrica Hm (m)	Latitud	Longitud	$\delta^{18}\text{O}$ noviembre	$\delta\text{D}$ noviembre
P2	MANDURIACU PRESA	511	2810	0°12'58.04"N	78°54'15.44"O	-9.96	-66.14
P1	RIO MASPHI	500	924	0°11'18.25"N	78°55'35.92"O	-6.07	-33.62
P4	RIO GUAYLLABAMBA	1947	3285	0°4'7.76"S	78°22'21.13"O	-11.65	-80.74
P5	RIO PITA	3626	4069	0°33'59.76"S	78°25'43.81"O	-12.45	-86.86
P9	ANTIZANA	4014	4411	0°31'14.29"S	78°13'28.12"O	-14.90	-106.61
P7	RIO GUACHALA	2645	3643	0°0'21.63"N	78°10'31.00"O	-12.13	-84.16
P8	RIO GRANOBLE	2679	3434	0°0'30.90"N	78°10'31.97"O	-12.16	-84.90
P14	RIO MALO	1271	2298	0°9'10.57"S	77°38'28.73"O	-9.54	-59.24
P13	CAPTACION RIO COCA	1303	2986	0°12'3.79"S	77°41'11.60"O	-9.87	-61.81
P12	RIO SALADO	1313	2896	0°12'4.01"S	77°42'0.82"O	-9.95	-62.63
P11	RIO QUIJOS	1581	3175	0°24'1.27"S	77°49'15.93"O	-10.14	-64.37
P10	PAPALLACTA	3425	3955	0°22'28.35"S	78°10'14.57"O	-11.69	-79.25
P3	RIO SAN PEDRO	2628	3355	0°23'21.74"S	78°31'2.51"O	-11.95	-82.87
P6	RIO CARIACU	3481	4200	0°4'52.78"N	78°4'30.11"O	-13.26	-91.96

Tabla 1: Localización del muestreo, altura de la toma de muestra, altura hipsométrica y valores de  $\delta^{18}\text{O}$  durante del mes de noviembre 2017.

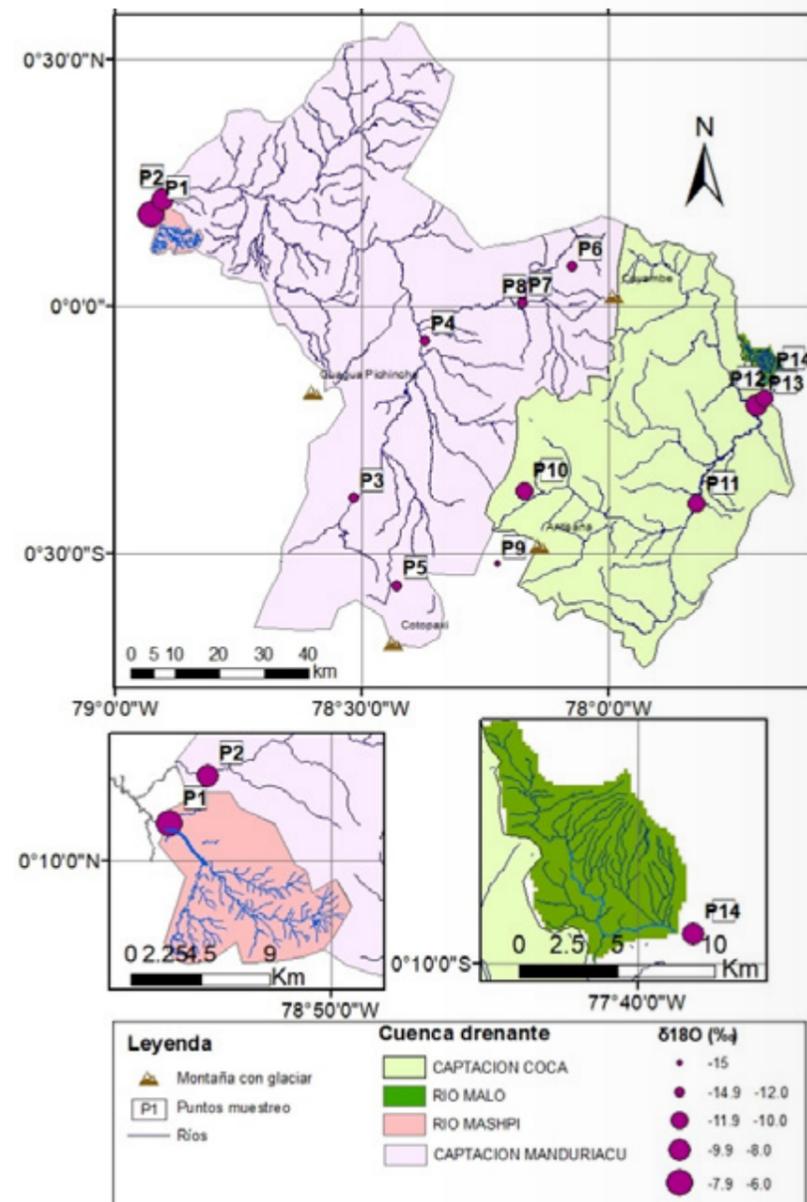


Figura 1: Sitios de muestreo de aguas superficiales en las cuencas de las Centrales Hidroeléctricas. Además, las cuencas de los ríos Malo (verde) y Mashpi (rosado).

La figura 2 muestra que la variación estacional en la composición isotópica en todos los ríos es pequeña durante el año. Se puede observar que el río Guayllabamba en Manduriacu y el río Mashpi aumentan los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  en abril como efecto de la lluvia local durante el invierno en la costa del Pacífico. Además, el río Mashpi (línea naranja) muestra valores totalmente sesgados en comparación a la variación de la composición en los tributarios, esto se debe a que esta cuenca no tiene influencia del páramo andino con composición isotópica mínima como se ve en el Antisana (línea celeste). Se sugiere que para futuros estudios se incluyan las muestras de lluvia distribuidas a lo largo de las cuencas para analizar las correlaciones lluvia-escorrentía.

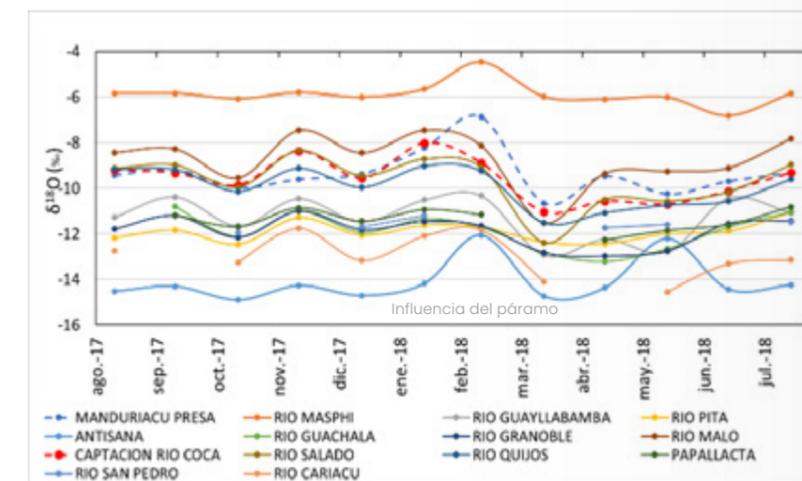


Figura 2: Variación temporal de todos los puntos de muestreo.

Estos resultados muestran que la variación de la composición isotópica del agua lluvia no influye en gran parte al régimen hidrológico superficial durante la mayor parte del año y difieren cuando se comparan con los mostrados en Liu [8], donde la mayor parte del agua superficial se origina no solo de la precipitación atmosférica sino también del agua de deshielo alacial.+

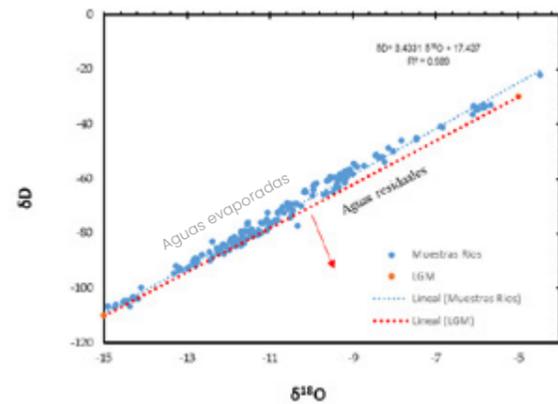


Figura 3: Línea meteórica global y muestras de aguas superficiales en los proyectos.

Es esencial señalar que la escorrentía en todos los tributarios mostró fuentes de agua de lluvia evaporada predominante que expone la contribución de la Amazonía en la generación de lluvias en ambos proyectos.

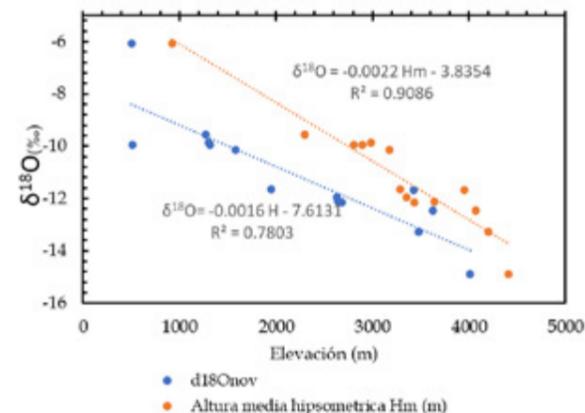


Figura 4: Correlación de la composición de isótopos estables en las dos cuencas en función de la altura de muestreo y la altura media hipsométrica.

La figura 4 muestra que ambos proyectos muestran que el efecto de los cambios de altura produce una variación lineal de la composición de los isótopos estables en los ríos. En este caso, la altura hipsométrica presenta mejor correlación  $R^2=0.91$  que la altura de muestreo  $R^2=0.78$ .

Considerando la influencia de los factores geomorfológicos como la altura en la composición de isótopos estables en los tributarios en la zona de estudio es posible encontrar los valores con menor composición de isótopos estables en las zonas del páramo  $\delta^{18}O = -12.5\%$  (río Pita) a 3626 msnm. El río Mashpi que no tiene fuentes del páramo presenta valores de isótopos estables más altos  $\delta^{18}O = -6\%$  como resultado de la influencia de los procesos de lluvia provenientes del Océano Pacífico.

Estos resultados mostraron que el efecto altitud produce la composición más baja de isótopos estables en los tributarios de Papallacta  $\delta^{18}O = -11\%$  (3,425 metros) y Antisana  $\delta^{18}O = -14.5\%$  (4,014 metros). Aguas abajo, el río Quijos (1,581 metros), Salado (1,313 metros) y Coca (1,303 metros) presentaron una composición isotópica estable similar a la escorrentía en la captación que es aproximadamente de  $\delta^{18}O = -9\%$ . La figura 2 muestra que el río en la captación del proyecto Coca (línea roja) tiene valores similares a las del río Malo (línea café) exponiendo que el páramo con sus tributarios del Antisana y Papallacta influye menos en comparación con las fuentes en el sitio de la captación en el río Coca.

## Discusión

La composición de isótopos estables en aguas superficiales no cambia significativamente durante el año de muestreo (líneas continuas en Figuras 2), esto podría indicar que las aguas subterráneas reguladas anualmente son las que más influyen en estas fuentes superficiales. Sin embargo, es necesario realizar un muestreo diario simultáneo de aguas lluvias y superficiales para obtener los cambios de las fuentes a una escala temporal menor.

El muestreo de los ríos Mashpi y Malo que se encuentran junto a ambos proyectos y que no cuentan con fuentes del páramo sirvió para comparar las diferencias en la capacidad de aporte que tiene el páramo en ambos proyectos. Al mismo tiempo, a pesar que el páramo presenta menos influencia en la central Coca en la mayoría del año también se puede evidenciar que en el mes de junio influye tanto como los aportes locales.

Es importante recalcar que un monitoreo diario podría mejorar el monitoreo de las fuentes y podría ayudar a mejorar la gestión de ambos proyectos. Además, es muy probable

que la influencia del páramo en la central de Manduriacu también se deba a los efectos antropogénicos debido al uso de trasvases de fuentes desde la Amazonía que sirven para proyectos de agua potable para Quito.

## Conclusiones

- Las fuentes predominantes de aguas superficiales en la Central Hidroeléctrica Manduriacu durante el año de muestreo exponen que las fuentes predominantes se originan en el páramo.
- Las fuentes predominantes de aguas superficiales en la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair son las fuentes locales mientras que, las del páramo tienen una considerable influencia en junio.
- Las fuentes predominantes de aguas superficiales en ambas Centrales Hidroeléctricas provienen de la cuenca amazónica.



## Autores

Identificación de las Fuentes de Escorrentía en las Centrales Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Manduriacu mediante el uso de Isótopos Estables.

Paulina Lima Guamán  
[prlima@uce.edu.ec](mailto:prlima@uce.edu.ec)

Paulina Rosana Lima Guamán es docente en carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Central del Ecuador donde obtuvo el título de ingeniera civil. Luego obtuvo el título de Magister en Ingeniería de los Recursos Hídricos y Ciencias del Agua Mención Diseño De Proyectos Hidráulicos y otro Master Complementario en Gestión de Riesgos Naturales en Bélgica. El año pasado terminó su doctorado en la Universidad de Nuevo México en Estados Unidos investigando los procesos hidrológicos usando hidrología isotópica. La ingeniera Paulina Lima cuenta con más de 15 años de experiencia en la realización de trabajos de Ingeniera Civil con énfasis en la especialización de hidráulica y 6 años de docencia en el área de ingeniería hidráulica.

Co autor  
 Vanesa Cruz Jumbo  
[vanesa.cruz@celec.gob.ec](mailto:vanesa.cruz@celec.gob.ec)  
 Especialista Ambiental de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

# Caracterización de los organismos acuáticos del embalse Daule Peripa, 2015 -2019

Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind

## Resumen

Entre los sistemas acuáticos de agua dulce del Ecuador se encuentra el embalse Daule - Peripa en la subcuenca del río Daule, con una capacidad de almacenamiento de 5400 Hm<sup>3</sup> constituye el más grande del país. Se encuentra en los límites de las provincias del Guayas, Manabí, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas con un área de espejo de agua aproximada de 295 km<sup>2</sup> en la máxima cota de operación (85 m.s.n.m). Por su relevancia e influencia en los aspectos bióticos y abióticos es necesario levantar datos de monitoreo biológico. Así, se presentan los resultados del monitoreo desde el año 2015 hasta el año 2019 para composición y abundancia de especies de fitoplancton, zooplancton, bentos y peces. Se identificaron 90 especies fitoplanctónicas agrupadas en 11 clases, la mayor riqueza la presentó la clase Zygnematophyceae con 31 especies, la comunidad zooplanctónica estuvo compuesta por 70 especies; agrupadas en 12 clases, en donde la mayor riqueza la presentó la clase Insecta con 21 especies, se encontró una abundancia ictioplanctónica muy baja, con una riqueza biológica de 3, todas pertenecientes a la clase Actinopterygii, la abundancia bentónica baja, con una riqueza biológica de 6 especies agrupadas en las clases Clitellata e Insecta con dos especies cada una y las clases Brachiopoda y Adenophorea con una especie cada una y de las 13 especies de peces colectadas la más abundante fue la dica Pseudocurimata boulengeri con 160 uni/lance; seguido de la dica Pseudocurimata troschelii con 153.7 uni/lance.

De acuerdo a los índices de diversidad calculados, en general la composición y las variaciones en densidad en el embalse Daule - Peripa, muestran un bajo nivel de eutrofización en los sitios

de muestreo. Es necesario contar con datos de calidad de agua (ej. nutrientes) para corroborar si existe enriquecimiento del ecosistema por nitrato y fosfato.

## Introducción

A los ambientes límnicos también se le denomina aguas continentales, interiores, terrestres o epicontinentales. Estas se clasifican según el movimiento de sus aguas en lóaticos o lénticos. En los primeros, el agua corre en una dirección definida, con un recambio de líquido rápido, y se dividen en ambientes lóaticos naturales (ríos, arroyos y riachos) y ambientes lóaticos artificiales (canales y acequias). Por otro lado están los lénticos que son de aguas estancadas o quietas, estos también se dividen en naturales (lagos, lagunas, esteros, pantanos, charcas) y artificiales (embalses y estanques) (Ramírez & Martín, 2006)

Las comunidades de fitoplancton se encuentran en interacción con condiciones bióticas y abióticas. Las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son: iluminación solar; temperatura; pH; salinidad; y, disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los reservorios, y a ellos se asocian composiciones específicas de microalgas (Comas, Moreira, León, Uriza, & García, 2009). En 1945, S. Thunmark propuso uno de los primeros índices para determinar estado trófico a partir de microalgas, que tuvo como principio que la mayoría de las desmidiáceas son propias de aguas muy limpias y de bajo pH, mientras que las clorococales proliferan en condiciones de eutrofia; en el Embalse, el pH fue



entre neutro y ligeramente alcalino, lo que pudo haber incidido en la abundancia fitoplanctónica y zooplanctónica, la cual disminuía o aumentaba si los valores de pH mostraban un comportamiento inverso. Los cambios de las condiciones físico-químicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton (Vázquez, Castro, González, Pérez, & Castro, 2006). Así, se determina el estado trófico de un sistema acuático a partir del estudio de la ecología del fitoplancton. Ejemplo en el último monitoreo en el embalse Daule - Peripa, la relación encontrada entre el fitoplancton horizontal y la temperatura es con una ligera tendencia directamente proporcional; sin embargo, en la estación E8 - Confluencia de los ríos Daule y Conguillo, el fitoplancton registró una menor abundancia cuando la temperatura alcanzó su pico más alto; en cuanto al fitoplancton vertical, se aprecia una ligera tendencia inversamente proporcional debido a que el fitoplancton vertical incrementa su abundancia cuando hay registros de disminución de temperatura o viceversa.

El zooplancton, es considerado un recurso potencial biológico debido al enlace que tiene con el primer nivel trófico y demás niveles tróficos, es fuente de alimento para larvas de peces, adultos (peces planctófagos) y otros organismos, por lo que es importante conocer su alto valor ecológico, su dinámica y variabilidad en la columna de agua. El zooplancton está formado por el me-roplancton que está constituido por organismos cuya fase larval se desarrolla dentro del plancton

(Giraldo & Gutiérrez, 2007), se encuentran crustáceos con sus formas larvarias, que son arrastrados por corrientes o buscando protección ingresan a los sistemas estuarinos hasta que puedan llegar a un estadio más avanzado, encontramos también el holoplancton que tienen su ciclo de vida como parte del zooplancton (Álvarez -Silva & Torres- Alvarado, 2013).

La actividad pesquera debe tener como objetivo entre otros la sostenibilidad de los sistemas acuáticos que aprovecha, de tal manera que este siempre esté en equilibrio debido a su reproducción; sin embargo, podría darse el caso de que la captura sea muy superior al periodo de reproducción de las especies, lo cual podría agotar el recurso pesquero. En muchos embalses, las poblaciones de peces y pesquerías presentan rendimientos que son comparables o superiores a los de los ríos subyacentes; pero en todo sistema en que un embalse sustituye a una zona de anegamiento, sea dejándola sumergida o impidiendo su inundación, el beneficio o la pérdida para la pesquería en su conjunto han de ser cuidadosamente analizados.

Se utiliza la Tabla 3 Parámetros de monitoreo de diversidad biológica en el sector hidrográfico (río y/o embalse), NORMA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL RECURSO AGUA DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS dado mediante Acuerdo Ministerial 155 publicado en Registro Oficial Suplemento 41 del 14 de marzo de 2007, como comparación de los hallazgos del monitoreo.

## Antecedentes

El embalse Daule - Peripa es un sistema hidrodinámico vivo que incluye flora, fauna y microorganismos vivos, además de sus restos orgánicos tanto en el agua como en el sedimento. La interacción compleja entre elementos bióticos y abióticos (geológicos, físicos y químicos) establece el metabolismo del embalse y sus condiciones y funcionamiento general permite estimar la situación del embalse.

El estado de la calidad de las aguas del embalse Daule - Peripa, es un aspecto que CELEC EP Unidad de Negocio HIDRONACIÓN evalúa a través de monitoreos biológicos que se ejecutan de conformidad con la legislación vigente y el plan de manejo ambiental. Anualmente se desarrollan por lo menos dos monitoreos biológicos de la calidad de agua en el embalse (Fitoplancton, Zooplancton, bentos y recurso pesquero).

## Metodología

### Ubicación del embalse Daule - Peripa

El embalse Daule - Peripa se encuentra localizado entre las provincias de Guayas y Manabí, a 10 kilómetros aguas abajo de la confluencia de los ríos Daule y Peripa. Este estudio considera el área de captación del embalse Daule Peripa.

Se monitorearon 5 puntos dentro del embalse Daule - Peripa. Las estaciones de monitoreo fueron determinadas en función de los puntos establecidos en la Auditoría Ambiental Inicial (AAI - *Efficacitas*, 2007), en el programa de monitoreo de CELEC EP Unidad de Negocio HIDRONACIÓN realizadas en las épocas secas y lluviosas, como parte del Plan de Manejo Ambiental de la central. Esto con el objetivo de realizar un análisis histórico y evaluar el comportamiento del cuerpo hídrico frente a las actividades de la central.

Permite obtener información sobre las condiciones del área de captación de la Central MLW y proveen datos sobre la situación ambiental del embalse; sobre todo las estaciones que constituyen las confluencias de los ríos que alimentan el embalse.

