



¿VALE LA PENA INVERTIR?

Un estudio de caso sobre el retorno
de la inversión en el Fondo para la
Protección del Agua (FONAG)

Esta publicación se basa en el documento “Cálculo del Retorno de la Inversión en Conservación y Restauración. Estudio de caso para FONAG en la cuenca del río El Cinto-Quito”, elaborado en marzo de 2018 por Max Lascano bajo la consultoría contratada por FONAG, con apoyo de TNC y el Imperial College London y la colaboración de Boris Ochoa. Durante dicho proceso, la publicación contó con el aporte y revisión de: Timm Kroeger, Daniel Shemie, Alejandro Calvache, Galo Medina y Jaime Camacho de TNC; Bert de Bievre y Andrea Vera de FONAG; Rafael Osorio de la Empresa “Agua de Quito” EPMAPS.

©2021

Adaptación

Jaime Camacho
Cristina de la Paz

Revisión

Galo Medina, María Cristina de la Paz, Andrea Vera, TNC
Bert de Bievre, FONAG, Timm Kroeger, Claudio Klemz

Fotografías

Manthra Comunicación
FONAG

Diseño y Diagramación

Manthra Comunicación

Esta publicación ha sido posible gracias al aporte de:



Con el apoyo de:



TABLA DE CONTENIDOS

	RESUMEN EJECUTIVO -----	5
1	ANTECEDENTES -----	7
2	ESTUDIO DE CASO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN LA CUENCA DE EL CINTO -----	9
3	SITIO PILOTO: EL CINTO -----	11
4	MÉTODOS-----	13
5	RESULTADOS -----	23
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	31
	REFERENCIAS-----	33



RESUMEN EJECUTIVO

Los estudios ROI tienen por finalidad cuantificar los valores monetarios de los beneficios resultantes de las acciones priorizadas de conservación o restauración de cuencas (infraestructura verde) que desarrolla un fondo de agua, y calcular el retorno de la inversión para actores específicos.

FONAG, EPMAPS y TNC decidieron implementar un estudio piloto de retorno de la inversión. Por temas de disponibilidad de información y limitaciones de presupuesto se decidió realizar este análisis en la cuenca alta del río El Cinto, que abastece aproximadamente un 10% del agua que utiliza la ciudad. Además, se determinó que solo se incluiría al constituyente EPMAPS en esta fase de estudio.

El objetivo del estudio fue valorar financieramente los beneficios hídricos de las acciones de conservación que desarrolla FONAG en la cuenca de El Cinto, y calcular el retorno de la inversión para su principal aportante, la EPMAPS.

El ROI está dado por el Valor Presente Neto (VPN) de los beneficios de las intervenciones, dividido para el Valor Presente Neto de los costos de las intervenciones.

$$\text{ROI} = \frac{\text{VPN Beneficios Intervenciones}}{\text{VPN Costos Intervenciones}}$$

Para poder calcularlo, se establecieron dos escenarios:

- 1. BAU (Business as Usual):** Escenario sin intervenciones en conservación, protección o restauración (infraestructura verde) por parte del FONAG, el cual permitió determinar el impacto del actual patrón de desarrollo (expansión de zonas urbanas, agrícolas, ganaderas, etc.) sobre los indicadores de interés: calidad y cantidad del agua, es decir, un escenario de tendencia actual.
- 2. SEM (Sustainable Ecosystem Management):** Escenario con manejo sostenible del ecosistema (con infraestructura verde), que incluye el desarrollo de actividades de conservación y restauración en las fuentes de agua que permitan incrementar la oferta de servicios hídricos hacia la EPMAPS.

Los beneficios de la intervención se evalúan en términos de métricas hidrológicas y el valor monetario asociado, evaluados mediante modelos biofísicos que incluyen el análisis de la carga y concentración de compuestos contaminantes en las aguas superficiales. Los beneficios de la intervención consideraron costos de conducción, costos de tratamiento y pérdida de ventas evitada. Se consideran también los costos de intervención y las intervenciones que tendría que realizar el FONAG en la cuenca durante los próximos 20 años, incluyendo gastos de capital y operativos.

Los resultados de la modelación, representados en términos del comportamiento del flujo de agua, son consistentemente beneficiosos en el escenario SEM, con claros beneficios en términos de: mantenimiento de los flujos de agua a largo plazo, mejora en la calidad del agua debido a la turbidez, y reducción de sólidos totales, lo que se traduce en una reducción de los costes de tratamiento del agua.

El resultado de este estudio refleja un ROI positivo de 2,15, lo cual implica que, por cada dólar invertido en temas de manejo sostenible en la cuenca de El Cinto, FONAG y EPMAPS recuperan 2,15 dólares.



ANTECEDENTES

Los Fondos de Agua son organizaciones que diseñan e impulsan mecanismos financieros y de gobernanza, articulando actores públicos, privados y de la sociedad civil, con el fin de contribuir a la seguridad hídrica y al manejo sustentable de una cuenca determinada. Los Fondos de Agua ayudan a fortalecer la gestión integrada de cuencas hidrográficas y el manejo de los recursos hídricos, a través de la financiación de acciones de conservación a largo plazo, tales como protección de ecosistemas críticos, restauración, mejores prácticas agrícolas y ganaderas, protección de áreas ribereñas, educación ambiental, control y monitoreo, estudios de relevancia para la seguridad hídrica, entre otras.

El Fondo para la Protección del Agua –FONAG– conserva y recupera las fuentes de agua para el Distrito Metropolitano de Quito. El FONAG fue creado en el año 2000, bajo la figura de fideicomiso mercantil, y cuenta con un patrimonio independiente de sus constituyentes originarios y adherentes, que le permite tener un presupuesto propio para implementar y financiar acciones, de acuerdo con su planificación estratégica. FONAG realiza sus acciones en la cuenca alta del río Guayllabamba y en unidades hidrográficas occidentales y orientales, localizadas en las provincias de Pichincha y Napo, desde donde se abastece de agua a la ciudad de Quito.

La intervención del FONAG es integral, se adapta a las diversas realidades de su entorno y busca generar un impacto positivo en el estado del páramo y bosques, para de esta manera mantener o mejorar la disponibilidad del agua. Los ejes estratégicos para sus intervenciones son: generación de información relevante para la toma de decisiones; restauración de cobertura vegetal y de suelos; conservación de humedales, páramos, bosques y matorrales; establecimiento de compromisos a largo plazo con diversos actores comunitarios, públicos y privados; y la educación y sensibilización ambiental.

FONAG tiene la visión de ser un mecanismo financiero sólido y transparente para la protección y restauración de las fuentes de agua del DMQ, reconocido





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

por su credibilidad técnica y de gestión, con propuestas innovadoras y flexibles adaptadas a la dinámica social y ambiental cambiante. Para el período 2021-2025, FONAG ha establecido dos objetivos estratégicos, el primero directamente relativo al cumplimiento de su mandato: “Manejar las áreas de interés hídrico en las microcuencas reguladoras de agua para el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)” y el segundo, de soporte: “Posicionar al FONAG como un referente para la protección de las fuentes de agua y garantizar su sostenibilidad”.

The Nature Conservancy (TNC) es una organización internacional que busca la conservación de las aguas y las tierras, de las cuales depende la vida. Una de sus principales estrategias de conservación en América Latina es la creación y fortalecimiento de los fondos de agua como una contribución a la seguridad hídrica de la región. Para cumplir este rol y potenciar el trabajo, en 2011 se creó la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, constituida actualmente, además de por TNC, por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Fundación FEMSA, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y la Iniciativa Internacional del Clima (IKI).

Como constituyente de FONAG, TNC busca apoyar al fondo de agua a través de asistencia técnica y financiamiento de actividades prioritarias. Aprovechando su experiencia en otros espacios, se propuso la realización de un estudio de retorno de la inversión para FONAG, que permita demostrar si las inversiones de los constituyentes en el FONAG son rentables. Durante los años 2017 y 2018 se desarrolló un estudio piloto que incluyó un constituyente (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, Agua de Quito EPMAPS) y una cuenca de trabajo (El Cinto). A continuación se presenta este estudio y sus resultados.