El monitoreo en el embalse Daule - Peripa se realizó en las siguientes estaciones:

Tabla 1. Estaciones de Monitoreo de agua de Embalse

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS*	
		N	E
E-1	Área de captación de agua de la central	9898075	639137
E-2	Confluencia de los ríos Daule y Peripa	9902371	644060
E-3	Confluencia de los ríos Daule y Conguillo	9900510	640497
E-7	Sector La Chola	9900221	646322
E-8	Sector Murucumba	9901020	649931

\*Coordenadas UTM WGS 84  
Elaboración: Efficacitas, 2014

### Zooplancton e ictioplancton

Para determinar la distribución y abundancia, se efectúan arrastres con una red cónica simple con apertura de luz de 300µm, con un área de boca de la red de 0,3 metros de diámetro. Se realizan arrastres superficiales dentro del embalse.

Los arrastres de tipo superficial se realizan a una velocidad de 2 nudos por un tiempo de 5 minutos. Las muestras se preservan con formol al 4 % y se neutralizan con tetra borato de sodio. (Universidad de la Republica, 1999)

### Determinación de la fauna bentónica

Para el muestreo, se utiliza un Corer de 20 cm de diámetro y se colectan muestras a 15 cm de profundidad en el sedimento: las muestras se toman en las orillas de las estaciones, se colocan en fundas plásticas y se preservan con formalina al 4%. Para facilitar la posterior extracción de los organismos las muestras se tiñen con eosina. (Universidad de la Republica, 1999)

### Determinación de recurso pesquero

Se obtuvieron 1441 muestras de peces en total, 272 capturadas en septiembre/2015, 142 en marzo del 2016, 398 en diciembre/2016, 164 en junio/2017, 126 en septiembre/2018, y 339 en marzo/2019; las cuales fueron obtenidas a través de desembarques realizados por pescadores artesanales o faenas conjuntas de pesca (Puerto Palmar, Puerto Conguillo y Puerto Chorrillo). Para la identificación taxonómica de las principales especies de peces comerciales se utilizaron claves de identificación especializada (Revelo & Laaz Moncayo, Catálogo de peces de aguas continentales de la provincia de Los Ríos - Ecuador, 2012).



Figura 1. Área de estudio y estaciones de muestreo. Fuente: José Coronel (2020).

### Determinación de las especies planctónicas

#### Fitoplancton

Para el análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton, se efectúan arrastres con una red cónica simple de 60 µm, con un área de boca de la red de 0,3 metros de diámetro. Los arrastres de tipo superficial se realizaron a una velocidad de 2 nudos por un tiempo de 5 minutos.

Todas las muestras se fijan *in situ* con formol al 4% y neutralizadas con bórax. Cada muestra se estandariza a un volumen de 200 ml, una vez homogeneizada (fijada y preservada). (Universidad de la Republica, 1999)

Las capturas se realizaron mediante tres lances en cada estación. A cada individuo se le tomó la longitud total (LT) y el peso total (WT) con una balanza electrónica.

Se analizaron las relaciones de longitud-peso por especie mediante regresión lineal (Cren, 1951), calculando los valores de a y b de la siguiente ecuación:

$$W = aL^b$$

En donde:

W: es el peso total en gramos

L: la longitud en cm.

El factor a y el exponente b se determinan por análisis de regresión simple, usando la transformación logarítmica.

### Análisis de laboratorio

#### Fitoplancton

Se utiliza el método de conteo en placas para el análisis de las muestras, el cual consiste en colocar 3 gotas de la muestra en una placa porta objetos y sobrepuesto con un cubre objetos de 22 mm x 22 mm, se cuenta la totalidad de las especies presentes en la placa, utilizando un microscopio. (Universidad de la Republica, 1999)

#### Zooplancton – ictioplancton

Para el análisis cuantitativo de los organismos del zooplancton – ictioplancton, se tomó una alícuota de 25 ml para su respectivo estudio. Se procedió a la identificación y al conteo de los organismos utilizando metodología de Boltovskoy (1981). El conteo e identificación de los organismos zooplanctónicos – ictioplanctónicos se realizó empleando una cámara de Bogorov de 25 ml de capacidad, procediendo al respectivo conteo bajo la luz de un estereomicroscopio, y en caso de difícil identificación, un microscopio.

#### Bentos

En laboratorio, las muestras se lavan por tamices de 1000  $\mu\text{m}$  y de 40  $\mu\text{m}$ . Las muestras de la fracción de mayor tamaño, se extraen directamente en forma manual, mientras que las muestras de menos de 1000  $\mu\text{m}$  se procesan mediante la técnica de sacarosa para la separación de los individuos de la partícula de sedimento. Los organismos se colocan en frascos de 25 ml, para su observación posterior en los equipos de microscopía.

#### Recurso Pesquero

Debido a que la longitud es una magnitud lineal y el peso es igual al cubo de la talla, si un individuo mantiene su forma al crecer, entonces el crecimiento es isométrico ( $b=3$ ). Cuando  $b>3$ , los individuos de mayor talla han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud, presentando crecimiento alométrico positivo. En cambio, cuando  $b<3$ , los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso, lo cual representa un crecimiento alométrico negativo. Se consideraron especies de crecimiento isométrico las que fluctuaron dentro de los valores  $b=2,5$  y  $b=3,5$  (Sensu Carlander 1969; Froese 2006).

Para la determinación de sexo y estados de madurez sexual de las principales especies se realizaron cortes longitudinales desde el ano hasta la región mandibular. Se empleó la escala propuesta por Buckman (1929), citado por Laevastú (1971), con la modificación de Less y López (1974), siendo ésta:

- Estadío I – Virginal,
- Estadío II – Recuperación,
- Estadío III – Maduras,
- Estadío IV – Por desovar
- Estadío V – Desovadas

### Análisis estadístico

#### Fitoplancton

Los datos obtenidos en las muestras son expresados en  $\text{cel}/\text{m}^3$  mediante las siguientes ecuaciones:

a. Las muestras colectadas serán estandarizadas a un volumen de 100 ml, para esto se dejarán asentar las células y se eliminará el volumen de agua sobrante.

b. Para medir el área de la superficie de la red, se utiliza la ecuación del círculo.

$$A = \pi r^2$$

Dónde:

r: Radio de la boca de red cónica simple.

c. Para obtener el volumen de agua filtrada, se toma en cuenta la superficie de boca de red por distancia del arrastre, en metros.

d. Para conocer la eficiencia de filtración: se utiliza el estimativo mencionado por Pesantes (1979), obtenido del Manual Zooplancton Sampling (1968), aplicando un error del volumen de filtrado de 0,9.

$$\eta = m^3 \times 9/10$$

e. El volumen contabilizado de la placa cubre-objeto es el que determina el análisis semicuantitativo.

$$V = (22\text{mm}) \times 2 \times 1 \text{mm}$$

f. El método semicuantitativo provee el estimativo de células por especie en cada muestra por cada estación (Semina, 1978; Jiménez, 1975 y Pesantes, 1979).

$$\text{Cel}/\text{m}^3 \text{ o Especie} / \text{m}^3 = [(n \times V) / v] / \eta.$$

Donde:

n = número de células por cada estación

V = volumen total de la muestra

v = volumen/alícuota cubre-objeto

$\eta$  = eficiencia de filtración

Las especies se identificaron hasta el menor taxón posible, utilizando la taxonomía de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), Balech (1988), Needham y Needham (1990), Tomas (1996).

#### Zooplancton – ictioplancton

Para calcular el número de individuos/10  $\text{m}^2$ , en arrastre superficial y vertical, se emplea la fórmula descrita en FAO, 1979.

$$C = C_v (SR) V$$

Donde:

C = # por unidad de superficie del cuerpo de agua.

CV = # por unidad de volumen

S = Unidad de superficie del cuerpo de agua

R = Rango de profundidad de la muestra

V = Unidad de volumen

Las identificaciones taxonómicas y clasificación sistemática se realizaron sobre la base de la siguiente bibliografía: De la Cheaux (1918), Edmondson (1957), Mc Laughlin (1979), Newell & Newell (1963), Smith (1977), Tréouboff, G. y M. Rose (1957), Wimpenny (1966), Wickstead (1965) y otros.

Se utilizó para la identificación de organismos ictioplanctónicos las referencias de Flores-Coto, C. y F. Zavala (1981); Yáñez-Arancibia, A y G. Díaz-González (1977); Barriga, R. (1991) y otros.

#### Bentos

Se realiza un análisis simple de los datos, los cuales se presentan en Número de individuos/ $\text{m}^2$ .

#### Recurso pesquero

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Past Statistics V1.34 y Origin Pro 2017; para la realización de los gráficos de Longitud – Peso y Estadío Sexual se utilizó Microsoft Excel 2013. Adicionalmente se obtendrá el factor de condición de las especies analizadas.

# Resultados

## Fitoplancton

En el fitoplancton obtenido en aguas de la Represa Daule – Peripa se encontraron 90 especies fitoplanctónicas agrupadas en 11 clases fitoplanctónicas, en donde la mayor riqueza la presentó la clase Zygnematophyceae con 31 especies; seguido de Bacillariophyceae

con 18; Cyanophyceae con 12; Chlorophyceae con 8; Dinophyceae y Euglenophyceae con 6 especies cada una; Mediophyceae con 4; y Ulvophyceae, Chrysophyceae, Trebouxiophyceae y Xanthophyceae con 1 especie cada clase. (Gráfico 1).

Tabla 2. Abundancia fitoplanctónica encontrada en el embalse Daule – Peripa

ESTACIÓN	FITOPLANCTON (cel/m <sup>3</sup> )											
	AGO/2015	NOV/2015	FEB/2016	MAY/2016	DIC/2016	MAR/2017	JUN/2017	SEP/2017	SEP/2018	DIC/2018	MAR/2019	JUN/2019
E1	5,58E+05	4,47E+04	6,47E+04	4,31E+04	4,42E+05	6,63E+04	1,11E+05	9,34E+05	2,04E+05	5,54E+05	1,84E+05	4,28E+05
E2	4,63E+05	9,77E+04	6,31E+04	7,48E+04	6,33E+04	1,54E+04	7,49E+04	4,69E+05	2,18E+04	3,31E+05	1,92E+05	6,35E+05
E3	9,48E+05	4,54E+04	3,71E+04	6,40E+04	2,93E+04	2,74E+04	7,65E+04	1,87E+06	4,61E+04	2,04E+05	6,91E+04	2,85E+05
E7	2,10E+06	1,62E+05	4,74E+05	3,90E+04	1,29E+05	1,49E+05	8,00E+04	9,05E+05	2,41E+04	1,05E+05	1,55E+05	1,70E+05
E8	9,66E+05	2,04E+05	6,35E+04	3,05E+05	5,87E+04	2,49E+04	1,25E+05	1,37E+06	3,47E+04	6,61E+04	8,49E+04	3,29E+05

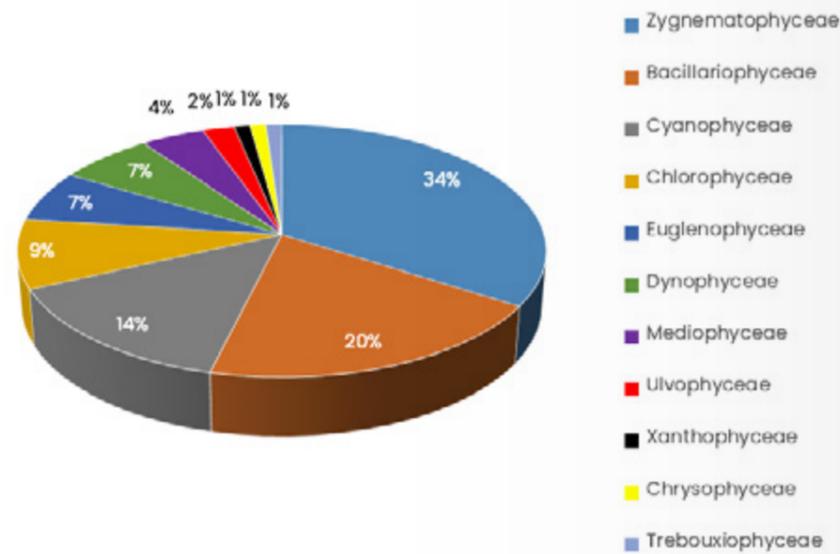


Gráfico 1. El grupo fitoplanctónico más representado en el Embalse Daule – Peripa es el zygnematophyceae con un 34%. Fuente: Sandra Armijos (2019)

A lo largo de las 12 colectas realizadas durante este estudio se observa que las mayores abundancias fitoplanctónicas corresponden a las colectas de septiembre/2017 (31%), agosto/2015 (28%) y junio/2019 (10%), correspondiendo a meses de estación seca; mientras que la menor abundancia fitoplanctónica se presentó durante

la colecta de marzo/2017 (1.8%), mes perteneciente a época lluviosa, aunque septiembre/2018 también presentó valores muy bajos. En el gráfico 2 también se aprecia que todas las colectas realizadas en época lluviosa presentaron abundancias más bajas que las presentadas en época seca.

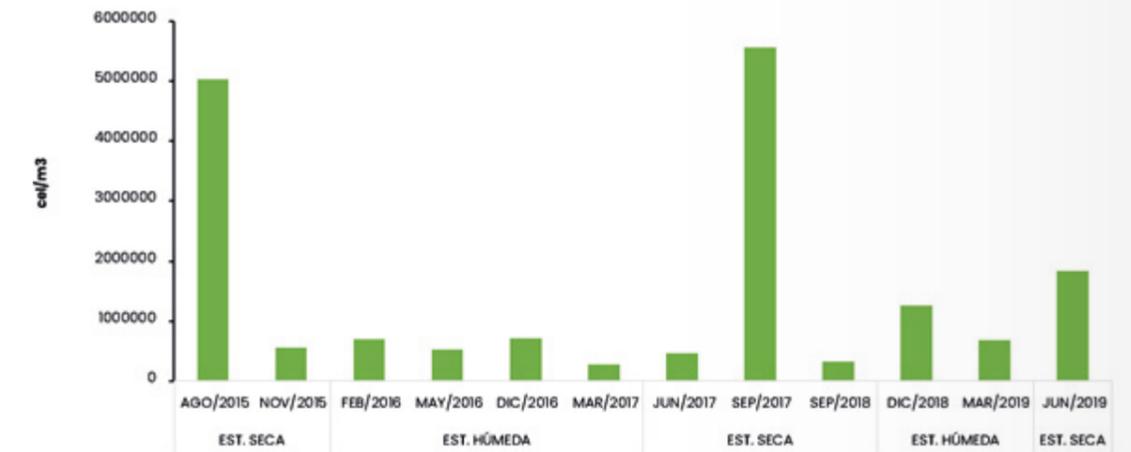


Gráfico 2. La estación seca es la de mayor abundancia fitoplanctónica presente en el Embalse Daule – Peripa. Fuente: Sandra Armijos (2019)

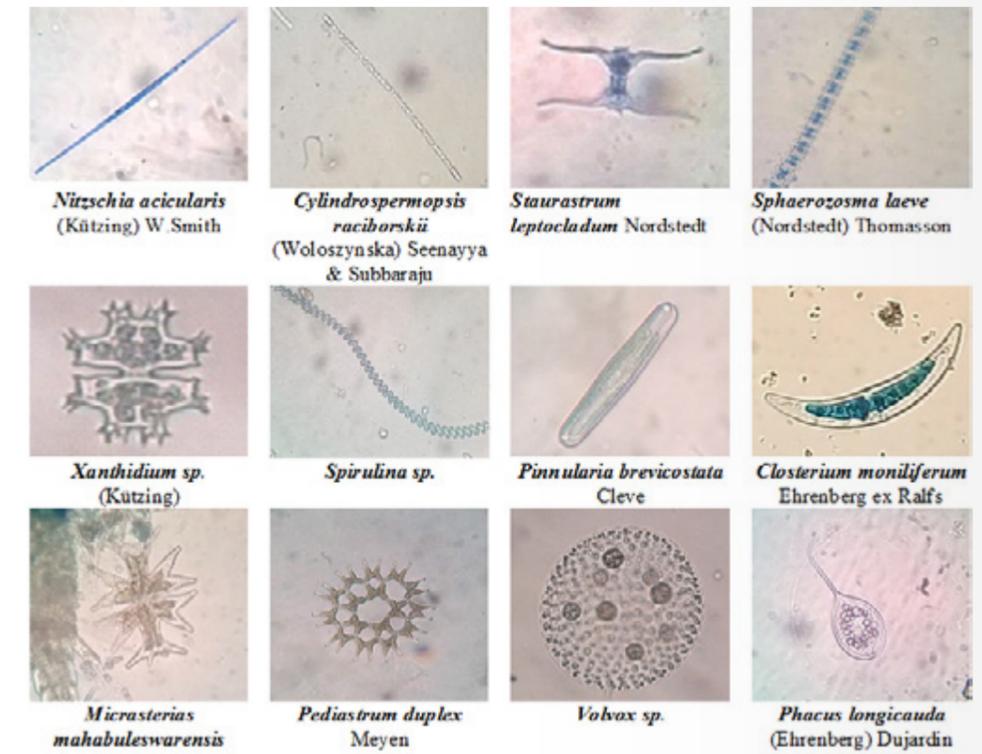


Figura 2. Fitoplancton del embalse Daule Peripa. Fuente: José Coronel (2020)

En la gráfica 3 se puede observar la abundancia fitoplanctónica de todas las estaciones analizadas en el Embalse Daule - Peripa a lo largo de todas las colectas desde agosto del 2015 hasta junio del 2019; aquí se puede apreciar que las abundancias fitoplanctónicas más altas fueron colectadas en las estaciones E3 - Confluencia de los ríos Daule y Conguillo, E7 - La Chola y E8 - Murucumba, destacando que la colecta de septiembre del 2017 fue la más abundante, sobre todo por la abundancia encontrada en la estación E3 - Confluencia de los ríos Daule y Conguillo; otra colecta abundante fue la obtenida en agosto del 2015, en donde se registra el pico más alto de abundancia en la estación E7 - La Chola. Por otra parte, la estación E2 - Confluencia de los ríos Daule - Peripa presentó la menor abundancia fitoplanctónica a lo largo de todo el estudio, destacándose para esa misma estación las colectas de agosto/2015 y septiembre/2017 como las más abundantes; de igual manera, la colecta más baja fue la obtenida en diciembre del 2018, esto se debió a la baja abundancia encontrada en la estación E8 - Murucumba.

Las especies más abundantes de este estudio fueron: *Nitzschia acicularis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Melosira italica*, y *Staurastrum leptocladum*. Sus abundancias se mantuvieron relativamente constantes entre si la mayor parte del tiempo, pero destaca lo sucedido durante la colecta de septiembre/2017 en donde *Nitzschia acicularis* experimenta una clara dominancia de su población con respecto al resto de poblaciones.

### Zooplancton

En las muestras de zooplancton analizadas de la Represa Daule - Peripa se encontraron 70 especies zooplanctónicas agrupadas en 12 clases zooplanctónicas, en donde la mayor riqueza la presentó la clase Insecta con 21 especies; seguido de Branchiopoda con 18 especies; Eurotatoria con 10 especies; Hexanauplia con 6 especies; Arachnida con 4 especies; Tubilinea con 3 especies; Adenophorea y Malacostraca con 2 especies cada clase; y Clitellata, Hydrozoa, Pararotatoria, y Ostracoda con 1 especie cada clase. (Gráfico 3).

Tabla 3. Abundancia zooplanctónica encontrada en el embalse Daule - Peripa

ESTACIÓN	ZOOPLANCTON (ind/10m <sup>2</sup> )											
	AGO/2015	NOV/2015	FEB/2016	MAY/2016	DIC/2016	MAR/2017	JUN/2017	SEP/2017	SEP/2018	DIC/2018	MAR/2019	JUN/2019
E1	7,79E+04	1,71E+04	1,82E+04	1,32E+03	5,01E+03	3,35E+03	8,39E+03	5,43E+04	3,14E+05	1,46E+04	2,33E+05	1,17E+05
E2	4,80E+04	3,40E+04	2,43E+04	1,96E+03	3,20E+03	1,14E+04	4,51E+03	8,59E+04	1,58E+05	5,91E+04	1,19E+05	1,14E+05
E3	5,44E+04	5,44E+03	2,76E+03	2,28E+02	3,40E+03	6,74E+03	3,90E+03	7,63E+04	2,36E+05	4,77E+04	1,04E+05	6,61E+04
E7	6,76E+04	5,67E+03	2,85E+04	1,58E+03	1,01E+03	2,44E+04	1,01E+04	3,80E+04	1,25E+05	1,08E+04	2,47E+05	6,66E+04
E8	3,34E+04	8,02E+03	1,44E+04	2,25E+03	1,73E+03	6,29E+04	3,42E+03	4,32E+04	1,50E+05	4,71E+03	9,33E+04	6,07E+04

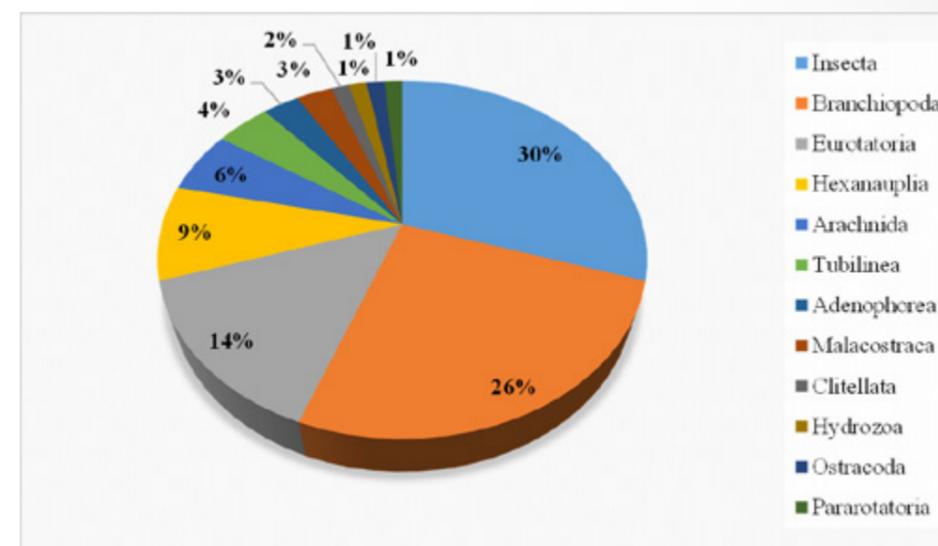


Gráfico 3. El grupo zooplanctónico más representativo en el Embalse Daule - Peripa es insecta con un 30% seguido de Branchiopoda con un 26%, Fuente: Sandra Armijos (2019)

Las especies más abundantes en el embalse fueron: *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops sp.*, *Moina micrura*, y los cladóceros en estado de nauplio. El cladóceros *Bosmina longirostris* fue la especie con mayor abundancia zooplanctónica lo largo de todas las colectas realizadas en el Embalse; seguido del copépodo *Mesocyclops sp.*, ambas especies presentaron valores excepcionalmente altos de abundancia durante la colecta de septiembre del 2017, septiembre del 2018 y marzo del 2019; por otro lado, el cladóceros *Moina micrura* y los cladóceros en fase de nauplio fueron más abundantes durante la colecta de septiembre del 2017 y septiembre del 2018, pero su abundancia no fue tan alta en marzo del 2019 (Gráfico 4).

El análisis de diversidad de Shannon - Wiener y de equitatividad a lo largo del estudio nos refleja tres tendencias con respecto a lo constante de sus valores, así tenemos que son muy similares durante las colectas de agosto/2015, noviembre/2015 y marzo/2019 como primera situación, una segunda se observa durante las colectas de febrero/2016, marzo/2017, junio/2017 y Junio/2019; y finalmente vemos una constancia de valores en las colectas de mayo/2016, diciembre/2016 y septiembre/2017 durante las colectas de agosto/2015 y noviembre/2015. La diversidad y equitatividad más altas se observa durante la colecta de febrero/2016, al contrario de diciembre/2016 que refleja el valor más bajo a lo largo del estudio.

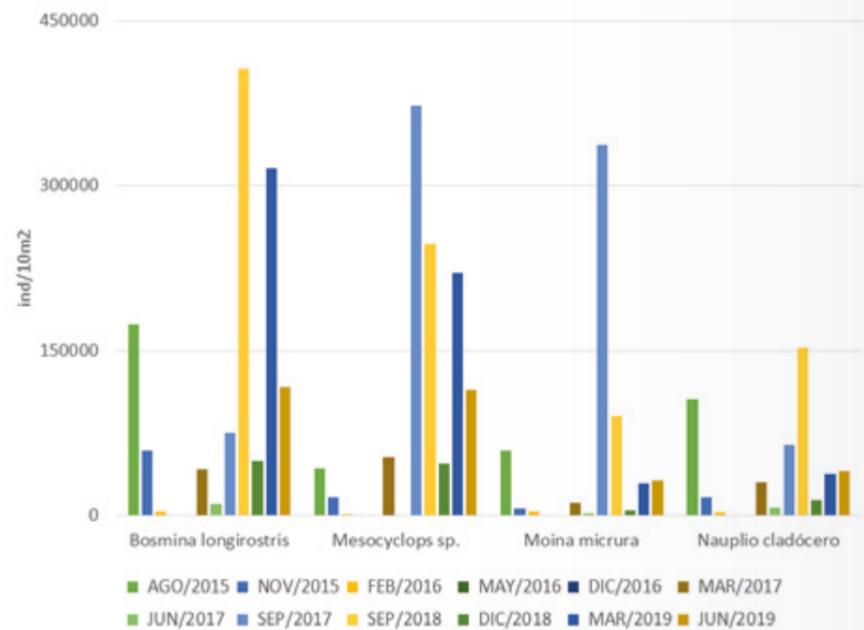


Gráfico 4. *Bosmina longirostris* fue la especie zooplanctónica más abundante encontrada en la Represa Daule – Peripa, Fuente: Sandra Armijos (2019)



Figura 3. Zooplancton del embalse Daule Peripa, Fuente: José Coronel (2020)

### Ictioplancton

En el embalse se encontró una abundancia ictioplanctónica muy baja, con una riqueza biológica de 3, todas pertenecientes a la clase Actinopterygii. No hubo presencia de la misma en todos los monitoreos, solo en dos de los doce monitoreos realizados; situación similar encontramos en las estaciones monitoreadas, en donde de las cinco estaciones analizadas no estuvo presente en dos; y de las tres estaciones en donde hubo presencia ictioplanctónica, la estación con mayor abundancia fue E7 – La Chola.

Se encontraron solo tres especies diferentes, *Hoplias sp.*, *Rhamdia quelen* y *Oreochromis niloticus*; en donde la más abundante fue *Oreochromis niloticus*. Solo se encontraron individuos pertenecientes al ictioplancton en las colectas de febrero/2016 y junio/2017; en total, solo tres estaciones presentarán especies ictioplanctónicas con una baja abundancia, dos de las tres especies reportadas se encontraron en el monitoreo de febrero/2016, en donde una dominaba sobre el otro, motivo por el cual la diversidad fue muy baja; sin embargo, no se puede dar criterios de diversidad con una riqueza biológica y una abundancia tan baja. (Gráfico 5).

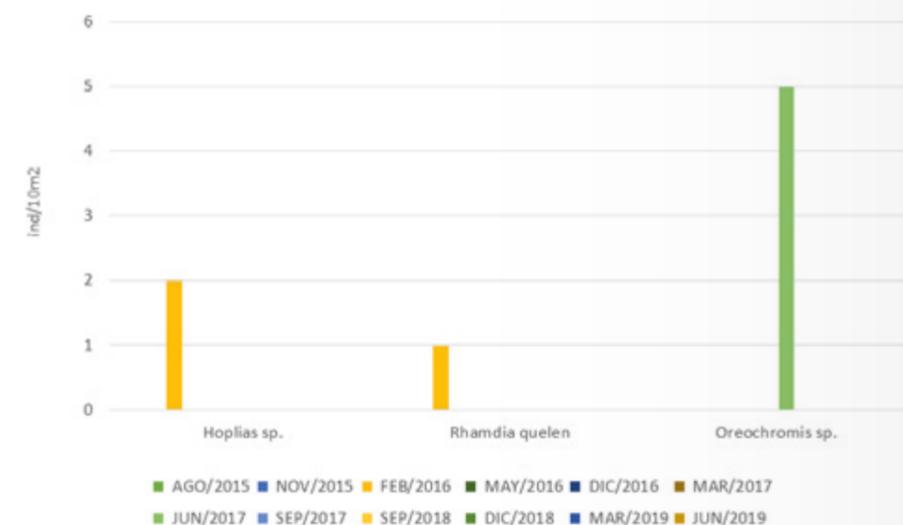


Gráfico 5. Especies ictioplanctónicas más abundantes encontradas en la Represa Daule – Peripa, Fuente: Sandra Armijos (2019)

### Bentos

En el embalse se encontró una abundancia bentónica baja, con una riqueza biológica de 6 especies agrupadas en las clases Clitellata e Insecta con dos especies cada una y las clases Brachiopoda y Adenophorea con una especie cada una. De las estaciones analizadas, en donde no se encontró organismos bentónicos fue en la estación E7 – La Chola; la estación en la que se encontraron más organismos fue en la estación E1 – Captación de agua de la Central, en la colecta de diciembre/2018. La mayor cantidad de organismos encontrados fue en la estación húmeda entre el 2018 y el 2019; sin embargo, en los bentos fue bajo para todas las estaciones.

En el embalse se encontraron 6 tipos de organismos bentónicos en donde los más abundantes fueron *Chironomus sp.* en estado de larva, *Tubifex sp.*, *Dorylaimus sp.*, Glossiphonidae. La colecta de septiembre del 2018 fue la que presentó mayor variedad de grupos de las estaciones analizadas, pero la especie más abundante fue el *Chironomus sp.* en estado de larva de diciembre del 2018 y marzo del 2019; entre noviembre del 2015 y septiembre del 2017 no se encontró esta especie. (Gráfico 6).

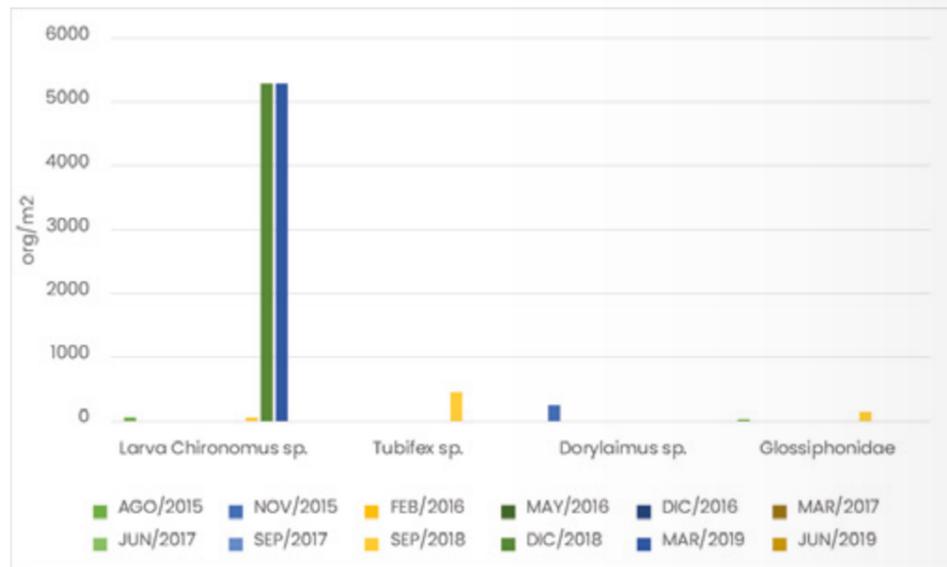


Gráfico 6. Especies bentónicas más abundantes encontradas en la Represa Daule - Peripa, Fuente: Sandra Armijos (2019)

### Recurso pesquero

Se capturaron peces observados en las orillas de los tres puertos analizados; en Puerto Palmar y Chorrillo se encontraron juveniles de la dama *Brycon alburnus* y en Puerto Conguillo la sardinita *Astyanax sp.*

En el estadio de madurez sexual

*Cherax quadricarinatus*: H (201) - M (178)

*Pseudocurimata troschelii*: H(323) - I(52,2%), I(4,3%), III(8,4%), IV(74,6%), V(4,3%); M(138) - I(52,2%), II(6,5%), III(10,9%), IV(24,6%), V(5,8%)

*Pseudocurimata boulengeri* : H(209) -I(24,9%), II(25,8%), III(27,8%), IV(8,1%), V(13,4%); M(271) - I(73,4%), II(15,1%), III(8,5%), IV(1,8%), V(1,1%)

*Rhamdia quelen*: H (9) - I(33,3%), III(33,33%), IV(33,33%); M (2)

*Aequidens rivulatus*: H (13) - I(38,46%), II(23,08%), III(30,77%), V(7,69%); M(102) - I(64,71%), II(30,39%), III(1,96%), V(2,94%)

*Brycon alburnus*: H(31) - I(6,45%), II(6,45%), III(35,48%), IV(32,26%), V(19,35%); M(18) - I(44,44%), II(22,22%), III(22,22%), IV(11,11%)

*Oreochromis niloticus*: H(110) - I(1,82%), II(20%), III(40,41%), IV(17,27%), V(20%); M(75) - I(52%), II(34,67%), III(4%), IV(1,33%), V(8%)

*Hoplias microlepis*: H(69) - I(1,45%), II(5,8%), III(73,91%), IV(8,7%), V(10,14%); M(74) - I(48,65%), II(47,3%), III(1,35%), IV(1,35%), V(1,35%)

En este estudio se encontraron 6 especies, las cuales no presentan migraciones horizontales, solo migraciones verticales.

De las 1441 muestras obtenidas entre septiembre del 2015 y junio del 2017, la especie más abundante fue la dica *Pseudocurimata boulengeri* con 160 uni/lance; seguido de la dica *Pseudocurimata troschelii* con 153.7 uni/lance; la tilapia *Oreochromis niloticus* con 61.7 uni/lance; el guanchiche *Hoplias microlepis* con 41.3 uni/lance; la vieja azul *Aequidens rivulatus* con 38.3 uni/lance; *Brycon alburnus* con 16.3 uni/lance; *Rhamdia quelen* con 3.7 uni/lance; *Mesoheros festae* con 1.67 uni/lance; *Ichthyoelephas humeralis* con 1.3 uni/lance; *Sternopygus macrurus* con 1 uni/lance; *Leporinus ecuadoriensis* con 0.3 uni/lance, y *Piaractus brachypomus* y *Brycon dentex* con 0.33 uni/lance cada una.

De las 13 especies de peces colectadas, cinco especies no estuvieron presentes en todos los puntos de muestreo, *Ichthyoelephas humeralis*, *Leporinus ecuadoriensis*, *Mesoheros festae*, *Piaractus brachypomus*, y *Brycon dentex*, las cuales solo estuvieron presentes en Puerto Palmar, con excepción de *Piaractus brachypomus* que solo se reportó en Puerto Conguillo en marzo del 2019. (Gráfico 7).

No se detectó plaguicidas en las muestras de tejidos de los peces capturados.

En la relación de Talla - Peso se tiene *Cherax quadricarinatus*: isométrico, *Hoplias microlepis*: alométrico negativo, *Aequidens rivulatus*: alométrico negativo, *Oreochromis niloticus*: isométrico, *Brycon alburnus*: isométrico, *Rhamdia quelen*: alométrico negativo, *Pseudocurimata troschelii*: alométrico negativo y *Pseudocurimata boulengeri*: alométrico negativo.

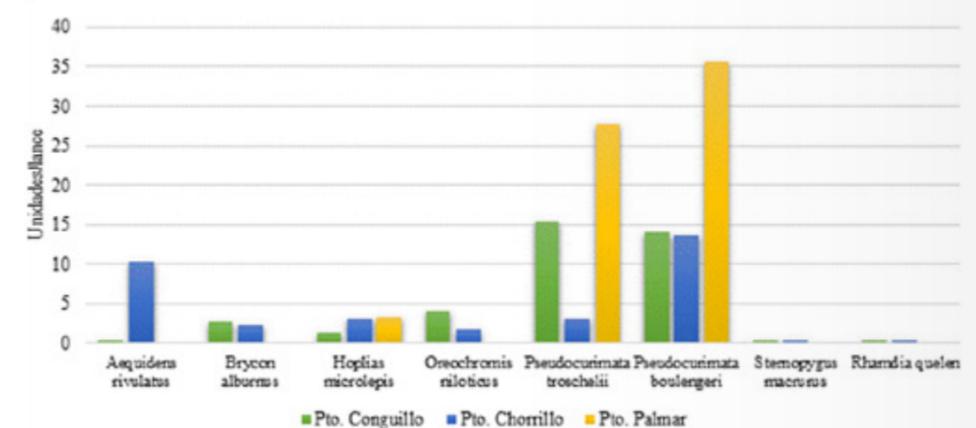


Gráfico 7. *Pseudocurimata boulengeri* y *Pseudocurimata troschelii* son las especies que más se distribuyen en la represa Daule - Peripa, Fuente: Sandra Armijos (2019)

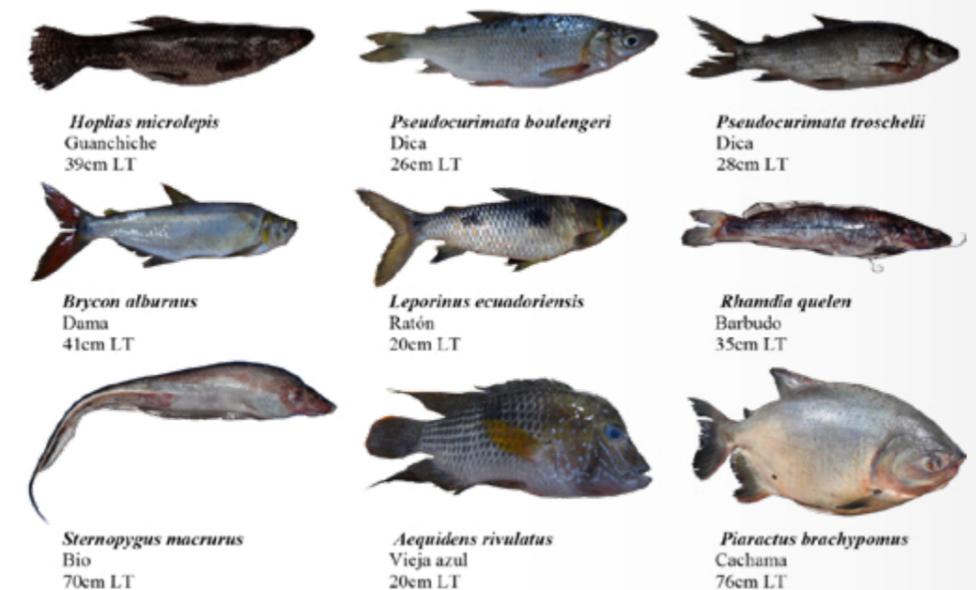


Figura 4. Peces embalse Daule Peripa, Fuente: José Coronel (2020)

## Discusión

Las altas densidades de especies fitoplanctónicas, ocurren preferiblemente en lugares donde hay abundante materia orgánica, también se la considera indicadora de procesos de eutrofización ya que habitan en ambientes con alto contenido de nutrientes (Cajas, Prado, & Moya, 1998) (Duque & Donato., 1992). También podemos observar que las especies fitoplanctónicas están influenciadas por el pH del agua.

En el análisis del zooplancton, cabe indicar que varios de los organismos consumidores del fitoplancton se comportan como se espera que proyecte una gráfica de presa y depredador, en la cual los organismos tienden a incrementarse a medida que el número de presas comienza a disminuir; aunque en la colecta de septiembre/2017 se aprecia un incremento tanto de la clorofila como del zooplancton.

En el fitoplancton, en casi todas las colectas realizadas en el embalse la diversidad biológica va de baja a muy baja, con excepción de la diversidad obtenida en Febrero/2016, en donde si bien dos especies dominaron sobre las otras (*Gymnodinium sp.* y *Nitzschia acicularis*), la abundancia no fue tan excesiva como en las otras colectas; mientras que con menores abundancia encontramos la colecta de mayo/2016, en donde *Staurastrum leptocladum* fue muy abundante con respecto a las otras especies, lo cual generó la diversidad más baja de los doce monitoreos realizados en aguas del embalse.

En la diversidad biológica del zooplancton, nos encontramos que, en el embalse la diversidad fue bastante baja, aunque no tanto como la encontrada en el fitoplancton; la diversidad más baja fue encontrada en diciembre/2016 debido a la abundancia de *Keratella cochlearis*;

La especie más abundante en todo el embalse fue el copépodo *Mesocyclops sp.*, este género se caracteriza por ser una de las especies más abundantes en embalses oligo – mesotróficos (Matsumura-Tundisi, 1986), aunque otros lo asocian a embalses de características eutróficas;

esta especie no estuvo distribuida en todas las colectas, y en algunas no fue muy abundante, mientras que en otras colectas fue muy abundante; otra especie bastante abundante fue el copépodo *Tropocyclops prasinus*, el cual es una especie considerada prácticamente cosmopolita (Sramek Husek, 1957; Peacock & Smyly, 1983; Riera & Estrada, 1985; Einsle, 1993); algunos autores consideran a esta especie como heleno planctónica (Gurney, 1933; Hutchinson, 1967; Dussart, 1969); sin embargo, el criterio de otros autores (Jaume, 1993; Melão & Rocha, 2004; Castilho-Noll et al., 2012) es que también muestra hábitos euplanctónicos; Fryer (1957b) sugirió que los copépodos ciclopoideos pequeños tienden a ser herbívoros, incluso en edad adulta; sin embargo, Peacock (1981) observó que también se alimentaba de protozoos, por lo que debería considerarse como omnívora.

En el análisis ictioplanctónico, la abundancia fue extremadamente baja, estando presente en dos de las doce colectas realizadas: febrero/2016 y marzo/2017. Varios factores podrían dar cuenta de la baja diversidad y la ausencia de estados tempranos especies ictioplanctónicas; por ejemplo, la mayoría de la ictiofauna habita de las orilla enredados en la vegetación (Meléndez & Villalba, 1992) (Pequeño & Sáez, 2000); o muchas de estas especies presentan huevos adheridos al sustrato, cuidado parental o vida pelágica corta (Landaeta & Castro, 2002), por lo que sus estados tempranos raramente estarán presentes en muestras planctónicas.

En el bentos, encontramos que en el embalse Daule – Peripa solo se encontraron organismos bentónicos en cinco de las doce colectas realizadas

La especie *Oreochromis niloticus*, la tilapia negra, fue una de las especies más abundantes en la represa Daule – Peripa; sin embargo, su abundancia estuvo limitada a una sola estación, en donde el fitoplancton y el zooplancton tuvo su abundancia más baja; aunque en los otros puntos donde el fitoplancton y zooplancton



presentaron menores abundancias la tilapia no presentó incrementos, lo cual no muestra una clara relación entre la tilapia negra y el plancton. Esto podría ser porque las tilapias solo se alimentan del plancton mientras son larvas y juveniles, después de esto su dieta es omnívora, pero con preferencia de organismos de mayor tamaño.