2

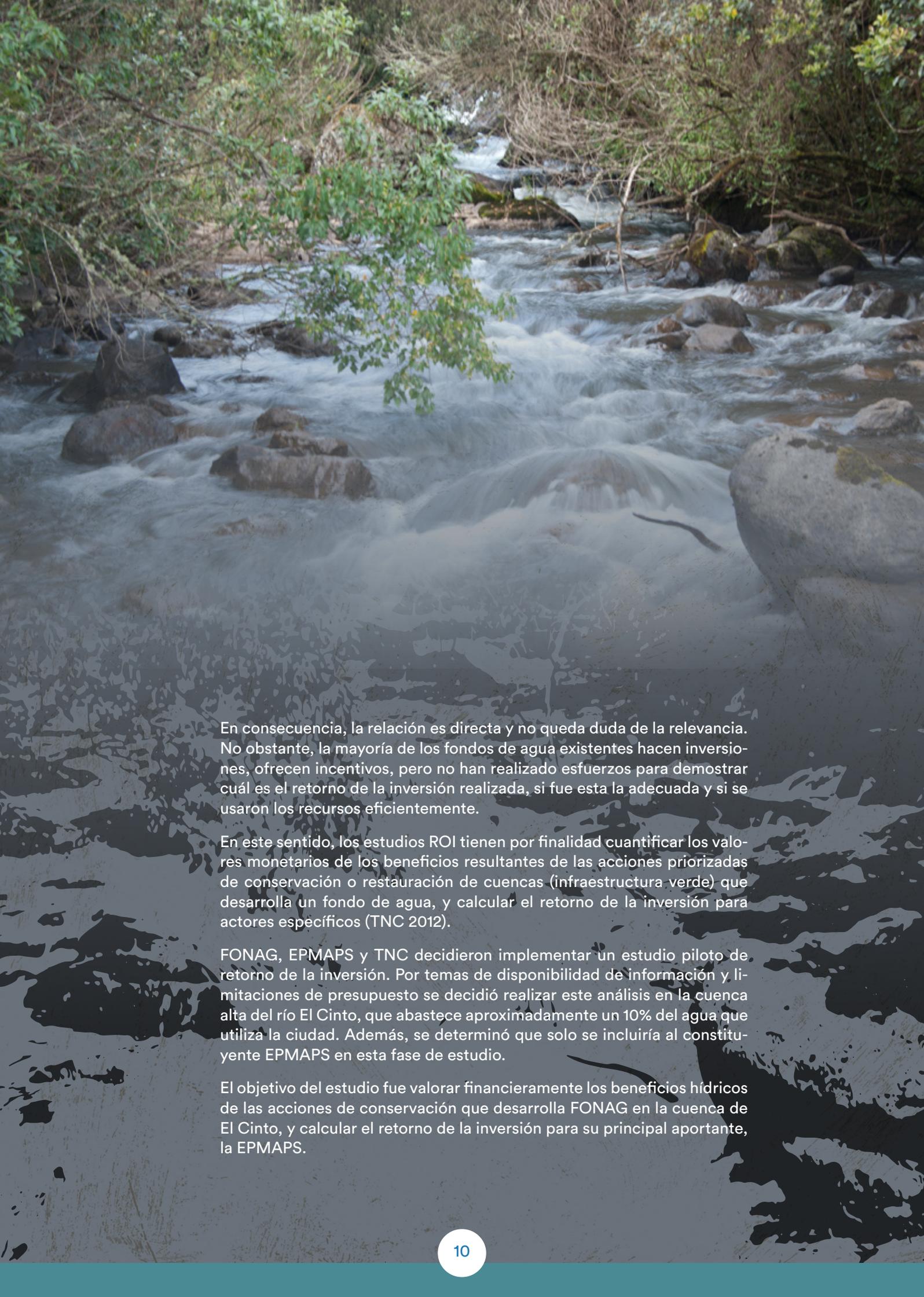
ESTUDIO DE CASO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN LA CUENCA DE EL CINTO

Existen pocos análisis económicos de proyectos de conservación de cuencas hidrográficas que proporcionen evidencia justificada sobre cuáles son los rendimientos de esas inversiones. Esta información es importante para convencer a financiadores potenciales a invertir en la conservación de cuencas (soluciones verdes), en lugar de hacerlo solo en alternativas de infraestructura tradicional (soluciones grises).

Uno de los principales retos para los proponentes de proyectos de conservación o de restauración de ecosistemas es mostrar que estos proyectos derivarán en una rentabilidad financiera para sus inversionistas. Puede resultar atractivo presentar, ante potenciales inversionistas, el retorno de la inversión (ROI) en un sentido financiero, es decir, por un dólar de inversión cuántos dólares en valor presente recibirá a cambio. Para esto deberá existir una relación directa entre el bien del servicio ambiental con el giro del negocio. Por ejemplo, para una hidroeléctrica tendrá mucho mayor sentido calcular el retorno de la inversión de un proyecto de restauración de la cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca, pues tiene un impacto directo sobre el flujo de sedimentos hacia la represa.

Algo similar se puede señalar para las distintas iniciativas de conservación o restauración a través de los Fondos de Agua. En todos estos casos, la lógica que ha primado es que las ciudades requieren agua en cantidad y calidad suficientes y, por tanto, deben invertir en la conservación y protección de las fuentes de agua.





En consecuencia, la relación es directa y no queda duda de la relevancia. No obstante, la mayoría de los fondos de agua existentes hacen inversiones, ofrecen incentivos, pero no han realizado esfuerzos para demostrar cuál es el retorno de la inversión realizada, si fue esta la adecuada y si se usaron los recursos eficientemente.

En este sentido, los estudios ROI tienen por finalidad cuantificar los valores monetarios de los beneficios resultantes de las acciones priorizadas de conservación o restauración de cuencas (infraestructura verde) que desarrolla un fondo de agua, y calcular el retorno de la inversión para actores específicos (TNC 2012).

FONAG, EPMAPS y TNC decidieron implementar un estudio piloto de retorno de la inversión. Por temas de disponibilidad de información y limitaciones de presupuesto se decidió realizar este análisis en la cuenca alta del río El Cinto, que abastece aproximadamente un 10% del agua que utiliza la ciudad. Además, se determinó que solo se incluiría al constituyente EPMAPS en esta fase de estudio.

El objetivo del estudio fue valorar financieramente los beneficios hídricos de las acciones de conservación que desarrolla FONAG en la cuenca de El Cinto, y calcular el retorno de la inversión para su principal aportante, la EPMAPS.

3

SITIO PILOTO: EL CINTO

La cuenca de El Cinto se encuentra en la provincia de Pichincha, principalmente en la parroquia Lloa, del Distrito Metropolitano de Quito. Tiene una extensión de 17.095 hectáreas. En este caso, se priorizó la zona alta de la cuenta que tiene 7.243 hectáreas. Los principales ecosistemas son páramos, bosques montanos y arbustales. Existe un área intervenida importante, donde se encuentran áreas urbanas, plantaciones de especies exóticas, pastos y áreas agrícolas (Escandón et al 2016).

En la cuenca habitan aproximadamente 1000 personas que se dedican a sus negocios propios o al trabajo de la tierra. También hay un porcentaje importante de personas dedicadas a las labores domésticas. La cobertura de servicios básicos no es óptima (Escandón et al 2016).

Las principales fuentes de presión para los ecosistemas naturales son:

- Agricultura y ganadería
- Quemadas
- Plantaciones de especies exóticas
- Degradación de las riberas
- Minería
- Desechos
- Perros ferales
- Prácticas deportivas en ecosistemas frágiles (Enduro)
- Irregularidad en tenencia de tierra
- Debilidad organizacional y falta de gobernabilidad (Escandón et al 2016)