En Puerto Conguillo, la colecta de marzo del 2019 fue la más abundante con 69 uni/lance; seguida de junio del 2017 con 42.67 uni/lance; septiembre del 2015 con 23.67 uni/lance; diciembre del 2016 con 17 uni/lance; y marzo del 2016 con 14.67 uni/lance. (Gráfico 78). En Puerto Chorrillo, la colecta de diciembre del 2016 fue la más abundante con 60.67 uni/lance; seguida por marzo del 2019 con 33.67 uni/lance; septiembre del 2015 con 30 uni/lance; septiembre del 2018 con 10 uni/lance; y marzo del 2016 con 3 uni/lance. En Puerto Palmar, la colecta de diciembre del 2016 fue la más abundante con 55 uni/lance; seguida por septiembre del 2019 con 37 uni/lance; septiembre del 2019 con 32 uni/lance; marzo del 2016 con 29.7 uni/lance; marzo del 2019 con 10.33 uni/lance; y junio del 2017 con 12 uni/lance.

El monitoreo que más abundancia alcanzó fue en diciembre del 2016 con 132.67 uni/lance; aunque la mayor riqueza biológica se encontró en junio del 2017, septiembre del 2018 y marzo del 2019 con 10 especies en cada monitoreo.

En el caso de las especies reportadas, no hay suficientes estudios realizados por especie como para conocer todo su ciclo de vida; en el caso de las dicas se conoce que no realizan migraciones para reproducción, aunque sí lo hace para alimentarse; sin embargo, hay especies que se conocen por su hambre voraz y que, en situaciones particulares como las que se dan en los embalses, migran hacia aguas quietas y estancadas en busca de alimentos, lo cual es un comportamiento que puede presentar el guanchiche. Las damas generalmente tienen migraciones verticales; sin embargo, Revelo y Castro (2011) realizaron un estudio detallado de aspectos de la biología y pesquería de *Ichthyoelephas humeralis* y *Brycon alburnus*; en donde menciona que ambas especies migran río arriba en busca de alimento y puesta de huevos, entre enero y abril (periodos de época húmeda).

## Conclusiones

- En aguas del embalse, se ha observado que en casi todas las estaciones analizadas la temperatura influyó en la abundancia de tal manera que, en los picos más altos de abundancia, la temperatura tendía a estar entre 27°C a 29°C, situación similar se dio con la saturación de oxígeno; sin embargo, en los últimos monitoreos, hubo una disminución de saturación de oxígeno en comparación con los primeros monitoreos del 2015, en donde hubo una alta abundancia de fitoplancton y zooplancton. En el zooplancton no se ha observado una tendencia tan marcada como la encontrada en el fitoplancton; es de recordar que la presencia de oxígeno disuelto no se debe solo a factores físicos, sino también a factores biológicos, es posible que la temperatura sea propicia para la mitosis en el fitoplancton, lo que genera un incremento en la fotosíntesis (ocurrido en septiembre/2017), en este caso, también la disminución del oxígeno disuelto se deba a que hay un alto consumo de oxígeno por parte del zooplancton, el cual también fue extremadamente abundante en los últimos monitoreos.
- La riqueza biológica en el embalse es alta; se espera siempre encontrar mayor riqueza biológica en aguas en reposo que en aguas de mayor movimiento, contando que además, estas aguas en movimiento reciben el incremento y recambio de agua brusca cuando se abren las compuertas; ese es uno de los motivos de que en aguas del embalse, tanto para fitoplancton como para zooplancton, se encontrara mayor riqueza biológica que en las aguas del río Daule.
- En Puerto Conguillo y Puerto Chorrillo estuvieron presente: *Pseudocurimata boulengeri*, *Brycon alburnus*, *Aequidens rivulatus*, *Hoplias microlepis*, *Oreochromis niloticus*, *Rhamdia quelen*, *Pseudocurimata troschelii*, *Piaractus brachypomus* y *Sternopygus macrurus*.
- En Puerto Palmar estuvieron presente: *Pseudocurimata boulengeri*, *Brycon alburnus*, *Aequidens rivulatus*, *Hoplias microlepis*, *Oreochromis niloticus*, *Rhamdia quelen*, *Pseudocurimata troschelii*, *Sternopygus macrurus*, *Ichthyoelephas humeralis*, *Mesoheros festae*, *Brycon dentex*, y *Leporinus ecuadorensis*.
- *Pseudocurimata boulengeri* reportó 480 individuos de esta especie colectados, el 44% fueron hembras y el 56% fueron machos. Las hembras capturadas presentan estadios I (24.9%), II (25.8%), III (27.8%), IV (8.1%), y V (13.4%); los individuos machos, presentaron estadios I (73.4%), II (15.1%), III (8.5%), IV (1.8%), y V (1.1%).
- *Pseudocurimata troschelii* reportó un total de 461 individuos de esta especie colectados, el 70% fueron hembras y el 30% fueron machos. Las hembras capturadas presentaron estadios I (8.4%), II (4.3%), III (8.4%), IV (74.6%), y V (4.3%); en los individuos machos, presentaron estadios I (52.2%), II (6.5%), III (10.9%), IV (24.6%), y V (5.8%).
- Las especies que presentaron un crecimiento alométrico negativo fueron *Pseudocurimata boulengeri*, *Aequidens rivulatus*, *Hoplias microlepis*, *Rhamdia quelen* y *Pseudocurimata troschelii*.— Peso en la especie *Sternopygus macrurus*, *Ichthyoelephas humeralis*, *Leporinus ecuadoriensis*, *Mesoheros festae*, *Piaractus brachypomus* y *Brycon dentex*, debido a que solo se encontraron de uno a cinco individuos por especie. Las especies con crecimiento isométrico fueron *Oreochromis niloticus*, *Brycon alburnus* y la langosta *Cherax quadricarinatus*.
- La especie que presentó la correlación más baja fue *Rhamdia quelen*, mientras que la especie que presentó a correlación más alta fue *Oreochromis niloticus*.



## Autores

Caracterización de los organismos acuáticos del embalse Daule Peripa, 2015 -2019. Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind.

**José Luis Coronel Játiva**  
[jose.coronel@celec.gob.ec](mailto:jose.coronel@celec.gob.ec)

Título de Biólogo, Universidad Central del Ecuador en 2012. Trabaja como especialista Gestión Social Ambiental, desde agosto 2014 en CELEC EP HIDRONACION.

**Sandra Marlene Armijos Roblero**  
[smar\\_x@yahoo.com.ar](mailto:smar_x@yahoo.com.ar)  
Consultor -Grupo Químico Marcos  
CELEC EP-HIDRONACION

# IN SITU

Documentación de experiencias

# Manejo y resolución de conflicto socio ambiental: sistema de transmisión Tabacundo - Pimampiro (2018)

## Introducción

La Unidad de Negocio Transelectric al interior de CELEC EP es la encargada de la construcción, operación y mantenimiento de las líneas de transmisión de alta tensión en el territorio nacional. Este contexto determinó la implementación constructiva de un nuevo sistema de transmisión eléctrica denominado Sistema Pimampiro, conformado por una línea de 138 kV (L/T Ibarra-Pimampiro) y 4 de 230 kV (Pomasqui-Pimampiro "A", Pomasqui-Pimampiro "B", Pimampiro-Jamondino "A", Pimampiro-Jamondino "B") que formarían parte del Sistema Nacional Interconectado y facilitarían la conexión energética con Colombia para la exportación de energía eléctrica a dicho país vecino.

En este contexto se procedieron a ejecutar las acciones de índole social destinadas a la socialización del proyecto de electrificación en las distintas zonas y con cada uno de los propietarios de los predios afectados. Como elemento clave para liberar los predios está el avalúo de cobertura vegetal, sea de cultivos y plantaciones, que se encuentran en el trazado de la línea de transmisión y conforman la franja de servidumbre, y proceder al pago económico bajo el criterio denominado de indemnización.

El proceso presentó problemas con los propietarios de los predios afectados por las 4 líneas de transmisión a 230 kV, que derivaron en un conflicto abierto dado que poseían plantaciones frutales y cultivos, y que debido a la metodología inicialmente definida para el avalúo los criterios y valores presentados, no fueron aceptados por los propietarios-productores estableciendo su negativa y promulgando el ejecutar acciones legales de defensa de sus intereses como agricultores y ciudadanos. En este escenario se procedió a desarrollar la estrategia social del manejo y resolución del conflicto.

## Desarrollo de la experiencia

En el escenario descrito y desde determinados criterios teóricos y metodológicos sociológicos, se consideró implementar tres acciones iniciales a ser ejecutadas de forma paralela. La primera, establecer una reunión conjunta con todos los propietarios que no iban a dar paso al proyecto con la finalidad de conocer sus consideraciones desde el ámbito productivo-agrícola, al tiempo de crear este espacio para identificar a los sujetos que poseían mayor influencia en el grupo (líderes) y sobre los cuales la mayoría centraba sus decisiones. Este último elemento, manejado estratégicamente, fue una clave para direccionar la reunión y lograr que dichos líderes accedan a la nueva propuesta metodológica y con ellos los demás sujetos del conflicto (Ramírez Quintana, 2001).

La segunda, y en base de la información cualitativa obtenida formalmente, se procedió a ejecutar una puntual investigación sobre los antecedentes socio históricos de los sujetos, desde la perspectiva familiar y del quehacer productivo en la zona. Como resultado se llegó a conocer, que todos y cada uno de los productores involucrados provenían de familias que históricamente han venido desarrollando la actividad agrícola de cultivos de ciclo corto y de plantaciones frutales (aguacate, mandarina, limón).

La sumatoria de toda esta información condujo de forma mucho más consolidada a la tercera acción definida, consistía en mantener una reunión global con los propietarios-productores afectados para explicar de forma descriptiva, específica, clara y con ejemplos la nueva metodología de avalúo de cobertura vegetal y la



generación del valor económico a ser pagado por la respectiva indemnización.

La metodología para el avalúo de la cobertura vegetal se basa en los niveles de producción por hectárea en base a los estudios y tablas generadas por el INIAP y el MAG de todo tipo de cultivo existente en el país; al tiempo de contar con los valores actualizados al día del kilo de cada producto en el mercado nacional. Por tanto, los productores conocieron que el cálculo de la afectación de su cultivo o plantación frutal se desarrollaría bajo similares criterios a los que ellos emplean en su actividad; en otras palabras, la metodología estableció parámetros de identificación, cálculo y valoración que ellos de forma empírica siempre lo han ejecutado y por tanto se eliminaron las dudas, estuvieron de acuerdo con los cálculos realizados por el Perito, lo que derivó a que la negociación sobre el valor económico a

pagar se circunscriba en un espacio que permitió el consenso y aceptación final por cada uno de los afectados.

El desarrollo del proceso implicó un tratamiento personalizado con cada uno de los propietarios-productores afectados, permitiendo crear y recrear ambientes, situaciones y escenarios formales e informales durante el diálogo, una búsqueda de empatía social con los sujetos con la vinculación de elementos de la vida cotidiana, los problemas comunes, los sueños y aspiraciones, dando paso a una interacción más humana basada en la comprensión de las competencias de los técnicos de CELEC EP Transelectric, sus funciones y acciones a desarrollar, eliminando el criterio sobre la empresa y las líneas de transmisión eléctrica como generadoras de daños, abusos, incomprensión y falta de conexión con la gente.

## Resultados

El surgimiento del conflicto social con los propietarios y su rol de productores agrícolas previa la fase constructiva de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión a 230 kV en el Sistema Pimampiro, determinó realizar una nueva lectura global y particular de corte sociológico sobre los actores involucrados, los antecedentes del proceso realizado hasta el momento y plantear una nueva estrategia de vinculación social, de valoración de la cobertura vegetal y principalmente el crear un nuevo escenario de diálogo con los distintos actores, destinado a lograr una mutua comprensión sobre los intereses de las partes y derivar hacia una resolución del conflicto.

Los principales resultados del accionar profesional de la Gestión Social, fundamentado en la experticia (formación y experiencia), fueron los siguientes, considerados como los más relevantes y empleados para la resolución del conflicto:

- Identificación del paradigma social inicial con el que se desenvolvían los propietarios-productores afectados por las líneas de transmisión eléctricas antes de la intervención para resolver el conflicto;
- Obtención de información cualitativa de corte social de los afectados en sus distintas facetas: miembros de una comunidad, productores agrícolas, niveles de liderazgo, espacios de interrelaciones, vinculaciones políticas en la ciudad, grado de injerencia en las decisiones socio políticas de la localidad.
- La creación de un espacio global e individual de diálogo con los propietarios-productores para tratar de forma abierta y respetuosa las necesidades del proyecto de electrificación así como de los sujetos involucrados, con la finalidad de encontrar aspectos susceptibles de convertirse en las bases de los acuerdos finales.



- Realización con cada propietario-productor de la visita al predio para ejecutar el avalúo de la cobertura vegetal (cultivo o plantación) en base a la nueva metodología de inspección y valoración económica. Esto permitió que el propietario ejecute las acciones con el Perito (agronomo certificado) en su propiedad, otorgue información sobre las características del cultivo o plantación, linderos y superficie del predio, entre otros aspectos.
- Lo descrito permitió crear un espacio de involucramiento del propietario con el quehacer del personal de Transelectric, comprender los procedimientos técnicos, ser parte del esfuerzo y compromiso laboral de los profesionales, y con todos esos elementos compartidos, ser parte de la reunión para revisar los valores económicos obtenidos con el objetivo de lograr un consenso y firma de los documentos que exige el proceso de gestión de servidumbres (Martínez Novo, 2012).
- Se considera como un resultado radicalmente importante el haber roto el paradigma que en aquel momento los pobladores poseían

y habían asumido respecto al accionar de CELEC EP Transelectric como empresa pública, fundamentados en el negativo accionar que usualmente habían tenido empresas, técnicos y empleados de empresas públicas en la zona, dejando un sentir de molestia vinculado con una actitud y posición de rechazo ante cualquier acción desde lo público en la ciudad o en la zona.

- Consiguientemente, el instaurar un nuevo paradigma en los pobladores afectados se considera un resultado valioso de indicar, dado que los pobladores poseen elementos y criterios nuevos respecto a la forma y procedimientos en que una obra desde lo público debe ser ejecutada: con información previa, reuniones explicativas, espacios de diálogo, acompañamiento en las labores, empatía con el quehacer de los pobladores, respeto a sus propiedades, vida y costumbres, actitud de los técnicos en solventar inquietudes, responsabilidad en las acciones profesionales, ética personal y moral para mantenerse en los espacios que demanda las funciones de un funcionario y profesional de CELEC EP.

## Conclusiones

- La investigación puntual de aspectos sociales, históricos, productivos y políticos de la zona o sector donde un proyecto va a ser desarrollado es una clave para conocer los distintos escenarios en que los técnicos, profesionales y las acciones de la empresa van a formar parte y será necesario definir estrategias de diversa índole.
- La labor de gestión social consiste en brindar un conjunto de lecturas de las realidades que estructuran la zona del proyecto, emitiendo criterios y consideraciones objetivas respecto a los distintos actores y escenarios presentes que en base a su rol sociopolítico estarían en la capacidad de generar situaciones ante las cuales la empresa y personal deben estar preparados.
- La gestión social es fundamental para desestructurar paradigmas sociales existentes y en base a un trabajo profesional ejecutado con calidad, es factible crear los espacios y condiciones para que los pobladores y autoridades accedan a un nuevo paradigma caracterizado por el respeto, apertura al diálogo y ética en todos los niveles de interacción.
- En este caso particular se demostró que el conflicto surgido por las causas indicadas fue imprescindible de ser analizado para lograr una interpretación desde los actores que se consideraban afectados; y desde este punto, proyectarse hacia un nuevo espacio y distintos escenarios que fueron identificados para estructurar una estrategia global a la par de estrategias particulares destinadas a obtener un destino común: resolver el conflicto, diálogo entre las partes, consensos comunes, definir reglas de actuación, establecer tiempos de participación, compromisos en ejecución de procesos, manifestación conductual irreprochable, ética en las acciones profesionales e institucionales (Fontaine, 2003).
- La teoría sociológica en sus diversas corrientes epistemológicas han establecido determinadas estructuras metodológicas destinadas a la investigación y análisis de la realidad social, que le permiten al sociólogo poder llevar a cabo lecturas muy sutiles de los sucesos, manifestaciones de los actores, descubriendo elementos no visibles y en donde radican las motivaciones y sentido del fenómeno social presentado.
- Lo argumentado constituye la prueba fáctica que para la resolución de cualquier conflicto, en cuanto al tipo, grado de conflictividad e involucrados, es necesario la intervención del profesional del ramo (sociólogo) que con su formación y experiencia será la clave para asumir los retos complejos que constituye el tratar con el material más complejo de este planeta: el ser humano.
- Se considera en extremo importante y necesario que la Gestión Social en CELEC EP y sus distintas Unidades de Negocio sea estructurada y conformada por profesionales de las Ciencias Sociales (sociólogos, antropólogos) dado que su formación teórica y campo de aplicación va a la par de los escenarios en donde son llamados a actuar para dar respuestas de solución, guía, aportes, lineamientos y políticas que contribuyan al accionar de la institución en un contexto de vinculación con los distintos actores socio políticos de su área de influencia.



## Autor

Manejo y resolución de conflicto socio ambiental: sistema de transmisión Tabacundo - Pimampiro (2018)

**Alberto Carrillo Cruz**

[alberto.carrillo@celec.gob.ec](mailto:alberto.carrillo@celec.gob.ec)

Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair  
Área de Gestión Social y Ambiental

Patricio Alberto Carrillo Cruz. Licenciado en Ciencias Políticas y Sociología por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Especialista Administrativo 3 de Gestión Social y Ambiental. Investigación de contextos sociopolíticos que intervienen en el desarrollo de las actividades de gestión social; con el primordial objetivo de brindar una contextualización de los hechos desde diversas perspectivas y posiciones de los actores involucrados para definir las acciones a implementar, en potenciales escenarios de conflictividad de diversa índole y cualidad.

# Cooperación interinstitucional con los Gobiernos Locales en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas

## Introducción

La Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Unidad de Negocio HIDROAZOGUES, es la responsable de ejecutar el Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas, ubicado en la provincia del Cañar, cantón Azogues, parroquias: Rivera, Pindilig, Taday y Luis Cordero. Aprovecha el potencial de los ríos Pindilig y Mazar. Una vez que concluya la fase de construcción se generará 20.82 MW de potencia con un aporte de 125,3 GWh de energía media anual, con un ahorro promedio de 8 millones de galones de combustibles fósiles por año. El proyecto está compuesto por las centrales "Alazán" y "San Antonio" ubicadas en la microcuenca del río Mazar y "Dudas" localizada en la microcuenca del río Pindilig. Actualmente, está en operación la Central Alazán. Las Centrales Dudas y San Antonio están en fase de construcción.

Con la población del área de influencia se realiza un proceso participativo para aportar a la conservación, restauración y manejo sustentable de las microcuencas, así como para establecer alternativas de desarrollo territorial mejorando sus condiciones de vida.

En la zona, los problemas sociales y ambientales están directamente relacionados, pues el deterioro de los ecosistemas están vinculados con la disminución de la calidad de vida de la población, de ahí la necesidad de implementar programas y proyectos tanto para la conservación de las cuencas hídricas que proveen agua al proyecto hidroeléctrico, cuanto para la

generación de mejores condiciones sociales y económicas. Con esta finalidad se han establecido procesos de cooperación interinstitucional con los Gobiernos Autónomos Descentralizados a nivel parroquial y provincial, así como con las instituciones públicas que desarrollan proyectos y programas en la zona, todo lo cual está enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 "Toda una Vida".

## Desarrollo de la Experiencia

La zona de influencia del proyecto hidroeléctrico Mazar - Dudas comprende las parroquias Rivera, Pindilig, Taday y Luis Cordero del cantón Azogues. Son parroquias rurales que comparten problemas y necesidades similares.

Las microcuencas que proveen de agua al proyecto son: Mazar con un área de 16.577 hectáreas y Pindilig que tiene un área de 16.827 hectáreas. Estas dos microcuencas albergan bosques y páramos nativos, además gran parte de sus territorios pertenecen al Parque Nacional Sangay Zona Sur, lo que muestra su importancia social y ecológica.

Los principales problemas y necesidades establecidos en los Planes de Ordenamiento Territorial e identificados por la población son los siguientes:



### Degradación del patrimonio natural:

Principalmente deforestación de las zonas boscosas, afecciones en los páramos, expansión de la frontera agropecuaria, disminución de los caudales hídricos y pérdida de la biodiversidad. El avance de la frontera agropecuaria genera una serie de problemas ambientales entre los que se cuentan el incremento de los sedimentos a los cauces de agua, situación que afecta al proyecto hidroeléctrico.

### Disminución de la producción y productividad:

Existe un deterioro cada vez más marcado de los sistemas agroproductivos locales, la población ha priorizado la ganadería a pequeña y gran escala en desmedro de los sistemas agrícolas, a esto se suma la ausencia de políticas integrales de desarrollo productivo en diferentes ejes: agroecología, ganadería, procesamiento de productos, turismo, comercialización.

### Insuficiente infraestructura y déficit de equipamiento comunitario:

En toda la zona se requiere ampliar la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento ambiental. Otro aspecto a considerar es la implementación de infraestructura productiva para mejorar las oportunidades económicas.

### Deterioro de la organización comunitaria:

Hace falta redes y organizaciones que permitan articular procesos de desarrollo integral en la zona, vinculando la cultura local con las exigencias de la institucionalidad externa. Las organizaciones comunitarias concentran su actuación en la resolución de problemas coyunturales y necesidades inmediatas, pero sin contar con un horizonte de largo plazo que permita definir estrategias sostenidas y de desarrollo territorial.

### Debilidades en los sistemas de formación y capacitación:

Existen esporádicos procesos de capacitación adaptados a la realidad local, situación que impide el desarrollo permanente de las capacidades locales con nuevas herramientas para dinamizar la economía local.

## Metodología de trabajo

La metodología de trabajo está sustentada en los siguientes ejes:

### Coordinación y trabajo cooperativo con los Gobiernos Autónomos Descentralizados

En este marco, todas las propuestas que viene desarrollando CELEC - EP Hidroazogues se inscriben en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de cada una de las parroquias, que definen una serie de programas y proyectos priorizados por la población de manera participativa y consensuada.

Por otro lado, se ha establecido un proceso de seguimiento continuo y sostenido con cada uno de los GADs para socializar, planificar y evaluar las diferentes propuestas que se realizan.

Esta coordinación permite determinar estrategias para que cada una de las acciones que realiza CELEC EP Hidroazogues tengan continuidad y se inserten en las instancias que legalmente cuentan con la competencia respectiva en ámbitos como la infraestructura vial y sanitaria, el desarrollo económico y productivo, la educación y capacitación, así como la conservación y manejo de las cuencas hídricas.

### Impulso de una propuesta colectiva de trabajo

Con las instituciones públicas y privadas que trabajan en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Mazar - Dudas se coordina para la construcción de una propuesta colectiva de trabajo, que permite que las acciones de las distintas instituciones se enmarquen en un objetivo común y estrategias similares, con lo que se asegura la sostenibilidad de los proyectos y la optimización de los recursos de cada una de las instituciones. En este marco se establecen estrategias de trabajo y su formalización a través de acuerdos y convenios de cooperación.

### Convenios de cooperación interinstitucional

Con la finalidad de aportar al desarrollo territorial desde una visión integral se establecieron Convenios de Cooperación con las instancias

públicas que tienen las competencias específicas en las diferentes áreas del desarrollo territorial. En los mismos se definen las responsabilidades y compromisos para la ejecución de los proyectos de acuerdo con las competencias legalmente establecidas, esto permite la optimización de los recursos, el adecuado seguimiento y un impacto positivo en el desarrollo de la comunidad.

Hasta el momento se han suscrito 28 convenios de cooperación con los GADs parroquiales y el GAD provincial para la ejecución de diferentes proyectos en los distintos ejes de trabajo.

Entre los convenios de Cooperación Interinstitucional podemos mencionar los siguientes:

- Convenio tripartito de Cooperación Interinstitucional entre el GAD Provincial del Cañar, GAD parroquial de Rivera para el mejoramiento de las calles céntricas de la parroquia Rivera.
- Convenios con la Empresa Eléctrica Azogues para el mejoramiento de la electrificación y alumbrado público de la zona del Proyecto Hidroeléctrico Mazar-Dudas.
- Convenio con el GAD Parroquial de Luis Cordero para desarrollar un proyecto de conservación de la microcuenca alta y baja de la quebrada Cachihuayco de la parroquia Luis Cordero.
- Convenio Interinstitucional con el GAD Provincial del Cañar para la ejecución del Proyecto Reforestación de las áreas intervenidas que conforman el área de influencia directa e indirecta de las centrales Alazán y San Antonio en las comunidades de la parroquia Rivera.

En los convenios cada una de las instituciones aporta con recursos financieros o técnicos que permiten optimizar la ejecución. Para el desarrollo de los convenios la comunidad participa activamente.

Cuadro N. 1. Inversión en Desarrollo Territorial por ejes de trabajo.

RESUMEN DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MAZAR - DUDAS POR EJE 2012 -2019		
EJE	USD	BENEFICIARIOS
EDUCACIÓN	45.836,22	450
SOCIOECONÓMICO	223.577,06	5000
CONSERVACIÓN AMBIENTAL	160.055,29	9400
INFRAESTRUCTURA Y VIALIDAD	579.628,70	12534
ELECTRIFICACIÓN	1.300.953,86	12534
SERVICIOS BÁSICOS Y SANEAMIENTO	52.138,08	1850
TOTAL	2.362.189,21	

Elaborado por: CELEC EP Hidroazogues

### Coordinación y participación comunitaria

En la perspectiva que las acciones, programas y proyectos sean sostenibles, los mismos deben ser propuestos, planificados y evaluados con la participación de las comunidades, para lo cual se han establecido reuniones permanentes que permiten contar con la visión, expectativas e intereses de la población, de esta manera se asegura que las propuestas respondan a las necesidades de las familias del área de influencia y por tanto tengan una sostenibilidad social.

### Ejes de Trabajo

Desarrollo de proyectos a partir de los ejes definidos por CELEC EP, los mismos son: educación, socio-económico, conservación ambiental, infraestructura y vialidad, electrificación y servicios básicos y saneamiento.

## Resultados

Entre los resultados más significativos de la intervención social en la zona están:

-Aporte para el fortalecimiento de las condiciones de vida a través de los diferentes proyectos ejecutados. El mejoramiento del servicio de energía eléctrica, de la vialidad, de las condiciones sanitarias y los proyectos productivos son una contribución para lograr un cambio importante.

-Coordinación interinstitucional principalmente con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales y Provincial, lo que permite la optimización de recursos técnicos y económicos. Al respecto se debe indicar que los Gobiernos Autónomos Descentralizados aportan en el ámbito de sus competencias generando una sinergia importante.

-Participación comunitaria en los proyectos y programas que se desarrollan en la zona. Tanto en la definición de los proyectos cuanto en las actividades realizadas, las comunidades se integran de diferentes maneras en capacitación, reuniones para definir las actividades a realizar y en el trabajo de las fincas familiares.

-Establecimiento de propuestas conjuntas con las instituciones presentes en la zona para la conservación de las microcuencas que comprende proyectos de forestación, recuperación de áreas degradadas y educación ambiental. Al respecto se debe mencionar que la determinación de los proyectos en lo que se refiere a las estrategias y actividades son coordinadas con las instituciones y las comunidades.

Es importante señalar que la coordinación interinstitucional es un elemento necesario para alcanzar las metas y aportar al mejoramiento de las condiciones de vida.

## Lecciones aprendidas

A partir de la concepción que la cuenca hidrográfica es principalmente un territorio de vida en donde se evidencian una serie de interrelaciones entre lo social, ambiental y económico, es necesario partir de esta comprensión para proponer igualmente acciones integrales que, por un lado permitan la conservación o restauración y al mismo tiempo fortalezcan la identidad comunitaria referida al uso del espacio y a su relacionamiento con la naturaleza.

Desde esta perspectiva integral se han propuesto las siguientes acciones para el futuro:

### Protección de fuentes de agua y de la cobertura vegetal

Se plantea una experiencia participativa en la que la comunidad vaya definiendo las acciones, organizándose para el cuidado, fortaleciendo su gestión comunitaria y al mismo tiempo aprendiendo sobre el funcionamiento de los ecosistemas.

Esta estrategia está vinculada con el desarrollo de propuestas para el mejoramiento productivo, capacitación, intercambio de experiencias y fortalecimiento de la organización social.

### Manejo integral de desechos sólidos

Con este proyecto se fortalece y/o complementa los proyectos que ejecutan los GAD parroquiales y cantonal. La propuesta es desarrollar procesos de sensibilización y capacitación para la gestión integral de desechos con los habitantes de cada una de las parroquias e involucrando a los centros educativos.

### Acuerdos comunitarios para la conservación:

Es una estrategia para definir de manera conjunta alternativas de conservación que incluyan proyectos de compensación de diversa índole: agrícola, ganadero, forestal, desarrollo turístico

### Agenda socio-ambiental:

Para la formulación de un proceso a largo plazo, es necesario fortalecer la coordinación interinstitucional, para lo cual se propone aportar en la construcción de una propuesta integral concertada con las organizaciones e instituciones presentes en la zona. Esta iniciativa podría traducirse en la formulación de una Agenda Socio-Ambiental, en la que se establezcan acuerdos de trabajo y compromisos de cada uno de los actores.

## Conclusiones

- El Desarrollo Territorial de las comunidades que están localizadas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Mazar-Dudas, se consigue con la activa participación y decisión de la población en coordinación con las instituciones presentes en la zona.
- Al momento los Gobiernos Autónomos Descentralizados están actualizando los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial que es la herramienta básica para orientar las acciones y proyectos que se ejecuten en coordinación con CELEC EP en los próximos años.
- Para una mejor intervención se han considerado seis ejes de trabajo señalados anteriormente, tomando como elementos transversales la conservación del patrimonio natural y la participación de la comunidad.
- La generación hidroeléctrica está vinculada directamente con la conservación de los ecosistemas para lo cual es necesario implementar estrategias de desarrollo integral vinculando la protección ambiental con el mejoramiento de la calidad de vida de la población.



## Autor

Cooperación interinstitucional con los Gobiernos Locales en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas

Luis Arcecio Bonilla Tene

[luis.bonilla@celec.gob.ec](mailto:luis.bonilla@celec.gob.ec)

Unidad de Negocio Hidroazogues,  
Área de Gestión Social y Ambiental

Luis Arcecio Bonilla Tene, Ingeniero Agrónomo con posgrado en Gestión Ambiental, desempeña el cargo de Jefe de Gestión Social y Ambiental de la Unidad de Negocio Hidroazogues. Es el responsable de la Gestión Social y Ambiental, así como de la planificación, ejecución y seguimiento de los programas del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Mazar-Dudas.

# La Educación Ambiental a través de la dimensión cognitiva: experiencia en dos escuelas del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco

## Introducción

La Central Hidroeléctrica Minas San Francisco ubicada entre las provincias de Azuay y El Oro, en las estribaciones de la cordillera Occidental, zona de gran importancia biológica debido a la influencia de la zona desértica del Jubones y nublada por los bosques montanos y páramos, denominada "Tumbesina", señalada como área de alto endemismo en colúbridos. Los cambios generados debido a varios factores climáticos y antropogénicos producidos a lo largo de los últimos años por el manejo inadecuado de recursos naturales y la falta de conocimiento por parte de las poblaciones, se presentan riesgos en un área de importancia ecológica e hidrológica.

La problemática existente exige trabajar de manera coordinada y conocer aspectos de manejo ambiental en las poblaciones que se encuentran aledañas a la Central Minas San Francisco, una alternativa es iniciar con un trabajo de educación ambiental, conocer información sobre los recursos naturales y aspectos ambientales que permita reflexionar sobre factores sociales, ambientales y productivos con el apoyo de actores clave en el territorio.

La educación ambiental hace referencia al proceso que brinda estrategias y herramientas que conllevan a la toma de conciencia ambiental, incentiva al desarrollo de actitudes pro-ambientales y de conservación que desencadenen buenas relaciones con el entorno, ambiente y la naturaleza (Prada, 2013).

Es importante citar que una de las concepciones teóricas que ha dado pauta para la Educación Ambiental (EA), es activadora de la conciencia

ambiental, encaminada a promover la participación activa de la enseñanza en la conservación, aprovechamiento y mejoramiento del medio ambiente, entre estas se destaca la dimensión cognitiva que significa discutir ideas, con categoría de información y comprensión sobre cuestiones relacionadas con el medio ambiente (Espejel Rodríguez & Flores Hernández, 2017).

En el proceso educativo la edad es un factor importante y en la presente experiencia la herramienta a aplicar es un diagnóstico cognitivo en grupos de edad específico, las iniciativas en el país son algunas, pero con la Estrategia Nacional de Educación Ambiental (ENEA) recalca que en los procesos de educación ambiental se considera que la interacción armónica entre la fauna silvestre y las actividades productivas humanas es la clave para la conservación de la biodiversidad y recursos naturales (Ministerio del Ambiente, 2018).

A partir de ese insumo, se pensó en desarrollar la presente experiencia local en la que pueda vincular los aspectos sociales, ambiental y productivo (visión de energía hidroeléctrica) e iniciar un proceso de educación ambiental en relación a: energía-social-conservación, por lo que el objetivo es realizar un diagnóstico cognitivo ambiental en estudiantes (05 a 14 años de edad) considerados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo como edad escolar (INEC, 2010) y su aplicación con la propuesta de una cartilla para un proceso de educación ambiental a largo plazo.



## Desarrollo de la experiencia

Para el desarrollo de la presente experiencia se iniciará con una breve explicación de la educación ambiental y la relación desde el ámbito cognitivo. Según Prada (2013) la dimensión cognitiva se refiere al conjunto de información y conocimientos que el individuo posee sobre el ambiente, los procesos cognitivos en sentido general poseen la función de producir un reflejo cognoscitivo de la realidad por parte del sujeto, los mismos reproducen internamente, en el plano psíquico y subjetivo, las relaciones y propiedades objetivas de la realidad (González, 1977) son los procesos cognitivos los que rigen esta dimensión, son ellos los encargados de llenar de significados al individuo, permiten generar y aprender conceptualizaciones que se extraen

de la realidad, dan la posibilidad de reconocer el entorno, la cultura y en general el ambiente (Prada, 2013).

### Área de Estudio

En el área de influencia directa de la Central Minas San Francisco hay doce comunidades de las cuales hay cuatro unidades educativas que funcionan bajo el régimen Costa. Con la información recopilada en campo, se trabajó en las escuelas de Sarayunga y Chilcaplaya, escogidas ya que en ambas se concentra la mayor cantidad de estudiantes de esa edad escolar. Ver Mapa 1.

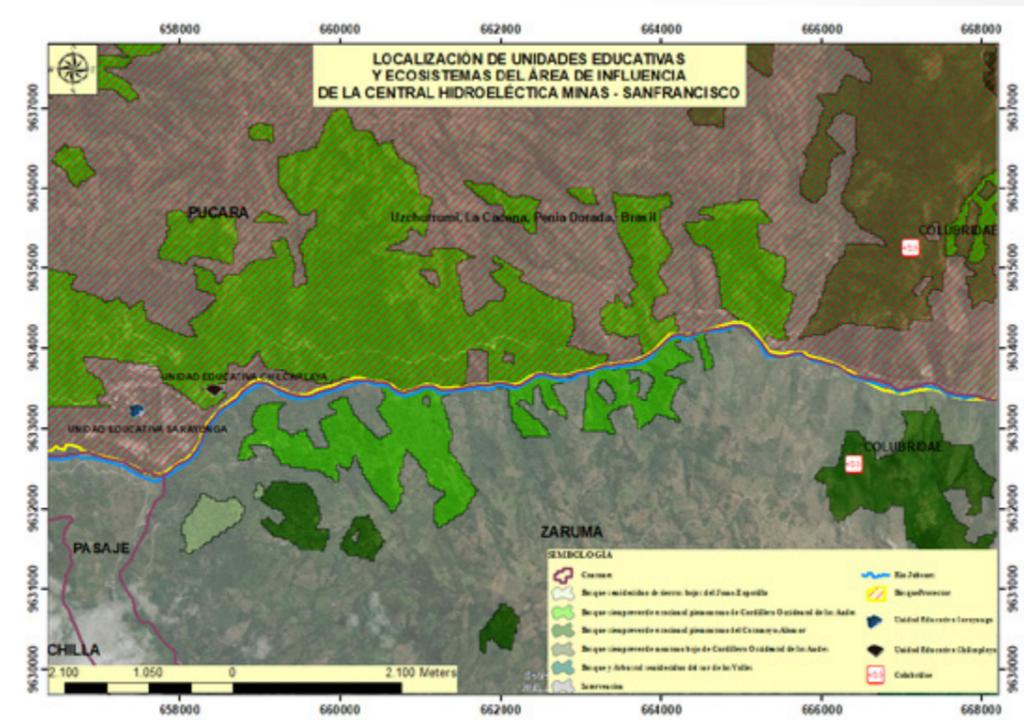


Imagen 1.- Mapa de ubicación de Unidades Educativas y su relación con ecosistemas del Área de Influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.

## Grupo estudio

La presente experiencia se realizó en niños y niñas de Educación General Básica, con edades a partir de 5 hasta los 14 años, *grupo de edad escolar* (MINEDUC, 2019) sin diferenciación de género. En la tabla N°1 se describen las unidades educativas presentes en las comunidades del área de influencia de la Central Minas San Francisco.

**Tabla 1.-** Relación entre comunidades y unidades educativas presentes en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica y selección de grupo de estudio.

Comunidades	Presencia Unidad Educativa	Total	Experiencia	Total
Gramalote	Si	163		
Sarayunga*	Si	337	Si	34
Tendales	No	15		
Río Blanco	-	54		
Vivar	No	29		
Tres Banderas	-	20		
Unión y Progreso	-	30		
La Cascada	No	29		
Chilcaplaya*	Si	45	Si	8
Pindo	-	48		
San Sebastián	-	48		
Uzhcurrumi	Si	185		
Total		1003		

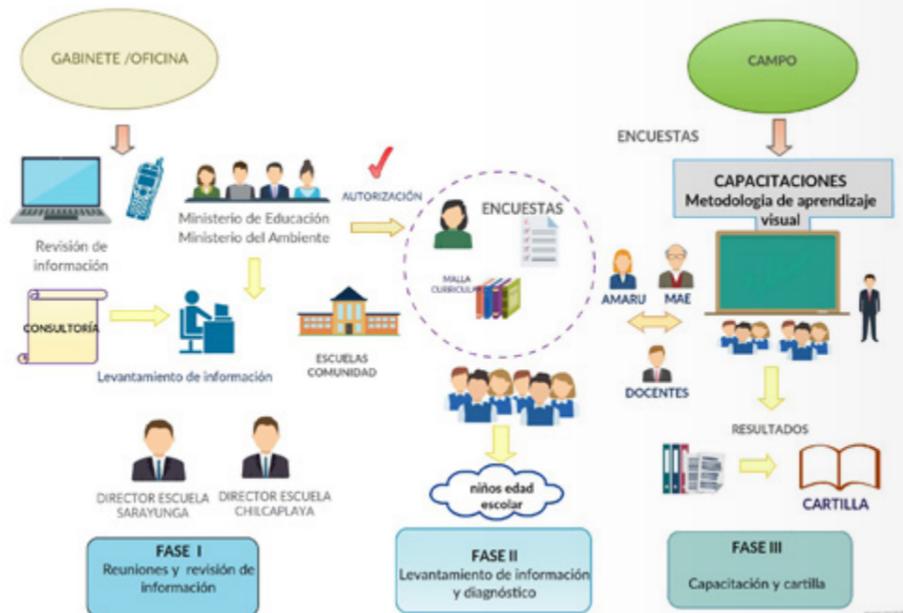
\*Unidades educativas seleccionadas para el estudio, se considera a los estudiantes desde 5to al 7mo año de EGB. Fuente: Recopilación en campo. Elaborado por Cevallos Y.

## Metodología:

El presente estudio se basó en datos recopilados en campo y resultados de una consultoría (Córdova, 2019) durante los meses de noviembre 2019 a enero 2020, en el diagrama N°1 se presenta el esquema de trabajo aplicado a dos unidades educativas, con la participación de autoridades Ministerio de Educación y Ministerio de Ambiente. A continuación, se describe las principales fases:

- Primera fase:** Revisión y análisis de información; y reuniones con los directores y profesores.
- Segunda fase:** Levantamiento de información, aplicación encuestas para el diagnóstico cognitivo.
- Tercera fase:** Capacitaciones y elaboración de cartilla didáctica de Educación Ambiental.

Esquema del trabajo realizado en los niños de dos escuelas del Área de Influencia de la Central Minas San Francisco



Fuente: Memorias de trabajo en campo año 2019 y resultados consultoría Córdova G (2020). Elaborado por Cevallos Y.

## Resultados

### Diagnóstico cognitivo ambiental

Con el análisis de información se aplicó las pruebas escritas específicas a un grupo total de 42 estudiantes, a partir del 5to, 6to y 7mo año de educación básica de las dos escuelas seleccionadas.

Consistió en cinco temas generales y específicos ambientales, de selección múltiple, para el

análisis de datos se consideró las respuestas correctas. En la tabla N° 2, se describe un resumen de los temas abordados en las pruebas escritas.

**Tabla 2.-** Temas aplicados en el diagnóstico ambiental cognitivo en el grupo de niños de dos escuelas de la comunidad Sarayunga y Chilcaplaya.

Resumen de los temas y subtemas para el diagnóstico cognitivo estructurado en cinco áreas y cada uno con las preguntas orientadoras.		
Tema	Subtemas planteados	N° opción múltiple de respuesta
Energía	Tipo de energía	5
	Energías que no contaminan	2
	Elemento en la energía hidroeléctrica	4
Desechos sólidos	Para qué separar la basura	4
	Cómo se separa la basura	3
	Qué se hace con la basura	5
	Qué hacer con los restos de basura que se pueden volver a usar	4
El Agua	Cuánta agua tenemos disponible para beber en el mundo	3
	La cantidad de agua en nuestra comunidad depende de	3
	Agua de potabilización	5
	Cómo tomas agua en tu comunidad	3
	El agua que usamos para beber tiene otros usos	4
Problemas ambientales	Consecuencias del calentamiento global	3
	Quién causa los incendios forestales	4
	Cuándo cortamos los bosques	4
	Elementos que contamina en la comunidad	5
	A dónde se va el agua de los baños de la comunidad	4
Biodiversidad	Qué es un animal silvestre	3
	Qué problema tienen los animales silvestres	5
	Imagen de reflexión	6
	Qué piensas de las autoridades que trabajan por el ambiente	4
	Identificación de peces presentes en la comunidad	9

Fuente: Consultoría Córdova G. 2019. Elaborado por: Cevallos Y.

Este primer momento del diagnóstico ambiental permitió conocer e interpretar los conocimientos que actualmente poseen los niños, la relación que existe entre fuentes de energía, los desechos sólidos, la biodiversidad y los problemas ambientales de su comunidad. Los resultados nos indican que los estudiantes presentan ciertas deficiencias en ciertas áreas del conocimiento ambiental, especialmente permiten reflexionar sobre el conocimiento de las energías renovables y no renovables, así también sobre las prácticas ambientales que aplican en cada hogar, como el manejo de desechos sólidos, biodiversidad, la utilización del recurso agua y las percepciones de manejo en la comunidad. Otro de los aspectos relevantes es la problemática que tienen con los animales silvestres, son muertos y cazados, esto aqueja gravemente a la zona de estudio, especialmente las serpientes (Ver imagen 1).



Aplicación de prueba escrita, niña de la escuela Chilcaplaya.