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

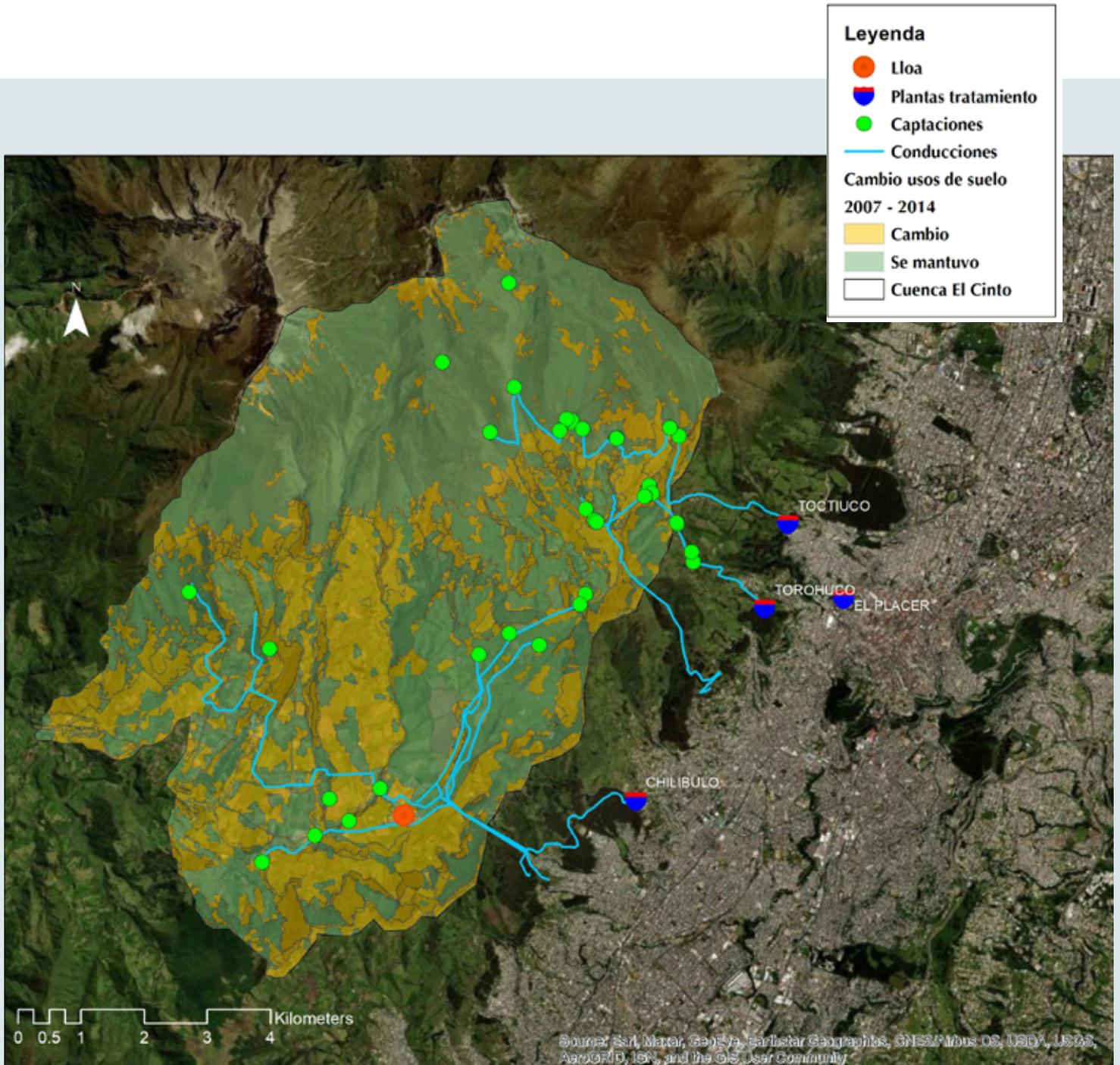


Figura 1. Mapa de El Cinto

4

METODOLOGÍA

La metodología que se usó para determinar el retorno de inversión de la empresa de agua partió del análisis de dos componentes principales: biofísico y económico. Para el componente biofísico se definió el sitio de estudio, con el propósito de entender espacialmente cómo funciona el sistema de abastecimiento de agua potable, dónde están las captaciones, las líneas de conducción, las plantas de tratamiento, etc. Paso siguiente, se hizo un análisis multitemporal de cambio de uso de suelo en el área, realizando una comparación entre un mapa del año 2007 vs. 2014, donde se identificó que se ha perdido una franja altitudinal de 100 mts de páramo en ese tiempo, y con esa información se hizo una proyección de qué pasaría en los siguientes 20 años. Así se planteó el escenario “Business as usual” (BAU). Para el escenario “Sustainable Ecosystem Management” (SEM) se proyectó que la degradación se evitaría, y que las áreas degradadas se recuperarían. Además, como punto de partida se estableció una línea base en el año 2016, y se decidió como el periodo de análisis para definir los beneficios hídricos y económicos de las intervenciones del FONAG, que fue desde 2016 al 2020 (4 años de actividades de intervención). Luego se hizo una lista de todas las intervenciones que se realizarían en ese período y se separaron las actividades que inciden directamente en la cantidad y calidad de agua, que ingresaron en el modelo hidrológico, y las intervenciones indirectas, que si bien, no se pueden medir directamente, son importantes y son parte integral del manejo (educación ambiental, vigilancia, etc.).

Para hacer la modelización hidrológica, se consideraron variables climáticas de uso de suelo, usos de agua y calidad de agua. Con esta información se calculó el caudal base —usando datos históricos de precipitación— y el mapa de ecosistemas y uso de suelo. Luego se generó la proyección de caudal. Para obtener el caudal del escenario BAU y SEM se usaron los mapas de uso de suelos para cada escenario. Con esta información se pudo hacer la comparación de los beneficios hídricos de cantidad y calidad de agua entre escenarios. El modelo hidrológico que se utilizó fue desarrollado por el FONAG, en el que





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

intervino el Imperial College of London para el componente de calidad de agua. Los beneficios hídricos obtenidos de las modelizaciones fueron traducidos a beneficios económicos para el cálculo del ROI.

El ROI está dado por el Valor Presente Neto (VPN) de los beneficios de las intervenciones, dividido para el Valor Presente Neto de los costos de las intervenciones.

$$\text{ROI} = \frac{\text{VPN Beneficios Intervenciones}}{\text{VPN Costos Intervenciones}}$$

Para poder calcularlo se establecieron dos escenarios:

BAU (Business as Usual): Escenario sin intervenciones en conservación, protección o restauración (infraestructura verde) por parte del FONAG, el cual permitió determinar el impacto del actual patrón de desarrollo (expansión de zonas urbanas, agrícolas, ganaderas, etc.) sobre los indicadores de interés: calidad y cantidad del agua, es decir, un escenario de tendencia actual.

SEM (Sustainable Ecosystem Management): Escenario con manejo sostenible del ecosistema (con infraestructura verde) que incluye el desarrollo de actividades de conservación y restauración, que permitan incrementar la oferta de servicios hídricos hacia la EPMAPS.

4.1 BENEFICIOS DE LAS INTERVENCIONES

Los beneficios de las intervenciones se calcularon en términos de beneficios hidrológicos y beneficios económicos. Para calcular el beneficio hidrológico se realizó un modelamiento biofísico que incluyó el cálculo de carga y concentración de compuestos en el agua (Ochoa et al 2017).

El modelo relaciona el conocimiento acerca de los procesos hidrológicos en la cuenca, con parámetros que no pueden ser medidos directamente, pero que tienen un significado físico y pueden ser calibrados. El modelo considera la distribución de “hidrozonas”¹ en la cuenca, las cuales son definidas por el uso de suelo y presentan un comportamiento hidrológico diferenciado.

¹ Cada ecosistema constituye una hidrozona y cada hidrozona representa características hidrológicas particulares. Es un nombre propio dentro de este modelo desarrollado para el estudio.

A estas se adapta un cálculo de contribución particular de contaminantes que modifican la calidad del agua (Ochoa et al 2017).

La escala espacial a la cual el modelo hidrológico calcula y genera resultados es distribuida utilizando variables y parámetros en forma de imágenes ráster, y generando resultados para cada celda de la matriz. En cada punto, además de la estimación de esorrentía del modelo hidrológico, se obtienen estimaciones de la carga y la concentración de un compuesto. La acumulación de estos valores, utilizando un modelo de elevación digital de terreno para determinar el flujo de agua, genera como resultados el caudal, la carga y la concentración del compuesto con los aportes de la cuenca aguas arriba (Ochoa et al 2017).

En este caso se evaluaron:

- Sólidos totales
- Turbiedad
- Coliformes fecales
- Fosfatos
- Nitratos

Las zonas de contribución fueron:

- Páramos
- Bosques andinos y secundarios
- Arbustales
- Zonas agrícolas
- Plantaciones forestales
- Zonas erosionadas y degradadas
- Pastos
- Zonas urbanas
- Cuerpos de agua

Las amenazas determinadas fueron:

- Agroquímicos
- Basura y escombros
- Enduro
- Ganadería
- Minería
- Perros abandonados
- Quemaz





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

Se determinaron los caudales disponibles por oferta y demanda. Calculamos el incremento de caudales que pueden ser utilizados en las captaciones de agua.

Utilizando la herramienta ModelBuilder, por la cual se desarrolla una estructura de modelo usando ArcGIS, se determinó la concentración media mensual de los diferentes compuestos en análisis. Esta información está dada por el tipo de zona de donde sale el compuesto y los factores antrópicos (amenazas) que influyen en el mismo (Ochoa et al 2017).

A partir del beneficio hidrológico, se estableció el beneficio económico para la EPMAPS. En este caso se tomaron en cuenta aspectos como los costos de conducción, de tratamiento y las pérdidas de comercialización evitadas (Ochoa et al 2017).

a. Costos de conducción

Los costos de conducción se refieren a todos los costos operativos que debe asumir la empresa de agua, y que están involucrados en llevar el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento. Las líneas de conducción son las tuberías que conectan la captación con las plantas de tratamiento. Estos costos son esenciales para el estudio, porque representan todos los gastos en los que tiene que incurrir la empresa de agua y que deben ser incluidos en el análisis.

Para el cálculo de los costos de conducción se requirieron dos insumos: i) el volumen del caudal que lleva cada línea de conducción (medido en m^3); y, ii) el costo unitario de conducción ($\$$ dólares / m^3). En ambos casos, en series para los 20 años de análisis.

En cuanto a caudales, esta información se encuentra adecuadamente sistematizada por parte de la Gerencia de Operaciones de la EPMAPS, la cual facilitó una serie de datos de caudal para el período comprendido entre 2009 y 2016. Para la serie de 20 años (2015-2035) se realizó una proyección de ambos escenarios (BAU y SEM) utilizando los resultados de incremento o disminución del modelo biofísico.

Ahora bien, el cálculo del costo unitario de conducción resultó algo más complejo, pues la EPMAPS no cuenta con información de costos a nivel de línea de conducción, sino que el sistema financiero los presenta agregados bajo los siguientes sistemas:

- Sistema Atacazo
- Sistema Lloa
- Sistema Pichincha
- Sistema Pichincha Sur

Las líneas de conducción analizadas en el modelo biofísico forman parte del Sistema Lloa (Dique. Tambillo) y del Sistema Pichincha (Canal Pichincha), pero estos sistemas abarcan otras líneas de conducción, por lo que los costos son compartidos por cada una de las líneas.

Debido a ello, para determinar los costos de conducción de Dique Tambillo y Canal Pichincha, se procedió a distribuir la participación en el costo total, conforme al costo por longitud (km) que conduce cada línea. Analizar el costo por longitud permite distribuir de mejor manera los costos, pues al hacerlo por volúmenes conducidos podrían variar por distintos motivos, mientras que por longitud permite reducir esas distorsiones. Por ejemplo, la línea Pichincha representa el 71% de los kilómetros de infraestructura de conducción que tiene todo el Sistema Pichincha, por lo que resulta factible considerar que también asume el 71% de los costos de conducción.

Una vez distribuidos los costos de los sistemas a las líneas de conducción, se pudo determinar un costo unitario para el período 2009-2013, que es el período en el que se cuenta con información tanto para volúmenes como para costos. Aquí vale la pena señalar que la EPMAPS cambió su software de administración financiera en 2014, por lo que la información requerida fue tomada principalmente del sistema anterior, lográndose obtener una serie de 13 años (2000-2013), pero la misma no era compatible con el nuevo sistema, por lo que no se pudo obtener datos para los años 2014-2016. Por esta razón, para esos años y para los años futuros (2017 a 2035) se aplicaron tendencias sobre la base de los volúmenes de conducción para cada escenario BAU y SEM.

Finalmente, algo que debe señalarse es que en El Cinto existen 6 líneas de conducción, pero el modelo biofísico se enfocó en dos de ellas, que conducen el porcentaje mayoritario de agua que produce la cuenca (49%).

b. Costos de tratamiento

Para el cálculo de costos de tratamiento, el sistema financiero de EPMAPS cuenta con información para las plantas: Chilibulo, Toctiuco, Torohuco y El Placer. La línea Oriental o Tambillo distribuye un 30% del agua que conduce a la Planta Chilibulo y un 70% a la Planta El Placer, mientras que la línea Pichincha distribuye un 24% a la Planta Toctiuco y un 76% a la Planta El Placer.

Esta realidad, en cuanto al destino del agua de cada línea de conducción, resulta muy importante, pues el modelo biofísico arroja resultados de calidad del agua en las líneas, pero las decisiones con respecto a costos del tratamiento se realizan en las plantas, por lo que comprender cómo se distribuye el agua y qué sucede en las plantas de tratamiento es determinante.

Para el caso de la Planta Chilibulo, la información nos indica que el 67% del agua que es tratada en esta planta, proviene de la Línea Oriental o Tambillo, mientras que un 33% proviene de la Línea Chazo-Garzón, que a su vez corresponde a agua subterránea considerada de buena calidad, por lo que se ha supuesto que los costos de tratamiento en esta planta están directamente relacionados con la calidad del agua que proviene de la Línea Oriental. Estos datos son muy importantes para las proyecciones de costos de los escenarios analizados.

Algo similar sucede con la Planta Toctiuco, si bien el agua que recibe de la Línea Pichincha representa apenas un 23% del volumen total de agua que trata la planta, esta agua posiblemente es la que determina en gran parte los costos,





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

pues se trata de agua catalogada como cruda, que requiere tratamiento, y se mezcla con agua de la Línea Atacazo, que trae agua de mejor calidad.

Por lo expuesto, para la valoración de los beneficios económicos por los impactos hídricos derivados de los escenarios SEM y BAU se han considerado como objeto de investigación las Plantas Chilibulo y Toctiuco, y se requiere conocer el costo de tratamiento en ambas plantas. Por ello, es necesario contar con dos insumos: i) el volumen de tratamiento histórico, actual y el proyectado para los dos escenarios (SEM y BAU), y ii) los costos unitarios de tratamiento actual y proyectado para los dos escenarios.

En el primer caso se contó con información provista por la gerencia de operaciones de la EPMAPS para los años 2009 a 2016. En el segundo caso, se contó con costos anuales de tratamiento hasta el año 2013, los cuales, divididos para el volumen de tratamiento, determinaron el costo unitario de tratamiento. Para los años 2014 a 2015 se utilizaron tendencias, y para los años 2017 a 2035 se utilizaron tendencias sobre la base del impacto de los escenarios SEM y BAU en los parámetros de calidad del agua que llega a través de las líneas Oriental y Pichincha.

Para determinar el impacto del cambio de los parámetros de calidad en el costo unitario de tratamiento se tomó en consideración el porcentaje de mejoría (escenario SEM) o de deterioro (escenario BAU), bajo el supuesto de que el costo unitario varía en la misma dirección y magnitud que el cambio porcentual en los parámetros de calidad del agua.

Con el fin de no sobreestimar el impacto en los costos unitarios, se consideraron los porcentajes promedio sin valores extremos, por lo que en el escenario BAU los costos unitarios aproximadamente se duplican en comparación con la línea base, mientras que en el escenario SEM se reducen entre 46% y 10%.

Una mejor estimación de los cambios en los costos unitarios requeriría un análisis químico en las plantas de tratamiento, en un período largo de tiempo, lo cual escapa al alcance de este estudio y a los esfuerzos realizados en el modelamiento biofísico.

A diferencia del caso de los costos de conducción, acá los principales costos corresponden a los costos variables, estos representan el 86,4% en la Planta Toctiuco y el 82% en la Planta Chilibulo, en promedio para los años 2000 a 2013, siendo los rubros de mayor peso: mano de obra directa, servicios prestados por terceros y productos de potabilización.

c. Pérdida de comercialización evitada

En el escenario BAU el modelo biofísico ha determinado que existirá una menor disponibilidad de agua, lo que significa para la EPMAPS una pérdida por ventas de agua no realizadas. Mientras que en el escenario SEM se espera que se mantenga similar el volumen de agua que la situación actual, e incluso, que en algunos meses se incremente levemente. Esta agua tendría asegurado un mercado, pues el sistema occidental de producción de agua de la EPMAPS es deficitario en relación con la demanda que satisface, la misma que es cubierta con un bombeo de agua desde el sistema oriental en la estación Santa Rosa.

Este leve incremento de agua del escenario SEM ayudaría a reducir la necesidad de bombeo.

Para valorar estas pérdidas y beneficios, se propuso lo siguiente:

- Determinar los volúmenes en que decrece (BAU) o incrementa (SEM) cada escenario.
- Descontar en estos volúmenes los porcentajes por pérdidas operacionales que la EPMAPS proyecta.
- A los volúmenes resultantes, determinarles la brecha de metros cúbicos (m^3) que se dejarían de producir entre el escenario SEM y BAU y multiplicarlos por el precio promedio de venta de agua (\$0,5) por m^3 , menos los costos no operativos por m^3 (administrativos \$0,14 y comerciales \$0,03), pues los costos operativos de conducción y tratamiento ya han sido considerados en el anterior análisis.

Tanto para el escenario BAU (pérdida de agua) como para el escenario SEM (incremento de agua) se ha supuesto que los impactos en la disponibilidad de agua se distribuyen proporcionalmente a lo largo de los 20 años de proyección del modelo biofísico.

4.2 COSTOS DE LAS INTERVENCIONES

Se determinó, con FONAG, cuáles serían las intervenciones por realizarse en la cuenca, para cumplir el escenario SEM. Se calcularon los costos de dichas intervenciones tanto en gastos de inversión como en gastos operativos para 20 años (2015-2035). Los costos fueron transformados a Valor Presente Neto para poder realizar las comparaciones en el tiempo.