### Capacitación

Con los resultados del diagnóstico, se obtuvieron las pautas claras para iniciar con una campaña de capacitación, compuesta por una serie de charlas con la finalidad de abordar la realidad ambiental local y su relación con la central hidroeléctrica, se recalca la interacción fauna silvestre y la población. La Autoridad Ambiental impartió charlas donde se usaron elementos visuales como: muestras de serpientes preservadas en alcohol, especies de serpientes vivas: una falsa coral, una culebra y una boa de la costa. La intención es sensibilizar al grupo objetivo para que valoren la diversidad de ofidios presentes en el área, ya que las zonas de Sarayunga y Chilcaplaya es una zona con alta diversidad de reptiles.

### Cartilla de Educación Ambiental

Con la aplicación de esta herramienta pedagógica se elaboró la cartilla de educación ambiental, la finalidad es que los estudiantes se encuentren en contacto con los conocimientos ambientales y les permita completar la visión ambiental del mundo en que nos encontramos en la actualidad, cualquier carencia de conocimiento puede ser subsanada mediante herramientas adecuadas, en esta experiencia específica a través de la cartilla de educación ambiental y diferentes estrategias de aprendizaje.

Se plantea la posibilidad de crear un capítulo exclusivo entre aquellos que imparten conocimiento ambiental dentro de la cartilla, en el que se invite e incentive al estudiantado a ir un paso más allá del aprendizaje cognitivo para llegar a la acción, generando proyectos de sencillo cumplimiento que les sirva como modelo para empezar a interesarse por la problemática ambiental de su localidad.



Charla con estudiantes de la escuela Once de septiembre, Chilcaplaya.



Capacitación en la Unidad Educativa Sarayunga.



## Lecciones Aprendidas

La aplicación de esta herramienta pedagógica no es únicamente contar con los conocimientos ambientales, sino completar la visión ambiental local y formar ciudadanos ambientalmente conscientes y con capacidad de análisis y discernimiento. La información generada hasta el momento es un insumo para el Plan de Educación Ambiental que existe a nivel nacional, la presente propuesta deberá plantearse a nivel regional y el trabajo que representa a través de la coordinación institucional en el territorio para conseguir resultados reales con impacto, la parte medular es la integración de las necesidades o las prioridades ambientales institucionales.

Los resultados de la presente experiencia y los planes de educación ambiental deben orientarse a una visión mucho más amplia, al referirse entre la relación que existe entre la naturaleza y ser humano en la cual los resultados serán visibles a mediano y largo plazo; por tanto la educación ambiental es un largo proceso que lleva tiempo, los autores (Espejel & Castillo, 2019) mencionan "...la educación es un proceso de toma de conciencia, cambio de actitudes y valores, adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades, dirigido a la protección y cuidado del ambiente" citado en (Tovar-Gálvez, 2017 p. 523).

## Conclusiones

El diagnóstico cognoscitivo ambiental aplicado al grupo de edad escolar demuestra un escaso conocimiento de los aspectos ambientales, de cuidado y protección de recursos naturales, con la propuesta de la cartilla escolar de educación ambiental permitirá a largo plazo una relación armónica entre ecosistema/central hidroeléctrica, que permita un cambio de actitudes y valores hacia la conservación y protección ambiental. El enfoque de la cartilla incluye elementos básicos ambientales, siendo el principal la generación de energía, sin embargo, los mensajes clave para inducir a este cambio de actitud y valor hacia los recursos naturales se experimenta a través de la vida silvestre, de esta manera se sensibiliza y se ajusta a la realidad actual de las poblaciones de esta zona.

El trabajo coordinado permite contar con apoyo interinstitucional para la aplicación de herramientas idóneas y aplicadas a la realidad de la zona, con la transferencia de información como experiencias, metodologías o recursos que permitan vincular la gestión social y ambiental.

## Recomendaciones

La cartilla de educación ambiental se recomienda que sea de aplicación en las escuelas o en el grupo objeto de estudio, esto con la finalidad de llevar un registro a través de indicadores que permitan constatar las deficiencias en ciertas áreas de conocimiento ambiental en un tiempo determinado y que conlleven al mediano plazo un cambio de actitud positiva frente a los problemas comunitarios ambientales y su relación con la energía renovable, en este caso la relación entre la central hidroeléctrica y aspectos ambientales. Es necesario considerar los aspectos de educación ambiental de manera coordinada entre cada uno de los actores de territorio.



## Autores

La educación ambiental a través de la dimensión cognitiva: experiencia en dos escuelas del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.

**Yadira Lorena Cevallos Aleaga**

[yadira.cevallos@celec.gob.ec](mailto:yadira.cevallos@celec.gob.ec)

Ingeniera en Gestión Ambiental.

Magíster en Gestión del Desarrollo Local Comunitario

Gestión Social y Ambiental.

CELEC SUR

**Fernando Santiago Juela Bernal**

[fernando.juela@ambiente.gob.ec](mailto:fernando.juela@ambiente.gob.ec)

Biólogo

Coordinador Programa Educación Ambiental

Unidad de Ambiente Azuay

Ministerio del Ambiente y Agua

# Capacitación y formación técnica para los moradores de la zona de influencia de las Centrales de la Unidad de Negocio CELEC EP Termomanabí

## Introducción

La Unidad de Negocio Termomanabí, a través del área de Gestión Social y Ambiental y cumpliendo con su responsabilidad social con los barrios de la zona de influencia, planificó un proceso de capacitación continua para los moradores de acuerdo a un levantamiento de la línea de base para formar mano de obra calificada que pueda optar por nuevas plazas de empleo y de emprendimientos productivos.

## Desarrollo de la Experiencia

Con la realización de los cursos de capacitación se logró mejorar la calidad de vida de los moradores de los barrios y zonas de influencia de las centrales de generación de la Unidad de Negocio Termomanabí, ya que pudieron realizar varios emprendimientos con los conocimientos adquiridos y de esta manera mejorar la economía familiar.

Se realizaron en total 13 cursos cuya temática fue la siguiente:

1. Electricidad básica G1.
2. Electricidad básica automotriz.
3. Mantenimiento de motores de combustión interna a gasolina G2.
4. Proceso de soldadura GMAW en placas de acero al carbono.
5. Proceso de soldadura SMAW en placas de acero al carbono.
6. Confección de faldas, blusas y pantalones para niña.
7. Confección de ternos deportivos en tela lycra.
8. Elaboración de productos en pastelería.
9. Manipulación de alimentos y nutrición para bares escolares del sistema nacional de educación.
10. Primeros auxilios.
11. Técnicas básicas de asistencia en servicios de salud.
12. Servicios de cortes de cabello y peinados.
13. Servicios de manicura y pedicura.



Capacitación curso: Confección de ternos deportivos en tela lycra

Los barrios y comunidades beneficiadas de este programa son:

- Área de influencia Central Jaramijó: Comuna Pozos de la Sabana, Comuna Pepa de Huso, Comuna La Sequita, Barrio Costa Mar, Barrio Terra Nostra, Casco Urbano cantón Jaramijó.
- Área de influencia Central Manta II: Barrio Villamarina.
- Área de influencia Central Miraflores: Barrio Miraflores, Barrio Jocay, Barrio la Ensenadita.
- Área de influencia Central Pedernales: Barrio 24 de Mayo, Barrio 25 de Diciembre.

Las capacitaciones tuvieron un costo de \$58.304,00 (cincuenta y ocho mil tres cientos cuatro dólares) más IVA, valor que fue asumido

por la Unidad de Negocio Termomanabí como medida de cumplimiento del programa de relaciones comunitarias enmarcado dentro del Plan de Manejo Ambiental de cada una de las centrales de generación.

Las capacitaciones fueron ejecutadas por la Fundación Benéfica Acción Solidaria, capacitaciones realizadas en sitio e incluían todos los equipos y materiales para las prácticas.

El beneficio obtenido fue realmente significativo ya que se pudo potenciar las capacidades tanto productivas como de emprendimiento de las familias, mejorando de esta manera la economía familiar de las zonas de influencia de las centrales de generación, así como poder convertirse en referente para futuros proveedores de servicios para las centrales de la Unidad de Negocio Termomanabí.

## Resultados

Las capacitaciones fueron impartidas a 414 personas, las mismas que se escogieron de acuerdo al análisis socio económico de la población del área de influencia directa e indirecta descrito en el Estudio de Impacto Ambiental de cada una de las centrales de generación, del cual se obtienen las siguientes cantidades aproximadas de pobladores:

Central Jaramijó 13.500 personas, Central Manta II 9.000 personas, Central Miraflores 10.000 personas y Central Pedernales 4.000 personas; cumpliendo con el objetivo trazado por la Unidad de Negocio.

Se efectuaron 2 ferias de emprendimiento y 3 eventos de graduación con las personas capacitadas las cuales se detallan a continuación:

1. Feria de emprendimiento y graduación realizada en el GAD Jaramijó, acudieron 220 personas.
2. Graduación realizada en el GAD de Pedernales, se contó con 24 personas.
3. Feria de emprendimiento y graduación realizada en el GAD Jaramijó, asistieron 170 personas.



## Lecciones aprendidas

Esta actividad permitió conocer un poco de la realidad en la que viven las comunidades pertenecientes a las áreas de influencia de cada una de las centrales de generación, y como CELEC EP UN Termomanabí aporta para mejorar la calidad de vida de las mismas, mediante el trabajo conjunto entre la comunidad y la empresa.

La relación armónica que debe existir entre los pobladores y la empresa es de vital importancia para ambos, ya que se pueden llegar a ejecutar varias actividades que fortalezcan los lazos de convivencia.

Desarrollar el potencial socio económico que tiene cada una de las comunidades para mejorar el entorno familiar y social que beneficiaría al desarrollo del país.

Mediante las acciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en las comunidades del área de influencia, se podrá disponer de mano de obra calificada para prestar servicios a las Centrales y a la vez dar cumplimiento al Programa de Relaciones Comunitarias.

## Conclusiones

Se logró capacitar a las personas de las comunidades de las áreas de influencia en los diferentes temas propuestos.

Las capacitaciones influyeron de manera positiva a cada una de las familias de los participantes durante la ejecución de los cursos.

Esta actividad tuvo impacto positivo en el autoestima de los participantes al sentirse valorados y contar con nuevos conocimientos para ser aplicados en su vida profesional.

El apoyo comunitario radica en el cumplimiento del Plan de Relaciones Comunitarias, el cual está detallado en el Plan de Manejo Ambiental de cada una de las centrales de la Unidad de Negocio Termomanabí.

Uno de los resultados obtenidos fue el emprendimiento de la señora Cecilia Parrales de la Comunidad La Sequita, con los conocimientos adquiridos en el curso "Elaboración de productos en pastelería" puso en marcha un emprendimiento familiar. Actualmente, elabora pasteles (promedio de 6 a 10 unidades mensualmente) y dulces, los cuales los distribuye en varias lugares de los cantones Manta, Jaramijó y Montecristi, mejorando la economía familiar.

## Autor



Capacitación y formación técnica para los moradores de la zona de influencia de las Centrales de la Unidad de Negocio CELEC EP Termomanabí

**Roberto Mauricio Benítez Mantuano**

[roberto.benitez@celec.gob.ec](mailto:roberto.benitez@celec.gob.ec)

Unidad de Negocio Termomanabí  
Área de Gestión Social y Ambiental.

Roberto Mauricio Benítez Mantuano, biólogo de profesión, se desempeña como Jefe de Gestión Social y Ambiental (encargado) de la Unidad de Negocio Termomanabí con 9 años de experiencia en el Departamento de Gestión Social y Ambiental. Actualmente, se encuentra coordinando y realizando todas las actividades relacionadas con el Programa de Relaciones Comunitarias que se encuentra en el Plan de Manejo Ambiental.

# Guía para el manejo sostenible de escombreras en proyectos hidroeléctricos

## Resumen

Debido a la generación de volúmenes de material excedente (escombros), producto de las actividades de construcción en la implementación de los proyectos hidroeléctricos, es de interés manejar técnicamente las escombreras. Con el fin de evitar deslaves, emisiones de material particulado, cambios en el curso de fuentes hídricas, contaminación de agua, impacto paisajístico, conflictos sociales y culturales.

A nivel nacional existen especificaciones y condiciones técnicas, plasmadas en ordenanzas y guías de construcción para el manejo de escombreras. Partiendo de este antecedente y en conocimiento de los impactos negativos que pueden causar las escombreras hacia el entorno, al implantarse los proyectos hidroeléctricos en zonas donde el recurso hídrico se encuentra entre montañas y cordilleras, áreas de reserva ecológica, geografía irregular y topografía heterogénea, resulta necesario generar una guía para el manejo sostenible de estas en su uso y cierre.

La metodología utilizada para establecer este modelo de gestión, involucró efectuar un análisis de información secundaria contemplada en la normativa nacional, estudios de impacto ambiental para el proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, auditorías ambientales e informes técnicos.

**Palabras clave:** Escombrera, cierre técnico, disposición de materiales inertes, escombros, proyecto hidroeléctrico.

## Introducción

Como producto de las actividades de construcción de los proyectos hidroeléctricos, se generan distintos desechos, entre los más significativos son los escombros, los mismos que requieren de un espacio y manejo técnico, en áreas denominadas escombreras.

En los últimos diez años en CELEC EP se han generado alrededor de 8.945.300 m<sup>3</sup> de escombros en los proyectos hidroeléctricos, contenidos en 54 escombreras (Encuesta, CELEC EP, 2020). Donde además se hace notar que no existe una guía para la gestión de las escombreras y su manejo se rige al diseño constructivo mientras esta se conforma, así como a experiencias, criterios técnicos y monitoreos.

De acuerdo a las ordenanzas existentes en el país, los escombros se definen como desechos o residuos sólidos sobrantes o producidos por la construcción de obras civiles o de otras actividades conexas complementarias o análogas que están compuestos por: tierra, ladrillo, material pétreo, hormigón simple y armado, materiales ferrosos y no ferrosos, cerámica, arena, gravas, maderas, vidrio y similares (Concejo Municipal de Loja, 2017) (Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca - EMAC EP, 2013).

La escombrera se define como el sitio destinado para la disposición final de escombros, en la cual se colocará en forma metódica y técnica el tendido y compactado del material cumpliendo con las exigencias sanitarias y ambientales (Concejo Municipal de Loja, 2017) (Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca - EMAC EP, 2013).



El manejo inadecuado de escombreras ocasiona impactos negativos por material particulado, ruido, alteraciones en el pH del suelo y de la calidad del agua, desestabilización del suelo, impacto visual, afectaciones al componente arqueológico, flora y fauna, así como también, problemas en las relaciones comunitarias. Es así que durante la gestión de las escombreras se han evidenciado problemas como; realizar actividades de reacondicionar cunetas y canaletas, dificultades para contar con una capa de suelo adecuada para la revegetación o reforestación y monitoreo. (Encuesta, CELEC EP, 2020).

A nivel nacional existen especificaciones y condiciones técnicas, plasmadas en ordenanzas y guías de construcción, como la del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. De la experiencia adquirida en la fase constructiva del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, se ha determinado que entre los años 2012 al 2016, se acopió en escombreras un volumen aproximado de

3.894.520 m<sup>3</sup>, el cual es el mayor de todos, dentro del análisis de proyectos hidroeléctricos. El área ocupada por el proyecto hidroeléctrico es de 368,77 has. y la generación de escombros se produjo por movimiento de tierras, por conformación de las vías de acceso y derechos de vía, excavación de zanjas, túneles, ventanas, instalación de infraestructura, plataformas de campamentos, entre las principales.

Este proyecto hidroeléctrico, representa un caso particular por estar dentro de un área entre montañas y la cordillera, zonas de reserva ecológica, geografía irregular y topografía heterogénea. La propuesta de una "Guía para el manejo sostenible de escombreras en proyectos hidroeléctricos", se fundamenta en establecer un mecanismo de comunicación efectiva entre las partes involucradas en esta temática y definir especificaciones técnicas y sociales, que minimicen los impactos negativos.

## Desarrollo de la Experiencia

La metodología para la guía propuesta se desarrolló en función de la información secundaria y la experiencia obtenida durante la fase constructiva de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. Con la finalidad de describir y analizar los elementos que contribuyen a un adecuado manejo de escombreras, se subdivide en las siguientes fases:

### Levantamiento de información

Para el levantamiento de información se desarrollaron los siguientes puntos:

### Revisión y análisis de la normativa aplicable

La normativa nacional que se utilizó para el marco legal, aporta con las directrices para establecer la comunicación efectiva entre los actores involucrados en el manejo de las escombreras y orienta al respecto de la obtención de autorizaciones para implementar escombreras. Se detallan los instrumentos legales analizados:

- Constitución de la República del Ecuador, artículos; 10, 14, 15, 66 (numeral 27), 83, 86, 238, 276 (numeral 4), 313, 396, 397 (numerales 2 y 3), 415 (*República del Ecuador, 2008*);
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, artículo 136 (*Ministerio del Ambiente, 2010*);
- Guía de buenas prácticas ambientales. (*Ministerio del Ambiente, 2007*);
- Acuerdo Ministerial No. 155, LIBRO VI ANEXO 1B: Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso agua en centrales hidroeléctricas. (*Ministerio del Ambiente, 2007*);
- Acuerdo Ministerial No. 155, LIBRO VI ANEXO 2A: Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso suelo en centrales de generación de energía eléctrica (*Ministerio del Ambiente, 2007*);
- Volumen No. 3 Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes.

(*Ministerio de Transporte y obras Públicas del Ecuador, 2013*);

- Ley de Gestión Ambiental. Ecuador. (*Ministerio del Ambiente, 2013*);
- Ordenanza Metropolitana No. 0332 de Gestión Integral de residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito. (*Concejo Metropolitano de Quito, 2010*).
- Reglamento para el manejo de residuos y desechos de construcción y escombros del cantón Cuenca. (*Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca - EMAC EP, 2013*);
- Ordenanza que regula el servicio de acopio, transporte y desalojo de escombros, tierra de excavación y fijación de la tasa de cobro por este servicio en el cantón Loja. (*Concejo Municipal de Loja, 2017*)

### Revisión y análisis del estudio de impacto ambiental

De los estudios de impacto ambiental (EIA) analizados, para el proyecto hidroeléctrico y vía de acceso a casa de máquinas de este, se obtuvieron especificaciones para las escombreras. (*Eficiencia Energética y Ambiental Efficācitas Consultora Cía. Ltda., 2009*). (*Entrix, 2009*).

El plan de manejo ambiental, contiene la sección de planes y programas de manejo. Dentro de este, se identificaron: plan de prevención y mitigación de impactos, programas especiales de protección de flora y fauna, plan de restauración de áreas afectadas y plan de seguridad y salud ocupacional, donde se encuentran finalmente las especificaciones para los botaderos y escombreras.

El estudio de impacto ambiental debe contener la ubicación y los diseños de las escombreras del proyecto. Si esto no existiera, será de total responsabilidad del constructor o contratista presentar dicha información a la autoridad ambiental. (*Ministerio de Transporte y obras Públicas del Ecuador, 2013*)

### Revisión y análisis de la Auditoría Ambiental de Cumplimiento

En la auditoría ambiental se verificó que esta contenga de forma actualizada los diseños de escombreras y los sitios destinados para este fin (*Optime Servicios Ambientales, 2015*).

Durante las diferentes auditorías ambientales que se efectúan en los proyectos se mantiene un registro documentado de posibles cambios en contenido y tiempo.

En los documentos de auditoría se encuentran diseños de escombreras y volúmenes de acopio.

### Informes técnicos

Como último paso de la fase de levantamiento de información, se examinaron informes técnicos generados durante la fase constructiva y operativa. Esto con el fin de proponer en la guía las responsabilidades y mecanismos de comunicación entre los actores.

Para comprender el mecanismo de información que se desarrolla en un proyecto hidroeléctrico, a continuación, se definen los tres actores principales:

- Promotor del proyecto.
- Empresa constructora/contratista.
- Empresa fiscalizadora/fiscalizador (De ser el caso).

Se analizaron los informes y oficios solicitados a la empresa constructora y fiscalizadora, así como también, la documentación entregada para la autorización de las escombreras y la movilización de material. (*Eficiencia Energética y Ambiental Efficācitas Consultora Cía. Ltda., 2009*) (*Entrix, 2009*) (*Optime Servicios Ambientales, 2015*).

El promotor del proyecto, se encuentra constantemente informado de las autorizaciones, o procesos de apertura y uso de las escombreras, a través de los oficios dirigidos desde la empresa fiscalizadora y constructora.

## Resultados

### Guía

La Guía para el manejo sostenible de escombreras, desarrollado específicamente para los proyectos hidroeléctricos, se presenta a continuación (*Ministerio del Ambiente, 2010*):

- Carátula y presentación
- Índice
- Introducción: un modelo de esta sección se detalla a continuación:

Todo proceso de construcción, involucra generalmente el uso de escombreras, para el manejo de los escombros que se generan.

Debido a la generación de importantes volúmenes de material excedente, producto del movimiento de tierras; para la conformación de las vías de acceso, derecho de vía, zanjado, túneles, ventanas, infraestructura, plataformas de campamentos, obras civiles menores, etc. en los proyectos hidroeléctricos, es importante la ubicación organizada y correcta de dicho volumen. Para lo cual, se designarán escombreras, definidas en forma técnica y social.

En la medida en que se apliquen estos criterios, para la conformación de escombreras, éstas perdurarán en el tiempo por medio de la implementación de programas de mitigación y remediación que permitan mantener el entorno ecosistémico y social del que forman parte.

La Guía para el manejo sostenible de escombreras en proyectos hidroeléctricos, involucra el siguiente contenido: carátula y presentación, índice, introducción, objetivos, alcance, diseños iniciales de escombreras, responsabilidades, autorizaciones, plan de restauración (diseño técnico de cierre, uso de suelo programado).