4.3 CÁLCULO DEL ROI

Este es el último paso requerido para determinar la tasa de retorno sobre la inversión –ROI–, para lo cual se incorporó a los costos futuros (escenario SEM) de la EPMAPS los costos en los que el FONAG incurriría, para obtener los resultados en la cantidad y calidad del agua futura esperada. El gráfico 1 representa la diferencia de costos totales entre el escenario BAU y SEM para la empresa de agua (EPMAPS), donde el $\Delta bB1 A1$ (triángulo azul grande) representa los costos de EPMAPS para los siguientes 20 años sin la intervención del FONAG; $\Delta cC1 A1$ (triángulo verde más pequeño) representan los costos de EPMAPS para los siguientes 20 años con intervenciones del FONAG. El Eje Y representa los costos en dólares y el Eje X representa la cantidad y calidad del agua. Como muestra el gráfico, el monto de los costos que debe asumir la EPMAPS disminuye con las intervenciones del FONAG, a medida que aumenta la calidad y cantidad del agua.

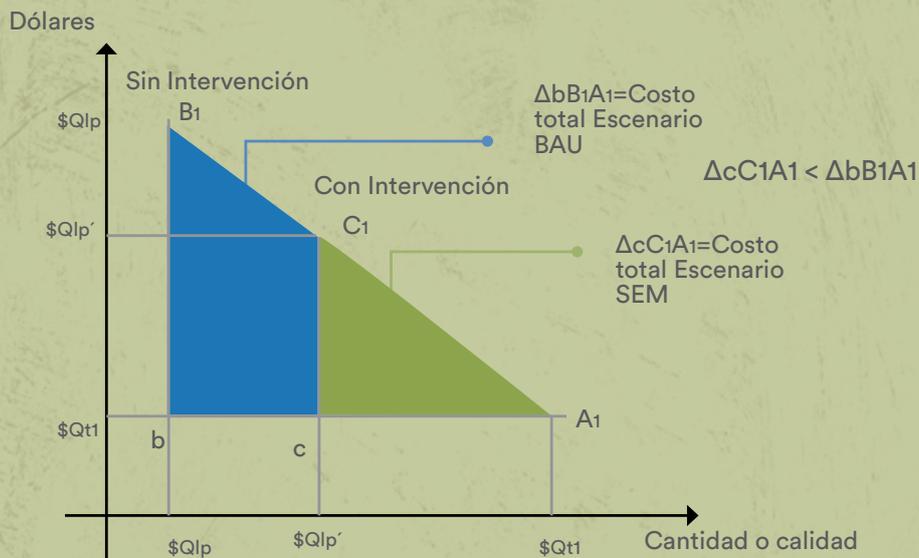




¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

Grafico 1. Costo total para EPMAPS en escenario SEM.



Fuente y elaboración: Max Lascano

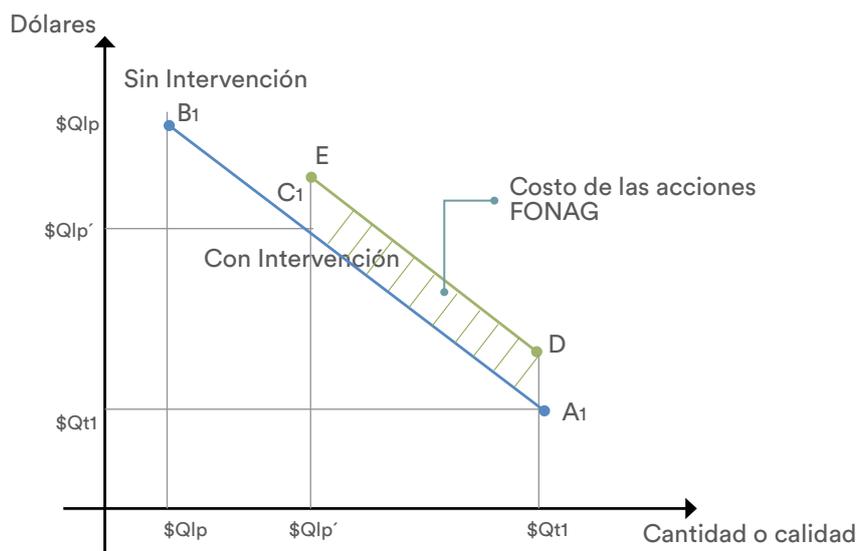
En este punto, para determinar los costos del FONAG se programó lo siguiente:

- Determinar las áreas donde la modelación biofísica determina mayor impacto para: captaciones, sistemas de conducciones, tanques o plantas de tratamiento.
- Determinar los costos de conservación, protección o restauración a lo largo de la ejecución de las Hojas Ruta del FONAG.
- Determinar los costos de conservación, protección o restauración en el largo plazo (hasta el momento en que se obtengan los resultados esperados en la cantidad y calidad, determinada en el modelo):
 - » Costos operativos y de inversión.
 - » Costos de monitoreo y/o mantenimiento.
 - » Costos de financiamiento (intereses, oportunidad).

Adicionalmente, los costos futuros se expresaron en su valor presente, con el fin de poder compararlos con los costos actuales, para lo cual se utilizó una tasa de descuento.

El gráfico 2 representa los costos de las acciones del FONAG, donde el área sombreada representa el costo total de las intervenciones de FONAG (C₁E A₁D), que implica evitar un estado de la cantidad y calidad del agua en escenario BAU (punto B₁) para pasarlo a un escenario SEM (punto C₁).

Gráfico 2. Costo de las acciones de FONAG en escenario SEM.



Fuente y elaboración: Max Lascano

Una vez determinados los costos de FONAG, se determinó la tasa de retorno (ROI), que vendrá dada por los beneficios (o costos evitados) para la EPMAPS, que la intervención de FONAG tendrá sobre la cantidad y calidad del agua, lo cual se puede expresar en la siguiente relación:

$$ROI = \frac{VPN \text{ Beneficios Intervenciones}}{VPN \text{ Costos Intervenciones FONAG y EPMAPS}}$$

Donde:

- › VPN es la sigla para el valor presente neto de un flujo de valores futuros.
- › Costos intervenciones corresponde al costo en que FONAG incurre (en el horizonte temporal de la evaluación) en las acciones de manejo sostenible, más las acciones en que incurre la propia EPMAPS en aspectos únicamente incrementales (no operativos), y que corresponden a acciones de monitoreo de los impactos.
- › Beneficio intervenciones corresponde a la valoración económica de los impactos de las intervenciones de FONAG y viene dado por:





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

$$\text{Valor económico de los beneficiarios hídricos} = \text{Costos Escenario BAU} - \text{Costos Escenarios SEM} + \text{Pérdidas de Comercialización Evitadas}$$

Donde:

- Costo Escenario BAU = Costos de Conducción BAU + Costo de tratamiento BAU
- Costo Escenario SEM = Costos de Conducción SEM + Costo de tratamiento SEM
- Pérdidas de Comercialización Evitadas = Volumen Comercializado * Precio de Venta - Volumen Comercializado Excedentario *(Costos de Comercialización + Costo de Administración)
- Volumen Comercializado Excedentario = (Volumen SEM - Volumen BAU) * % de pérdidas den el sistema

4.4 TASA DE DESCUENTO, HORIZONTE TEMPORAL Y PRECIOS CORRIENTES

Para el cálculo del ROI se trabajó con costos y beneficios en valores presentes, para ello, en conjunto con EPMAPS se analizó cual sería la tasa de descuento que mejor se ajusta a la realidad de la empresa.

En este sentido, se pudo determinar que conforme a las políticas de EPMAPS, el aporte o financiamiento que la empresa realiza a FONAG puede entenderse como una inversión que podría tener otras alternativas potenciales. Un ejemplo de esto son las inversiones financieras, es decir, si EPMAPS podría tomar la decisión de no invertir en FONAG, la alternativa más cercana (costo de oportunidad) sería invertir los mismos recursos en algún otro instrumento financiero.

En este sentido, se analizó qué alternativas legales y financieras EPMAPS tiene para realizar inversiones financieras. Adicionalmente, se constató que conforme las resoluciones No 034-2015M del 27 de enero de 2015 y 133-2015M del 29 de septiembre de 2015 de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, la tasa autorizada para inversiones que una entidad del sector público no financiero puede realizar, corresponde a la tasa pasiva referencial a plazo mayor a un año, expedida por el Banco Central, que para septiembre de 2017 era de 7%. Por lo que la tasa de descuento que se utilizó en el presente estudio corresponde al 7%.

5

RESULTADOS

5.1 BENEFICIOS INTERVENCIONES

El modelo obtiene resultados para parámetros de cantidad y calidad del agua, que representan un promedio interanual para el año 20 en los dos canales analizados: Canal Pichincha (Línea Pichincha) y Dique Tambillo (Línea Oriental), que en conjunto representan el 49% del volumen total de agua que El Cinto aportó en 2015 al sistema de conducción occidental, que abastece de agua a la población del Distrito Metropolitano de Quito. Además, estas dos líneas son las únicas superficiales y, por ende, las más sujetas a recibir impactos ambientales, mientras que las demás son subterráneas y con agua calificada de alta calidad.

En cuanto a calidad, se hizo la modelación para los parámetros: coliformes, sedimentos, fosfatos, turbiedad y nitratos. En la tabla 1 se presentan los datos más significativos en cuanto a turbiedad y sedimento.





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

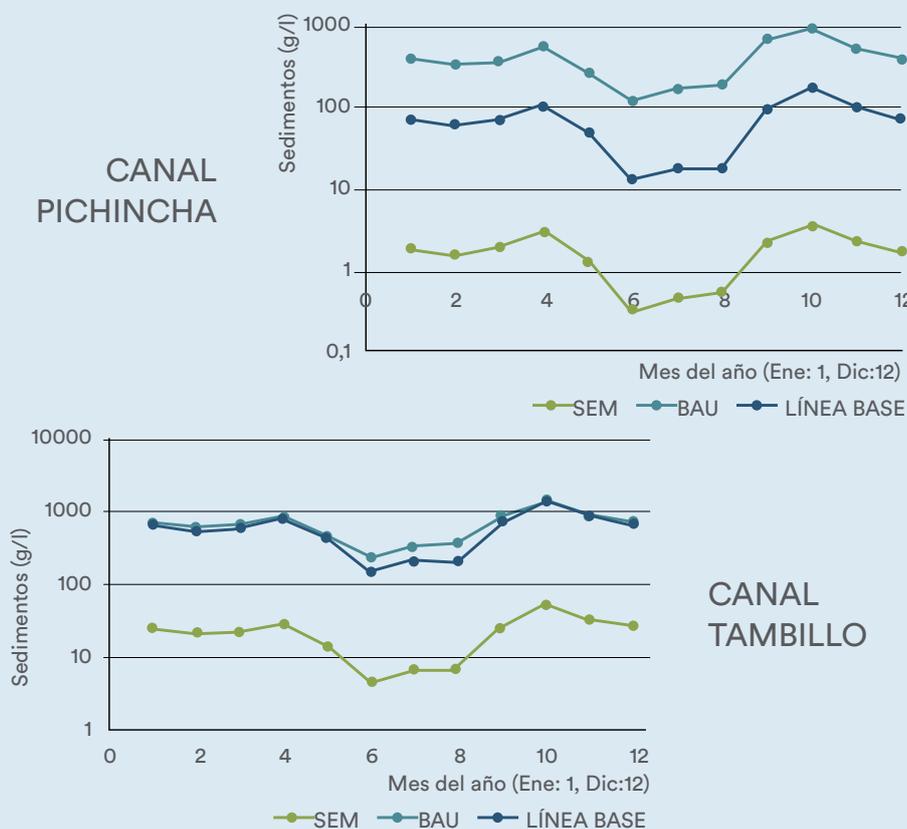
Tabla 1. Resultados en cuanto a calidad de agua para escenarios SEM y BAU

Parámetros	L. Pichincha (promedio mensual)			D. Tambillo (promedio mensual)		
	Actual	BAU	SEM	Actual	BAU	SEM
Sedimentos g/l	881	4.946	1	617	667	22
	P. Toctiuco (promedio mensual)			P. Chilibulo (promedio mensual)		
	Actual	BAU	SEM	Actual	BAU	SEM
Turbiedad NTU/año	347	605	7	83	118	6

Fuente: FONAG, 2017.

Los resultados del modelamiento para los datos proyectados en el año 2035 se presentan en los gráficos 3 al 5. El gráfico 3, por su parte, muestra los resultados en cuanto al parámetro de calidad concentración de sedimentos. Se puede observar que en ambas líneas, en el escenario SEM, la concentración de sedimentos en todos los meses se encuentra bastante por debajo de lo que ocurre tanto en el escenario BAU como en la Línea Base, lo cual es mucho más amplio en el caso del Canal Pichincha, donde la situación BAU está incluso más deteriorada que en la Línea Base. Se puede ver que en el escenario SEM se observa una recuperación del recurso.

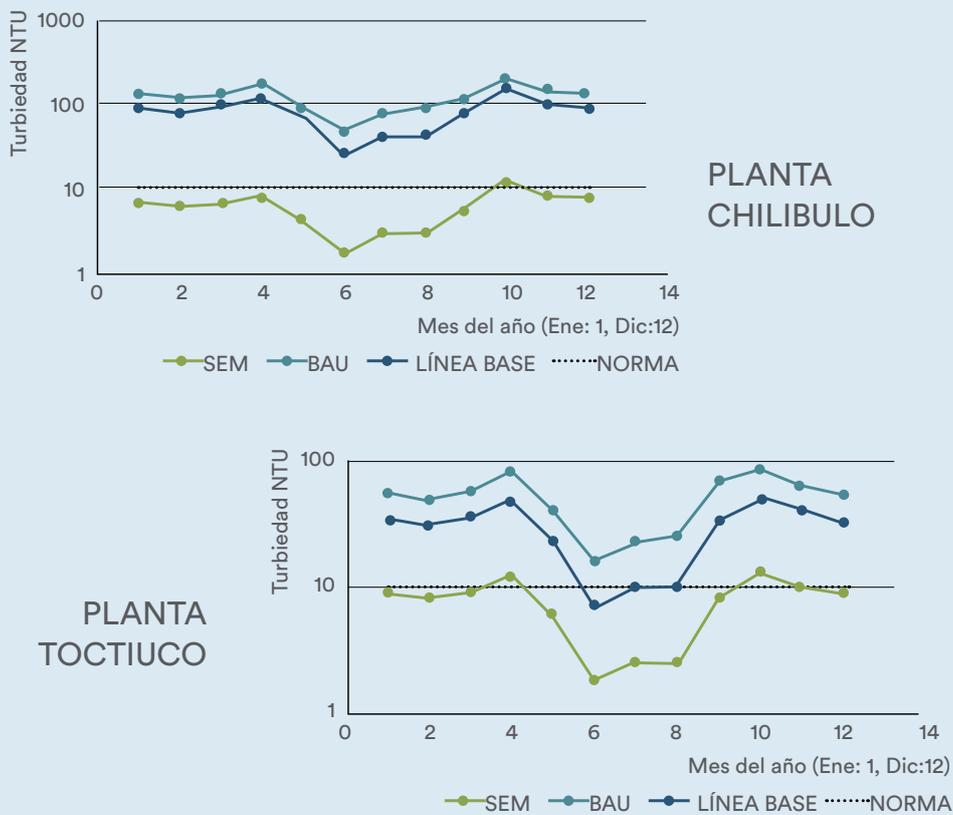
Gráfico 3. Resultados en cuanto a Sedimentos



Fuente y Elaboración: FONAG, 2017.

En el gráfico 4 se presentan los resultados del parámetro turbiedad. En el mismo se pueden observar los resultados que se obtienen para la planta de tratamiento Chilibulo (que recibe el aporte de D. Tambillo) y la de Toctiuco (que recibe el aporte del Canal Pichincha), de modo tal que en el escenario SEM se logra que los parámetros de turbiedad se encuentren en gran parte del año bajo la norma, mientras que en el escenario BAU superan la norma (de forma considerable) durante todo el año. Por lo que la intervención de FONAG permitirá mejorar estos resultados en la mayoría de los meses del año.

Gráfico 4. Resultados en cuanto a Turbiedad



Fuente y Elaboración: FONAG, 2017.

En el gráfico 5 se puede observar el comportamiento en cuanto a caudal en la Línea Pichincha, en el escenario BAU se produce una disminución del caudal para todos los meses del año; mientras que para el escenario SEM los resultados muestran un muy leve incremento del caudal a la situación actual. Algo similar sucede para el Dique Tambillo (o Línea Oriental). Se puede decir que la intervención del FONAG (escenario SEM) permitirá principalmente mantener los actuales caudales e incrementar un mínimo volumen adicional. No obstante, al caer el caudal en el escenario BAU, eso implica que existe un considerable beneficio en el escenario SEM, pues permite mantener los caudales observados en la línea base.