### Objetivos

**Objetivo general:** Generar un modelo de gestión sostenible para la ubicación, uso y cierre de escombreras en un proyecto hidroeléctrico.

### Objetivos específicos:

- Establecer un mecanismo de comunicación efectiva entre los actores para el manejo de escombreras.
- Definir especificaciones técnicas y sociales a ser consideradas en las etapas de manejo de escombreras.
- Identificar los principales impactos negativos de la implementación de escombreras, para minimizarlos durante el manejo de escombreras.

### Alcance

Identificación y evaluación de sitios: la evaluación de los sitios para escombreras, deberá cumplir con los siguientes pasos:

- a. El promotor del proyecto, será quien difunda las especificaciones técnicas para el manejo de escombreras contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental, a la empresa constructora y fiscalizadora. En caso de no cumplir con el párrafo anterior, será de total responsabilidad del constructor o contratista, presentar dicha información para la aprobación de la autoridad ambiental. Los criterios ambientales y sociales, a tener en cuenta para la implementación de escombreras, serán (*Eficiencia Energética y Ambiental Efficācitas Consultora Cía. Ltda., 2009*) (*Entrix, 2009*) (*Ministerio de Transporte y obras Públicas del Ecuador, 2013*) (*Ministerio del Ambiente, 2007*) (*Ministerio del Ambiente, 2007*) (*Ministerio del Ambiente, 2004*):
  - Cercanía a los diferentes frentes del proyecto/obra.
  - Distancia entre las escombreras de 2 a 3 km aproximadamente.
  - Identificación de zonas de exclusión/sensibles, con riesgos naturales, especialmente aquellas que guardan mayor calidad ambiental.
  - Nivel de pluviosidad de la zona, para evitar procesos de lixiviación.

- Evitar la afectación a cauces naturales, paisaje escénico, y derecho de terceros.
  - Se recomienda que las escombreras se encuentren a una distancia no inferior a 200 metros del eje vial.
  - Verificar las condiciones geológicas, erosión, y posibilidades de acceso.
  - Que no se altere en forma significativa la fisonomía original del terreno.
  - Que no interrumpa o contamine los cursos superficiales o subterráneos (debe encontrarse lejos de fuentes de agua a 30 metros mínimo de sus orillas).
  - Las escombreras ubicadas en propiedades particulares, deberán contar con una autorización previa y expresa por escrito del propietario. Lo cual deberá presentarse al fiscalizador.
  - Se recomienda usar áreas de depresiones naturales o artificiales, que se rellenarán en capas de manera ordenada, sin sobrepasar los niveles de los terrenos circundantes y permitiendo el drenaje en forma adecuada.
  - Previo a los trabajos de conformación de escombreras, se deberá recuperar la capa vegetal y acopiarla en un sitio identificado.
  - La escombrera es de uso exclusivo de materiales inertes con las especificaciones de escombros, no deberán mezclarse con otros.
- b. El promotor del proyecto indagará en los municipios locales respecto a las ordenanzas expedidas, que puedan implicar obtener permisos de uso de suelo para las escombreras. Será este mismo actor quien gestione y obtenga los permisos (*Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2010*).

- c. La empresa constructora solicitará por medio de un oficio, la autorización para la implementación de la escombrera, a la empresa fiscalizadora. Adjuntando los datos expresados a continuación:
  - Planos de ubicación, del acrecentamiento de la escombrera, del tráfico, drenaje y caminos de ingreso, los planos se presentarán en escala 1:25000.
  - Plano topográfico del área (estado inicial y cierre).
  - Tipo de materiales a depositar.
  - Volumen del depósito.
  - Descripción del área a usar y su entorno (características del suelo, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación, especificaciones de flora y fauna, sitios arqueológicos).
  - Medidas de precaución para el componente de flora y fauna.
  - Pendiente y longitud de las paredes terminadas del depósito.
  - Distancia entre las escombreras de 2 a 3 km aproximadamente.
  - Información de las pendientes de la escombrera y caminos,
  - Descripción de la maquinaria a ser usada.
  - Procedimiento de depósito de los materiales, medios de manejo de erosión hídrica, eólica, derrumbes y deslizamientos
  - Diseño de medidas de restauración ambiental y paisajística; esto es siembras, hidrosiembras, y plantaciones
  - Definición del uso posterior del área intervenida.
  - Detalle de construcción de desagües y canales para el agua lluvia y agua alrededor de la escombrera.

- Actividades de restauración.
  - Medidas de precaución y de seguridad de acuerdo al tipo de terreno.
  - Copia del convenio de autorización para la instalación de las escombreras, por parte del propietario (detallando las condiciones de acuerdo establecidas),
  - Fotografías del área intervenida, en un inicio, desarrollo y cierre.
- d. La empresa fiscalizadora, revisa la información receptada, realiza una inspección para constatar lo expuesto por la empresa constructora, y observa y/o aprueba la implantación de la escombrera. En caso de observaciones, la empresa constructora tendrá un plazo determinado, para solventarlas y presentarlas nuevamente. Este proceso se mantendrá hasta la aprobación por escrito de la implantación de la escombrera, por parte de la fiscalización.
  - e. La empresa fiscalizadora, remite un oficio a la empresa constructora y promotora, con la autorización del sitio y su diseño.
  - f. Para el uso de la escombrera, la empresa fiscalizadora y la promotora, darán seguimiento (documentar y de inspecciones en el sitio) al cumplimiento de las siguientes medidas por parte de la empresa constructora:
    - Cumplimiento de las medidas del plan de manejo ambiental aplicables a la implementación de escombreras.
    - Hojas de ruta de ingreso de material y de ser el caso, la salida del mismo.
    - Monitoreos ambientales, por posible contaminación del agua, suelo y aire.
    - Afectación de infraestructura existente.
    - Minimizar la afectación a zonas pobladas, humedales y áreas de productividad agrícola y áreas protegidas por Ley.
    - Desbroce del sitio.

- Compactación del suelo.
- Generación de procesos erosivos y de sedimentación.
- Alteración del paisaje, y área de influencia

a. La empresa constructora emitirá a la empresa fiscalizadora, informes mensuales del uso de la escombrera, detallando las volúmenes usados y acumulados, en comparación con el volumen autorizado. Este informe, será revisado por la empresa fiscalizadora y puesto en conocimiento del promotor del proyecto.

En caso de observaciones durante su uso, la empresa fiscalizadora y promotora emitirán por escrito los temas a solventar por parte de la constructora.

La empresa constructora deberá cumplir permanentemente con los temas solicitados.

### Plan de intervención

En este punto se verificará el estado legal del terreno, se aprobará el plano de drenajes líquidos, y en el caso que se requiera (por la presentación del terreno) se realizará la estabilización de taludes. Para la presente guía es necesario especificar las responsabilidades de los actores:

**Promotor del proyecto:** tendrá la responsabilidad de verificar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental en todas las fases del manejo de las escombreras, por ser el titular de la licencia ambiental. Además, liberará socialmente, los predios a ser utilizados para la implementación de las escombreras.

**Empresa constructora/contratista:** tendrá la responsabilidad de dar cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental en todas las fases del manejo de las escombreras, y solventar las observaciones que puedan surgir a lo largo del tiempo con los sustentos legales y técnicos.

**Empresa fiscalizadora/fiscalizador:** tendrá la responsabilidad de fiscalizar el cumplimiento de la constructora, en la implementación de escombreras. Además, autorizará y/o observará todo el proceso de manejo de escombreras, bajo criterios técnicos.

### Ejecución

Se presentará el programa de llenado de la escombrera. Los documentos se comunicarán a las empresas; fiscalizadora, constructora y del promotor del proyecto.

Serán los gerentes o administradores de contrato de los proyectos hidroeléctricos, quienes constarán como remitentes de la documentación generada.

La empresa fiscalizadora será un actor intermediario, mientras que el promotor de proyecto velará constantemente por el cumplimiento de las licencias ambientales y podrá emitir criterios, a través, de la fiscalización para que sean solventados por la constructora.

De la experiencia en la gestión ambiental y social en los proyectos hidroeléctricos, los cambios o ampliaciones de las escombreras, que podrían generarse en el transcurso del tiempo, se presentan por medio de una comunicación a la autoridad ambiental, adjuntando el sustento técnico. Es la empresa constructora, quien proveerá de la información necesaria, para que el promotor del proyecto genere este comunicado.

### Plan de restauración

Este plan involucra dos etapas que se detallan a continuación:

#### Diseño técnico de cierre

- a. Una vez finalizada la utilización de la escombrera, la empresa constructora emitirá un informe de cierre a la empresa fiscalizadora. Los documentos que deben ser anexados son:
- Cumplimiento de las medidas del plan de manejo ambiental aplicables a la restauración del sitio.
  - Plano de área de la escombrera.
  - Acta de liberación técnica.
  - Implementación de subdren, canales perimetrales.

- Reconformación y terraceo.
- Sostenimiento.
- Colocación suelo orgánico.

b. La empresa fiscalizadora, realizará una inspección con la empresa constructora y con el promotor del proyecto, para verificar en sitio toda la documentación en mención, y además verificará, lo siguiente:

- La estabilización del terreno y sus drenajes.
- La pendiente de los taludes deberá permitir la colocación de suelo orgánico y evitar en lo posible, el lavado de la capa vegetal.

c. Una vez se hayan solventado todas las observaciones realizadas a la empresa constructora, la empresa fiscalizadora procederá a autorizar el cierre técnico de la escombrera, para lo cual mantendrá, un expediente que contenga:

- Toda la documentación generada desde el inicio hasta ese momento.
- Acta de liberación o de cierre de la escombrera.
- En caso de existir una garantía, por parte de la empresa constructora, a favor del promotor del proyecto, por el uso de la escombrera, esta deberá ser devuelta, posterior a la firma del acta de liberación.

### Monitoreo post cierre

- Informe de monitoreo de estabilidad de la escombrera, y topográfico.
- Antes, durante y después de la implementación de las escombreras, se recomienda efectuar monitoreos de agua (Tabla 2 del anexo 1 del A.M. 097-A) y sedimentos. Además, cada 6 meses se recomienda realizar el monitoreo de agua y sedimento, a los sistemas de drenaje, con la finalidad de determinar el comportamiento de los parámetros físicos.
- En función de la situación de pertenencia o no del área de la escombrera, se determina

qué; si el área es de propiedad del proyecto hidroeléctrico, realizar el monitoreo cada 6 meses durante los primeros 5 años, y después de forma anual, mientras que para los sitios que hubieran sido alquilados o rentados se realizará el monitoreo hasta su entrega al propietario.



**Figura 1:** Monitoreo de especies sembradas, escombrera del km. 18 de la vía al embalse compensador, central Coca Codo Sinclair.

### Uso de suelo programado

Para determinar este uso, se realizará una revisión de las medidas de compromiso con el propietario del lugar.

Si la escombrera se encuentra en zonas protegidas, se recomienda que además de los acuerdos establecidos con el propietario del predio, se solicite al Ministerio del Ambiente un criterio técnico, para la autorización del cierre del sitio, con el objetivo de que autorice el plan de reforestación más óptimo, para el tipo de ecosistema.

Adicionalmente, para las actividades de reforestación, la fiscalización y el promotor, verificarán el prendimiento de las plantas y el cumplimiento de las actividades del plan de revegetación o reforestación.

**Figura 2:** Escombrera principal 1 del km. 25 vía al embalse compensador, central Coca Codo Sinclair.



La fiscalización informará al promotor del proyecto y a la constructora, respecto al acta de liberación de la escombrera, con el fin de que se proceda a la firma de la misma.

## Lecciones Aprendidas

- A nivel de la Corporación Eléctrica del Ecuador, es posible estandarizar las actividades y documentación, para desarrollar un manejo sostenible de escombreras.
- En proyectos hidroeléctricos ubicados en áreas protegidas, la ubicación de escombreras requiere de un análisis técnico multidisciplinario que mitigue posibles impactos negativos.
- El componente social para la toma de decisiones en cuanto a la ubicación, uso y cierre de escombreras es de vital interés, puesto que muchas de las áreas utilizadas deben ser expropiadas o se encuentran cercanas a zonas de actividades productivas de las comunidades.
- Los diseños y sitios de ubicación de las escombreras, deberán constar dentro de una auditoría ambiental o la actualización del plan de manejo ambiental que corresponda, de manera permanente.

En la Tabla 1, se establecen buenas prácticas que resultarán de la implementación de la presente guía, en función de la identificación de impactos.

Tabla 1: Decálogo de buenas prácticas

Buenas prácticas ambientales	Impacto Ambiental
Aplico las especificaciones técnicas de la normativa nacional y del Plan de Manejo Ambiental, para la implementación de escombreras.	*Afectaciones al componente arqueológico, cultural, flora y fauna. *Afectaciones a infraestructura y propiedad ajena. *Afectaciones a los cursos de agua superficiales y subterráneos.
Separo los desechos en la fuente.	*Contaminación del agua, aire y suelo por mezclar los escombros con otro tipo de desechos, como; peligrosos o comunes.
AcoPIO adecuadamente los escombros en áreas autorizadas.	*Demanda de recursos por transporte y movilización desde sitios alejados o no aptos. *Deslizamiento de taludes, lixiviación natural. *Contaminación del agua, aire y suelo.
Reúso los escombros en obras adicionales o de aporte a la comunidad.	*Desechar inadecuadamente recursos que pueden reusarse a través, de las debidas autorizaciones.
RestauRO el sitio usado para las escombreras y sus vías de acceso.	*Daños y generación de pasivos por falta de reforestación en los terrenos usados, y por la apertura de las vías hacia las escombreras. *Afectación al ecosistema existente. *Afectación a propiedades y recursos naturales ubicados en los límites de la escombrera. *Modificación del paisaje.

Equidad con las comunidades y personas dueñas de los terrenos usados para las escombreras o cercanas a estos.	*Pasivos que podrían generarse al no realizar acuerdos con equidad, entre los propietarios de los terrenos usados. *Falta de pago de predios adquiridos para las escombreras. *Incumplimiento de planes de reforestación o revegetación.
Prevengo por medio de comunicaciones permanentes e informes trimestrales o semestrales, realizadas al Ministerio del Ambiente.	*Cambios o ampliaciones de la capacidad de las escombreras, sin criterios técnicos. *Generación de pasivos sociales por falta de criterio ambiental desde el Ministerio del Ambiente, durante la aplicación del plan de restauración.

## Conclusiones y Recomendaciones

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los criterios de exclusión para la ubicación de escombreras, se presentan en la medida en que el sitio tenga; alta pluviosidad, suelo de fácil lavado, mayor valor edafológico y uso de suelo con aptitud agrícola.
- Para realizar cambios o ampliaciones de las escombreras, se recomienda presentar el sustento técnico, a través, de una comunicación a la autoridad ambiental.
- La toma de decisiones para la implementación de escombreras, deberá ser multidisciplinaria, tanto desde la empresa fiscalizadora y constructora como del promotor del proyecto.
- Socialización permanente, con todos los actores involucrados, durante todas las fases del manejo de escombreras, con el fin de marcar responsablemente el concepto de buenas prácticas ambientales.
- La estandarización de las medidas a considerar para la gestión de las escombreras a nivel corporativo, aportaría al manejo responsable de las mismas y a mejorar las técnicas actualmente aplicadas.



## Autores

Guía para el manejo sostenible de escombreras en proyectos hidroeléctricos

### Susan Andrea Feijó Bermeo

[susan.feijoo@celec.gob.ec](mailto:susan.feijoo@celec.gob.ec)

Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair  
Gestión Social y Ambiental

Nació en Machala, Ecuador en 1987. Ingeniera Ambiental en la Escuela Politécnica Nacional en 2013, Máster en Gestión Ambiental y de Calidad en la Empresa en CEUPE de la Universidad de Alcalá, en 2015, estudiante del Máster de Responsabilidad Social Corporativa en la Universidad Abierta de Cataluña. En 2009 trabajó en la Consultora Ecoclima; en 2010 realizó pasantías en Petrobras; del 2011 al 2013 laboró en Efficacitas Consultora y desde ese año hasta la actualidad es Especialista en Gestión Social y Ambiental en CELEC EP. Experiencia en: eficiencia energética, calidad de la empresa, consultoría ambiental y seguridad industrial.

### Coautor: Jorge Arturo Molineros Ruiz

[convenios@proyectosacha.org](mailto:convenios@proyectosacha.org)

Fundación para la protección de fauna silvestre Proyecto Sacha  
Coordinador de proyectos y convenios

Nació en Guayaquil, Ecuador en 1991. Obtuvo el título de Ingeniero Ambiental en la Universidad De Guayaquil en 2017; Laboró en Ecoeficiencia Cia. Ltda. en 2014; con la Consultora Ambiental Independiente como Asistente Técnico ambiental en el 2015, en el 2016 en Marco Acosta & Asociados como Técnico en Monitoreo Ambiental y en el año 2018 fue Especialista en Gestión Social y Ambiental en la Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair- CELEC EP. Actualmente, es Coordinador de proyectos y convenios en la Fundación para la protección de fauna silvestre Proyecto Sacha y en la organización denominada Rescate animal Ecuador.

## Referencias Bibliográficas

### Manejo y resolución de conflicto socio ambiental: Sistema de Transmisión Tabacundo – Pimampiro (2018)

Fontaine, G. (2003). Aportes a una sociología del conflicto socio-ambiental. En G. Fontaine, Petróleo y desarrollo sostenible en Ecuador (págs. 79 –105). Quito: FLACSO.

Martínez Novo, R. (2012). Un modelo de análisis del conflicto socio-ambiental para aprender-investigar. Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social, 35-47.

Ramírez Quintana, A. P. (2001). El conflicto Socioambiental y estrategias de Manejo.

Adorno, T. (2017). Dialéctica Negativa: La jerga de la autenticidad. Ediciones Akal.

Coser, L. A., Blass, B., Betancourt, R., Ibarra, F., & Sarto, M. S. (1961). Las funciones del conflicto social. México, DF: Fondo de Cultura económica.

Dahrendorf, R. (1959). Clase y conflicto de clase en la sociedad industrial.

Habermas, J. (1975). Problemas de legitimación en el capitalismo tardío.

Marcuse, H. (1987). El hombre unidimensional. Barcelona: Ariel.

Marx, K. (2019). El 18 Brumario de Luis Bonaparte. Greenbooks editore.

Merton, R. (1964). Teoría y estructuras sociales. México: Fondo de Cultura Económica.

Parsons, T. (1976). El sistema social. Revista de Occidente.

Parsons, T. (1999). El sistema social. Madrid: Alianza Editorial.

Simmel, G. (1977). Sociología. Revista de Occidente.

Simmel, G., & Ceballos, J. E. (2010). El conflicto: Sociología del antagonismo. Madrid: Sequitur.

### Cooperación interinstitucional con los Gobiernos Locales en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas

CELEC EP /CORDILLERA TROPICAL, 2015. Acuerdos de Conservación para la microcuenca del Mazar y Dudas.

Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Proyecto Hidroeléctrico Mazar – Dudas.

### Capacitación y formación técnica para los moradores de la zona de influencia de las Centrales de la Unidad de Negocio Termomanabí.

Acta de entrega y recepción final Proceso de contratación No. SIE-CELTMA-126-18 Prestación de servicio de capacitación zona de influencia.

Informe de proveedor contrato N° TMA-CON-0018-19 Prestación de servicio de capacitación y formación técnica para calificar mano de obra de los moradores de los barrios de la zona de influencia de las centrales de la unidad de negocio Termomanabí como medida de compensación y contribución comunitaria enmarcado en el programa integral de responsabilidad social y desarrollo comunitario.

Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental de las centrales Jaramijó, Manta II, Miraflores y Pedernales.

## Elaboración de abono orgánico en cuatro comunidades adyacentes al Multipropósito Baba perteneciente a CELEC EP Hidronación

Puerto Abreu et al., 2014. Revista de Salud Animal; <https://www.feedipedia.org/node/18903>

Raúl Gáleas, Juan E. Guevara, Byron Medina-Torres, MAE (2013) Sistema de Clasificación de Ecosistemas para el Ecuador Continental; <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

Albuja, et al. (2012) <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=zamocat.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=030758>

Bortzirietako 2020 (c) Mancomunidad de Residuos Domésticos de Cinco Villas Bortziriak

Leonardo Rodríguez-Suárez, María del Carmen Falcón-Acosta y Yan Carlos Ordoñez-Sánchez (2020) Caracterización de residuos sólidos para encalar y fertilizar portadores de calcio y nitrógeno; <file:///C:/Users/freddy.garcia/Downloads/1546-7864-1-SM.pdf>

Delgado, R. y Salas, A. M. (2006) Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical*, vol. 56, pp. 289-323. ISSN 0002-192X

Miguel Medina Varela, L. A.; Monsalve, Ó. I. y Forero, A. F. (2018) Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas.