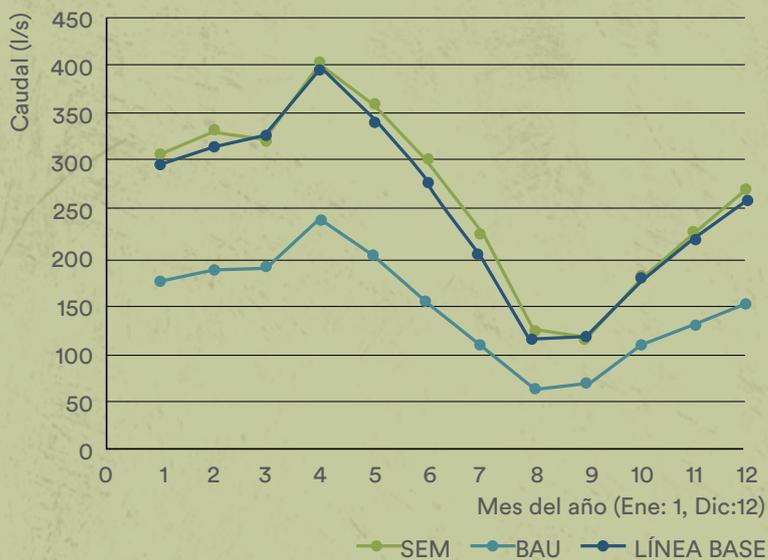




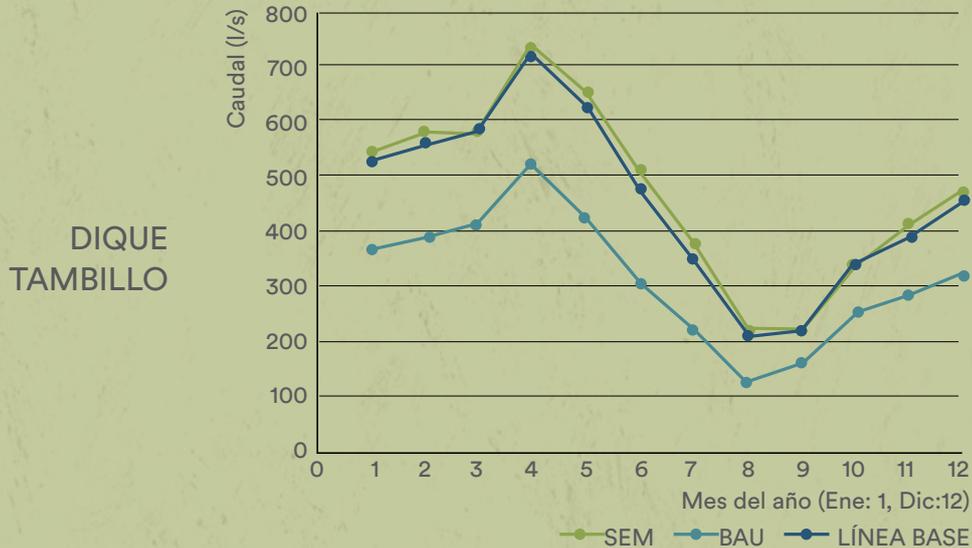
¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

Gráfico 5. Resultados en cuanto a Caudal



CANAL PICHINCHA



DIQUE TAMBILLO

Fuente y Elaboración: FONAG, 2017.

El modelo arrojó resultados para el nivel de caudal en dos de los principales canales en la cuenca del río Cinto: Línea Pichincha y Dique Tambillo, en el caso de la Línea Pichincha en el escenario BAU el caudal tiene una reducción en 20 años de un 41% con relación al año base, mientras que en el caso del Dique Tambillo hay una reducción de 31%. En el escenario SEM se esperan incrementos marginales en el caudal; en la Línea Pichincha se presenta un incremento de 3,3% y de 2,6% en el Dique Tambillo.

Los beneficios hídricos que las intervenciones del FONAG producen se presentan de la siguiente manera:

- a. Mantener el caudal a largo plazo. Esto implica evitar una reducción en el volumen de agua comercializada para la EPMAPS, lo que se evidencia en la brecha entre el caudal en escenario SEM y BAU, la cual es significativa, de modo que en Dique Tambillo la caída en el caudal alcanza al 31% de la línea base y en el Canal Pichincha el 41% (ver Tabla 2). Esto implica que el escenario SEM proyecta mantener un volumen de agua que representa importantes ingresos por venta de agua.

Tabla 2. Variaciones en Caudales por Tipo de Escenario en 20 años

Escenario	Línea Pichincha	Diferencia	D. Tambillo	Diferencia
Línea base (lt/s)	3.057,82		5.474,55	
SEM (lt/s)	3.159,88	+ 3,3%	5.619,39	+ 2,6%
BAU (lt/s)	1.802,35	- 41%	3.756,06	- 31%

Fuente: FONAG, 2017. Elaboración: Max Lascano

El modelo supuso que las disminuciones en los caudales del escenario BAU se inician desde el primer año en que FONAG dejaría de intervenir en el área y linealmente se proyectarían a lo largo de 20 años, hasta alcanzar la reducción prevista para cada línea de conducción (31% en D. Tambillo y 41% en C. Pichincha).

Algo similar se realizó para distribuir el leve incremento en los caudales del escenario SEM, es decir, se proyectó linealmente, a lo largo de los 20 años, el incremento en los caudales (2,6% en D. Tambillo y 3,3% en C. Pichincha).

En ambos casos, los supuestos se sustentaron en que las acciones que FONAG ha identificado para intervenir en la cuenca son acciones que impactan desde su implementación en los caudales (acuerdos con ganaderos por abrevaderos, protección de canales, entre otros).

No obstante, vale la pena insistir que el principal beneficio son las pérdidas evitadas, que se generarían debido a un menor volumen de comercialización de agua que la EPMAPS dejaría de vender en el escenario BAU.

- b. Mejora en la calidad del agua. En ambas líneas de conducción analizadas (Canal Pichincha y Dique Tambillo) el modelo proyectó una mejora en algunos parámetros de calidad del agua (Tabla 1), lo cual se traduce en que estas dos líneas aportarán agua de mejor calidad a las plantas de tratamiento a las que se dirigen, lo que se traduce en una reducción de costos por tratamiento del agua.





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

Además, al igual que en el caso del caudal, un importante beneficio viene dado por la importante brecha que existe en los parámetros de calidad entre los escenarios BAU y SEM, que implica que los costos de tratamiento en el escenario BAU son más altos que en el SEM, produciéndose un costo evitado con la intervención de FONAG.

El modelo supuso que la reducción de costos por tratamiento en el escenario SEM se produce luego del primer año de implementación de las acciones de FONAG en El Cinto, es decir, su efecto en los costos se produce desde el año 2, lo cual se justificaría debido al tipo de acciones que FONAG ha decidido implementar (cercado de canales, acuerdos para alejar ganado de canales, cierre de áreas de enduro de motos, etc.) que tendrían efecto al siguiente año de su implementación.

Mientras que por el lado de los costos de tratamiento del escenario BAU se supuso que estos se van incrementando (por el deterioro del ecosistema) de forma lineal, mostrando su impacto total, al finalizar los 20 años.

Una vez determinados los costos de los dos escenarios, se procedió a determinar el Valor Presente Neto (VPN) de cada uno de ellos, para poder determinar el costo evitado y, por ende, el valor económico de los beneficios hídricos.

**Valor económico
de los beneficiarios
hídricos**

=

**VPN del
Beneficio de las
Intervenciones**

=

**VPN Costos Escenarios
BAU – VPN Costos
Escenario SEM
+ Beneficios por
Comercialización de
Volúmenes Excedentarios
entre Escenario SEM y
BAU**

5.2 COSTOS DE INTERVENCIONES

Las intervenciones identificadas para el escenario SEM en la cuenca de El Cinto incluyen:

- Control y vigilancia en zona alta
- Restauración en zona alta
- Control y vigilancia en zona media y baja
- Alternativas productivas frente a la ganadería
- Alternativas productivas frente a la agricultura
- Turismo
- Educación Ambiental
- Convenios y alianzas
- Fortalecimiento organizacional
- Comunicación

Además, se determinó que en el escenario SEM se requerirá el apoyo de EP-MAPS en temas de monitoreo de calidad y cantidad de agua.

A través de la valoración del costo de dichas intervenciones se obtiene que:

El costo total de las intervenciones del FONAG y de la EPMAPS para el manejo sostenible de la cuenca de El Cinto alcanza un total de USD \$3.679.411 para un período de 20 años, de los cuales un 19% corresponde a gastos de inversión y un 81% a costos operativos. Al traer estos costos a Valor Presente Neto, se obtiene el valor de \$2.080.052.