<https://hablandoenvidrio.com/el-compost-o-como-convertir-tus-residuos-organicos-en-abono-natural/>

<http://www.bortziriazabor.com/es/beneficios-del-compostaje/#:~:text=Reduce%20la%20cantidad%20de%20materia,las%20plantas%20de%20forma%20natural.>

[http://www.bortziriazabor.com/es/beneficios-del-compostaje/#:~:text=Reduce%20la%20cantidad%20de%20materia,las%20plantas%20de%20forma%20natural.https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](http://www.bortziriazabor.com/es/beneficios-del-compostaje/#:~:text=Reduce%20la%20cantidad%20de%20materia,las%20plantas%20de%20forma%20natural.https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)

[https://www.google.com/search?q=%E2%80%A2+Convierte+en+abono+org%C3%A1nico+residuos+de+mercados+saludables.+de%3A+http%3A%2F%2Fhoybolivia.com%2FNoticia.php%3FIdNoticia%3D51423&rlz=1C1CHBF\\_esEC884EC884&oq=%E2%80%A2%09Convierte+en+abono+org%C3%A1nico+residuos+de+mercados+saludables.+de%3A+http%3A%2F%2Fhoybolivia.com%2FNoticia.php%3FIdNoticia%3D51423&aqs=chrome..69i57.3813j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=%E2%80%A2+Convierte+en+abono+org%C3%A1nico+residuos+de+mercados+saludables.+de%3A+http%3A%2F%2Fhoybolivia.com%2FNoticia.php%3FIdNoticia%3D51423&rlz=1C1CHBF_esEC884EC884&oq=%E2%80%A2%09Convierte+en+abono+org%C3%A1nico+residuos+de+mercados+saludables.+de%3A+http%3A%2F%2Fhoybolivia.com%2FNoticia.php%3FIdNoticia%3D51423&aqs=chrome..69i57.3813j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007)

[https://books.google.com.ec/books?id=6kFHnqnA81QC&pg=PR8&lpg=PR8&dq=%E2%80%A2+Comit%C3%A9+consultivo+de+la+industria+de+Fertilizantes+\(FIAC\)&source=bl&ots=xfWsoOVvx4&sig=ACf-U3U0L8K6E3stke](https://books.google.com.ec/books?id=6kFHnqnA81QC&pg=PR8&lpg=PR8&dq=%E2%80%A2+Comit%C3%A9+consultivo+de+la+industria+de+Fertilizantes+(FIAC)&source=bl&ots=xfWsoOVvx4&sig=ACf-U3U0L8K6E3stke)

<https://hablandoenvidrio.com/el-compost-o-como-convertir-tus-residuos-organicos-en-abono-natural/>

<http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1402>

## Identificación de las Fuentes de Escorrentía en las Centrales Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Manduriacu mediante el uso de Isótopos Estables

H. Craig, "Isotopic Variations in Meteoric Waters," *Science*, vol. 133, no. 3465, pp. 1702-1703, 1961, doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.133.3465.1702>.

Z. Sharp, "Principles of stable isotope geochemistry," 2017, Accessed: Sep. 07, 2017. [Online]. Available: [http://digitalrepository.unm.edu/unm\\_oer/1/](http://digitalrepository.unm.edu/unm_oer/1/).

M. W. Williams, E. W. Hood, G. Ostberg, B. Francou, and R. Galarraga, "Synoptic Survey of Surface Water Isotopes and Nutrient Concentrations, Paramo High-Elevation Region, Antisana Ecological Reserve, Ecuador," *Arct. Antarct. Alp. Res.*, vol. 33, no. 4, p. 397, Nov. 2001, doi: 10.2307/1552548.

A. Correa et al., "Spatially distributed hydro-chemical data with temporally high-resolution is needed to adequately assess the hydrological functioning of headwater catchments," *Sci. Total Environ.*, vol. 651, pp. 1613-1626, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.189.

A. Correa et al., "Temporal dynamics in dominant runoff sources and flow paths in the Andean Páramo: TEMPORAL WATER DYNAMICS IN ANDEAN PÁRAMO," *Water Resour. Res.*, vol. 53, no. 7, pp. 5998-6017, Jul. 2017, doi: 10.1002/2016WR020187.

P. Lima, "An investigation of runoff sources to headwater streams and implications for hydropower projects using stable isotope analyses," University of New Mexico, 2019.

J. Klaus and J. J. McDonnell, "Hydrograph separation using stable isotopes: Review and evaluation," *J. Hydrol.*, vol. 505, pp. 47-64, Nov. 2013, doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.09.006.

J. Liu et al., "Stable isotope characteristics of different water bodies in the Lhasa River Basin," *Environ. Earth Sci.*, no. 3, p. 1, 2019, doi: 10.1007/s12665-019-8078-6.

J. Galewsky, H. C. Steen-Larsen, R. D. Field, J. Worden, C. Risi, and M. Schneider, "Stable isotopes in atmospheric water vapor and applications to the hydrologic cycle," *Rev. Geophys.*, vol. 54, no. 4, p. 2015RG000512, Dec. 2016, doi: 10.1002/2015RG000512.

## Caracterización de los organismos acuáticos del embalse Daule Peripa, 2015 -2019, Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind.

Álvarez -Silva, C., & Torres- Alvarado, M. R. (2013). Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca. Guerrero, México: *Hidrobiológica* 23(2):.

Cajas, d. L., Prado, M., & Moya, O. (1998). El plancton de la cuenca inferior del río Guayas y algunos aspectos ecológicos. En *Comportamiento temporal y espacial de las características físicas, químicas y biológicas del Golfo de Guayaquil y sus afluentes*.

Carlander, K. (1969). *Handbook of freshwater fishery biology*. EEUU: University Press, The Iowa State, .

Castilho-noll, M. S., F.cámara, C., F.chicone, M., Shibata, é. H., & R.stephan., I. (2012). Copepods (Crustacea, Maxillopoda) from shallow reservoirs. *Acta Limnologica Brasiliensia*.

Comas, A., Moreira, A., León, A. R., Uriza, S., & García, O. (2009). Algas y sus relaciones con características ecológicas del río Damují. Universidad de Cienfuegos. Cuba: Universo Sur.

Cren, L. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch. *Perca fluviatilis*. J. Anim. .

Duque, S., & Donato, J. (1992). Biología y ecología del fitoplancton de las aguas dulces en Colombia. Cuadernos Divulgativos Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Dussart, B. H. (1966). *Limnologie -L'étude des eaux continentales*. Gauthier-Villars. Paris, France.

Einsle, U. (1993). Crustacea Copepoda. Calanoida und Cyclopoida. *Süßwasserfauna Mitteleuropas*, 8/4-1. Stuttgart, Germany.: Gustav Fisher Verlag. .

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. . *Journal of Applied Ichthyology*.

Giraldo, A., & Gutiérrez, E. (2007). Composición taxonómica del zooplancton superficial en el Pacífico colombiano (septiembre 2003). Valparaíso.

Gurney, R. (1933). *British fresh - water Copepoda*. III. . London. UK.: The Ray Society.

Hutchinson, B. (1967). *A Treatise on Limnology*. Vol. II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. John Wiley & Sons, New York, Estados Unidos.

Jaume, D. (1993). Estudio ecológico de las comunidades de crustáceos planctónicos de los embalses españoles. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. España.

Landaeta, M., & Castro, L. (2002). Spring spawning and early nursery zone of the mesopelagic fish *Maurollicus parvipinnis* at the coastal upwelling zone off Talcahuano, central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 226, 179-191.

Matsumura-Tundisi, T. (1986). Latitudinal distribution of Calanoida copepods in freshwater aquatic system of Brazil. . *Rev. Brasil. Biol.*

Meléndez, C., & Villalba, C. (1992). Nuevos registros y antecedentes para la ictiofauna del archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Estud. Oceanol.*,

Peacock, A. (1981). Responses of two coexisting Cyclopoid copepods to experimental manipulation of food and predators. . Canada: Tesis doctoral. University of British Columbia.

Peacock, A., & Smyly, W. J. (1983). Experimental studies on the factors limiting *Tropocyclops prasinus* (Fischer) 1860 in an oligotrophic lake. *Canadian Journal of Zoology*.

Pequeño, G., & Sáez, S. (2000). Peces litorales del archipiélago de Juan Fernández (Chile); endemismo y relaciones ictiogeográficas. *Invest. Mar.*, . Valparaíso.

Ramirez, C., & Martin, C. S. (2006). Ecosistemas dulceacuícolas. In *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafío*. Chile: CONAMA.

Revelo, W., & Castro, R. (2011). Aspectos biológicos y pesqueros de las principales especies de peces en el sistema hídrico de la provincia de Los Ríos, durante el 2010. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca. (Informe interno). 42 pp.

Revelo, W., & Laaz Moncayo, E. (2012). Catálogo de peces de aguas continentales de la provincia de Los Ríos - Ecuador.

Riera, T., & Estrada, M. (1985). Dimensions and allometry in *Tropocyclops prasinus*. Empirical relationships with environmental temperature. . *Verhandlungen der internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*.

Semina, H. (1978). Treatment of an aliquot samplet. In A. Sournia (ed.). *Phytoplankton manual*. UNESCO, on *Oceanographic Methodology* 6:18.

Universidad de la Republica. (1999). *MÉTODOS EN ECOLOGÍA DE AGUAS CONTINENTALES*. Montevideo - Uruguay: Comisión Sectorial de Investigación Científica (C.S.I.C.).

Vázquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro, T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua.

#### **Tratamiento del agua proveniente del río San Pedro, para operación de la Central Guangopolo. Impacto en la calidad de agua del río.**

G. Carrera, "Modelación de oxígeno disuelto y materia orgánica y su influencia en la distribución y diversidad de indicadores bentónicos de la cuenca del río san pedro en el tramo Amaguaña - Guangopolo", Escuela Politécnica del Ejército, pp 1-5; 116 - 120. Junio 2011.

N. Hinojoza, "Evaluación de la calidad e agua del Río San Pedro, sector Valle de los Chillos, mediante el índice de calidad de agua (ICA-NSF)".

D. Granda, "Estudio de la remoción de cargas contaminantes de las aguas residuales provenientes de una fábrica de frituras mediante una Bio Torre con Lecho estático de Poli (Etilen Tereftalato)", Escuela Politécnica Nacional, pp. 1 - 23, Noviembre 2016.

Aguilar. M. I. Saenz. J. Llorens. M. Soler. A. Ortuño JF., "Tratamiento Físico Químico de aguas residuales: coagulación - floculación", Murcia España. pp. 19. 2002.

#### **La Educación Ambiental a través de la dimensión cognitiva: experiencia en dos escuelas del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.**

Ambiente, M. d. (2018). *Estrategia Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible 2017 - 2030*. Quito.

Espejel Rodríguez, A., & Flores Hernández, A. (2017). Experiencias exitosas de Educación Ambiental en los Jóvenes del Bachillerato de Tlaxcala, México. *Luna Azul* ISSN 44, 294-315.

Espejel, A., & Castillo, I. (2019). Educación ambiental en el bachillerato: De la escuela a la familia. *Alteridad: Volumen 14*. No.2, 231-242. <https://dx.doi.org/10.17163/alt.v14n2.2019.07>

Ministerio del Ambiente. (2018). *Estrategia Nacional de Educación Ambiental*. Quito.

Prada, E. (2013). Conciencia, concientización y educación ambiental: Conceptos y relaciones. *Revista Temas*, 231-244.

Córdova G. (2020). Estudio de la fauna acuática y rescate de peces en el embalse y en los cuerpos hídricos del área de influencia de la Central Hidroeléctrica "Minas San Francisco" Consultoría pág. 120-135

INEC, [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres\\_y\\_Hombres\\_del\\_Ecuador\\_en\\_Cifras\\_III.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_en_Cifras_III.pdf)

### Monitoreo y rescate de la ictiofauna en el embalse y cuerpos hídricos del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco.

Arcos Valeria, Feijo Susan y Valencia Jahir. (2018). Buenas Prácticas Socioambientales en el Manejo Ecológico del. Revista técnica "energía", 194-203.

Barriga, R. (2012). LISTA DE PECES DE AGUA DULCE E INTERMAREALES DEL ECUADOR. Revista Politécnica: Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador), 30(3): 83-119.

Córdova, G. (2020). Estudio de la fauna acuática y rescate de peces en el embalse y en los cuerpos hídricos del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco. Cuenca, Ecuador. : Consultoría Unidad de Negocio Enerjubones, CELEC.

Ecuador-CELEC, C. E. (2020). Informe técnico evaluación de las maniobras para el desasajo de sedimentos de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco. Cuenca, Ecuador.

Evelyn Habit, P. V. (2002). Translocación de Peces Nativos en la Cuenca del Río Laja (Región del Biobío, Chile). Gayana (Concepción), vol.66 N°2, Gayana, 66(2): 181-190,2002.

Fredy, N., & Windsor, A. (2016). Auditoría Ambiental de cumplimiento, 2013-2015. Proyecto Hidroeléctrico Minas San Francisco. Cuenca.

Herrera-Madrid M, V. R.-M. (2018). ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE EL ORO: Peces y macroinvertebrados Acuáticos como indicadores Biológicos del Páramo al Manglar. En I. -GADPEO, Capítulo V: Unidad Hidrológica 1394-Cuenca del Río Jubones (pág. 136137). Quito-Ecuador.

Jose Sepúlveda, J. C. (2010). Manual de Procedimientos para el Rescate, Translocación, Mantenimiento Temporal y Liberación de Especies Hidrobiológicas. Valparaíso, Chile : Fondo de investigaciones pesquera.

Minckley, W. (1995). Translocation as a tool for conserving imperiled fishes: Experiences in Western United States. Elsevier Biological Conservation 72, 297-309.

Serio, J. C. (2014). La translocación y reintroducción en el manejo y conservación de las especies. En Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación (págs. 203-213). México.

Valdiviezo-Rivera, J., Garzón-Santomaro, C., Inclán-Luna, D., & Mena\_Jaén, J. (2018). ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE LA PROVINCIA DEL ORO: Peces y macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del Páramo al Manglar. Quito-Ecuador: Publicación Miscelánea N° 10: Serie de Publicaciones GADPEO - INABIO.

### Monitoreo de primates en la línea de transmisión eléctrica La Concordia – Pedernales a 230kV

Alarcón, I. (30 de septiembre del 2018). La pérdida de Bosques Amenaza a los Monos. El Comercio, pp. 1.

Alberta, E., (2003). Environmental Protection Guidelines for Transmission Lines.

Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. 2019. Mamíferos del Ecuador. Versión 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/>

Buckland, S. T., Plumptre, A. J., Thomas, L., & Rexstad, E. A. (2010). Design and analysis of line transect surveys for primates. International Journal of Primatology, 31(5), 833-847.

Bagli, S., Geneletti, D. & Orsi, F., (2011). Routing of power lines through least-cost path analysis and multicriteria evaluation to minimise environmental impacts. Environmental Impact Assessment Review 31, 234-239.

Burneo, S. (2009). Áreas protegidas y conservación en los países andinos: modelos, estrategias y participación. Letras Verdes, (3), 6-7.

Cadena, L., (2004). Evaluación prospectiva de restricciones y posibilidades ambientales de la interconexión eléctrica centroamericana.

Chapman, C. A., & Balcomb, S. R. (1998). Population characteristics of howlers: ecological conditions or group history. International Journal of Primatology, 19(3), 385-403.

De la Torre, S. 2010. Los primates ecuatorianos, estudios y perspectivas. Avances en la Ciencias e Ingenierías. Sección B, vol. 2. Pág. B27-B35.

Defler, T. R., Y Pintor, D. (1985). Censusing primates by transect in a forest of known primate density. International Journal of Primatology, 6(3), 243-259.

Fedigan, L. M. (1986). Demographic trends in the *Alouatta palliata* and *Cebus capucinus* populations of Santa Rosa National Park, Costa Rica. Primate ecology and conservation, 2, 287-293.

Fuentes, N., Alfonso-Cortes, A., Cervera, L., de la Torre, S. Estévez-Noboa, M., y Tirira, D. 2018. Nombre del capítulo. Pp. 145-153, en: Estado de conservación de los primates del Ecuador (D. G. Tirira, S. de la Torre y G. Zapata Ríos, eds.). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador / Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 12. Quito.

Galacho, F. B., & Reyes, S. (2015, October). Estimación de pautas de asociación y patrones de distribución de edificaciones aisladas en espacios rurales mediante SIG y técnicas basadas en procesos puntuales. In Actas del XXIV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles (pp. 601-610).

Kaousia, K., (2012). A GIS-based design of power line and post-construction optimization. Recent Researches in Environmental and Geological Sciences.

Londoño, J. M., & Gomez-Posada, C. (2010). Estatus de la población de monos aulladores rojos en el cañón del Barbas, fragmento montano, Cordillera Central, Colombia. Acta Biológica Colombiana, 15(1), 25-36.

Manepalli, U. R., Bham, G. H., & Kandada, S. (2011, September). Evaluation of hotspots identification using kernel density estimation (K) and Getis-Ord ( $G_i^*$ ) on I-630. In 3rd International Conference on Road Safety and Simulation (pp. 14-16).

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Mittermeier, R. A. (1997). Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. Agrupacion Sierra Madre.

Palacios, E., & Rodriguez, A. (2001). Ranging pattern and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rainforest. American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists, 55(4), 233-251.

Puebla, P. y Ayala E., (2018), Informe técnico presencia de primates en la L/T La Concordia - Pedernales a 230 kV. Unidad de Negocio Transelectric CELEC EP, Departamento de Gestión Social y Ambiental.

Ramírez-Orjuela, C., & Sánchez-Dueñas, I. M. (2005). Primer censo del mono aullador negro (*Alouatta palliata aequatorialis*) en El chocó biogeográfico colombiano. Neotropical Primates, 13(2), 1-7.

Rivera, E. (2019). Informe del Monitoreo de Primates en la Línea de Transmisión La Concordia – Pedernales a 230kV. Proyecto WASHU.

Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos, 10, 57.

Singh, R., (2002). Electric transmission line routing using a decision landscape based methodology. Punjab Technacal University.

Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, 6, 576.

Tirira, D. (2011). Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2ª. Edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, 8.

Tirira, D. G. (ed.) 2001a. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 1a. edición. SIMBIOE / EcoCiencia / Ministerio del Ambiente del Ecuador / UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador 1. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 4. Quito

Tirira, D. G. (ed.). 1999. Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y SIMBIOE. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 2. Quito

Tirira, D. G., S. de la Torre y G. Zapata Ríos (eds.). 2018. Estado de conservación de los primates del Ecuador. Grupo de Estudio de Primates del Ecuador / Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 12. Quito.

UICN, 2018. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2018-1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

#### Guía para el manejo sostenible de escombreras en proyectos hidroeléctricos

Concejo Metropolitano de Quito. Ordenanza Metropolitana No. 0332 de Gestión Integral de residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito, 2010. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.quitoambiente.gob.ec>

Concejo Municipal de Loja. No. 045-2017 Ordenanza que regula el servicio de acopio, transporte y desalojo de escombros, tierra de excavación y fijación de la tasa de cobro por este servicio en el cantón Loja, 2017. Loja, Ecuador. Recuperado de <https://www.loja.gob.ec>

Eficiencia Energética y Ambiental Efficācitas Consultora Cía. Ltda. EIA PHCCS, Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. (2009). Guayaquil, Ecuador

Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca - EMAC EP. Reglamento para el manejo de residuos y desechos de construcción y escombros del cantón Cuenca. Guía para el diseño y construcción de escombreras, 2013. Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://www.emac.gob.ec>

Encuesta interna para obtención de información para artículo de la REVISTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES EN CELEC EP. Tema: Guía para el manejo de escombreras en proyectos hidroeléctricos. CELEC EP, octubre 2020.

Entrix. Estudio de Impacto Ambiental de la Vía de acceso casa de máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. (2009). Quito, Ecuador

Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. Suplemento del Registro Oficial No. 303 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, artículo 136, 2010. Ecuador. Recuperado de <https://www.oas.org>

Ministerio de Transporte y obras Públicas del Ecuador. Volumen No. 3 Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes, 2013. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.obraspublicas.gob.ec>

Optime Servicios Ambientales. Segunda Auditoría Ambiental de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. (2015). Quito, Ecuador

Ministerio del Ambiente. Registro Oficial No. 284, Acuerdo Ministerial No. 131, Guía de buenas prácticas ambientales, 2010. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec>

Ministerio del Ambiente. Registro Oficial Suplemento No. 41, Acuerdo Ministerial No. 155, LIBRO VI ANEXO 2A: Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso suelo en centrales de generación de energía eléctrica, 2007. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec>

Ministerio del Ambiente. Registro Oficial Suplemento No. 41, Acuerdo Ministerial No. 155, LIBRO VI ANEXO 1B: Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso agua en centrales hidroeléctricas, 2007. Ecuador. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec>

República del Ecuador. Registro Oficial No. 449, Constitución de la República del Ecuador, 2008. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.oas.org>

Ministerio del Ambiente. Registro Oficial Suplemento No. 418, Ministerio del Ambiente, Ley de Gestión Ambiental, 2004. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011. San José, Costa Rica. Recuperado de <https://cmsdata.iucn.org>

#### Análisis del consumo de energía eléctrica en el periodo 2014 al 2017 de la central de generación termoeléctrica Sacha

Asim, M. T. M., Ibrahim, T. M. F. T., Adam, N. M., & Masuri, S. U. (2017). Strategic energy management plan and MS ISO 50001:2011 compliance. Journal of Mechanical Engineering, SI 2(2), pp.1-25.

Bueno, A., Guzmán, V., & Salazar, L. (2018). Análisis de medidas de ahorro de energía en una empresa de producción. INGENIUS, N°19, pp.40-50.

Cajas, C. (2019). Alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica en la central de generación termoeléctrica Sacha. Provincia de Orellana, 2019. Universidad Técnica Particular de Loja.

Cañizares, G., Rivero, M. F., Pérez, R., & González, E. (2014). La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba. Tecnología Química, 34(1), pp.19-27.

CELEC EP. (2017). Reportes diarios de generación Central Sacha.

De Seguros, S. (2002). MOTORES ELÉCTRICOS.

ISO. (2011). ISO 50001:2011 Energy Management Systems — Requirements With Guidance for Use.

Quspe, E. (2003). Una visión integral para el uso racional de la energía en la aplicación de motores eléctricos de inducción. El Hombre y la Máquina, 20-21, pp.52-59.

Restrepo, S., Mesa, J. C., Ocampo, O. L., & Perdomo, L. (2014). Caracterización de la gestión energética en una empresa manufacturera de Manizales. Revista Energética, 44, pp.33-39.



# INSITU

Revista de buenas prácticas ambientales y  
sociales en la Corporación Eléctrica del  
Ecuador CELEC EP