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

Año	FONAG		EPMAPS		TOTAL		Total
	Inversión	Operativos	Inversión	Operativos	Inversión	Operativos	
1 (2016)	12,000	23,804		24,461	12,000	48,265	60,265
2 (2017)	97,872	45,115	18,358	112,306	116,230	157,421	273,651
3 (2018)	165,850	61,284	3,548	87,518	169,398	148,802	318,200
4 (2019)	131,850	92,844	3,548	87,518	135,398	180,362	315,760
5 (2020)	96,850	83,644	1,892	97,518	98,742	181,162	279,904
6 (2021)	65,600	74,644	1,183	87,518	66,783	162,162	228,945
7 (2022)	13,600	64,084	14,382	109,866	27,982	173,950	201,932
8 (2023)	9,000	66,196	1,183	97,518	10,183	163,714	173,897
9 (2024)	4,000	51,588		87,518	4,000	139,106	143,106
10 (2025)	9,000	51,588		87,518	9,000	139,106	148,106
11 (2026)		56,868		97,518	0	154,386	154,386
12 (2027)	5,000	56,868	13,199	109,866	18,199	166,734	184,933
13 (2028)		56,868		87,518	0	144,386	144,386
14 (2029)		56,868		97,518	0	154,386	154,386
15 (2030)		56,868		87,518	0	144,386	144,386
16 (2031)		56,868		87,518	0	144,386	144,386
17 (2032)		46,308	13,199	119,866	13,199	166,174	179,373
18 (2033)		48,420		87,518	0	135,938	135,938
19 (2034)		51,588		87,518	0	139,106	139,106
20 (2035)		56,868		97,518	0	154,386	154,386
TOTAL	610,622	1,159,183	70,492	1,839,135	681,114	2,998,318	3,679,432
VPN Costo de Interv:		\$2,080.052					
Tasa de Descuento		0,07					

5.3 CÁLCULO DEL ROI

Como se mencionó, el cálculo del ROI está dado por el Valor Presente Neto de los beneficios de las intervenciones, dividido para el Valor Presente Neto de los costos de las intervenciones.

$$\text{ROI} = \frac{\text{VPN Beneficios Intervenciones}}{\text{VPN Costos Intervenciones}} = \frac{4'478.880}{2'080.052} = 2,15$$

El resultado de este estudio refleja un ROI positivo de 2,15, lo cual implica que, por cada dólar invertido en temas de manejo sostenible en la cuenca de El Cinto, FONAG y EPMAPS, se recuperan 2, 15 dólares.

6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los buenos análisis de retorno de la inversión requieren de información sistemática y de calidad. Los desafíos más grandes para realizar este tipo de estudios están en el poder cuantificar los beneficios de las intervenciones, pues muchas veces la información no es adecuada o no está disponible. En este caso, la información fue lo suficientemente válida/robusta para realizar el análisis.

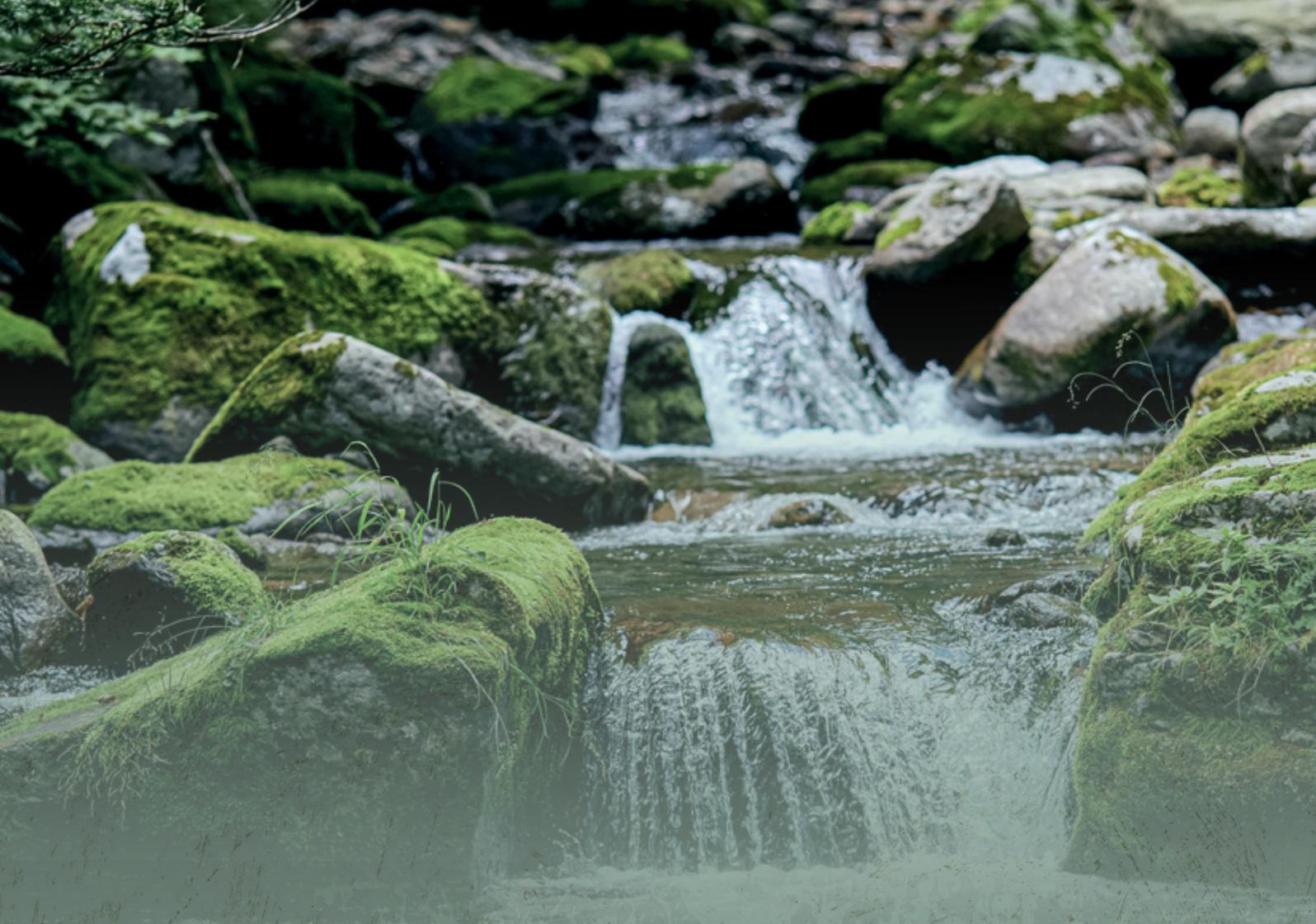
Mas allá de los resultados numéricos de este estudio, un factor positivo fue el acercamiento y colaboración entre FONAG y EPMAPS. Si bien la relación ya era positiva, la realización de este estudio permitió el intercambio de información y un mejor entendimiento de las necesidades de la EPMPAS y de las oportunidades y beneficios que el FONAG puede brindar.

Los beneficios ambientales y sociales de la protección de los ecosistemas se están empezando a medir y muestran resultados positivos en varias áreas del FONAG. Sin embargo, demostrar beneficios económicos también es positivo, porque permite justificar la necesidad de continuar con la inversión y atraer a nuevos socios.

Se recomienda utilizar los resultados de este análisis en el contexto de lo que son: un estudio piloto. Al ser positivos los resultados, es necesario compartirlos y mostrar los beneficios de la inversión en conservación. La comunicación y difusión de este esfuerzo puede ser útil para animar a otros fondos de agua y constituyentes a invertir en estos análisis.

Se recomienda también la ampliación de este estudio a otras áreas de intervención del FONAG e incluir otros constituyentes actuales o potenciales. Uno de los desafíos de escalamiento es que ni FONAG ni EPMAPS tiene la información financiera asociada a las áreas de intervención (cuencas hidrográficas). FONAG tiene información, pero esta está detallada por programas y no por áreas.





EPMAPS, sin embargo, tiene la información agregada por grandes sistemas que en ocasiones incluyen varias cuencas.

Otro desafío importante es que la planificación de FONAG está detallada para períodos de 5 años. Por lo tanto, proyectar el análisis hacia el futuro requiere identificar las posibles intervenciones a largo plazo.

A partir de este estudio, FONAG decidió que era importante ampliar el ámbito de estudio a todo su ámbito de trabajo o área de intervención, conjuntamente con EPMAPS y ATUK (una consultora de apoyo y soporte técnico especializado). Este estudio fue la base para que se creara una línea de acción en hidroeconomía,² enfocada en mejorar el análisis de los beneficios hídricos y económicos que generan las intervenciones del FONAG para sus socios constituyentes. Los estudios siguientes han incluido una mejor conceptualización de los escenarios, mejor análisis económico y en ellos también se han cuantificado otros indicadores hidroeconómicos. Esto ha permitido que además del ROI, FONAG tenga otros indicadores. Este proceso también ha fortalecido la relación entre la empresa de agua y FONAG y el involucramiento de otros socios académicos.

² Se refiere al campo donde se relaciona la hidrología con las estrategias de recuperación y conservación de fuentes de agua con la economía (más amplio que el ROI).

7 REFERENCIAS

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinnehold A, Stevens M., 2009. *Manual para el desarrollo de planes d, e seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.

EPMAPS, 2014. *Estudio de Impacto Ambiental Ex-Post Sistema Centro-Occidente*. EPMAPS. Quito.

EPMAPS, 2017. *Cédulas Presupuestarias de Egresos 2015*. EPMAPS, Quito.

Escandón S., Intriago M., Torres S., Cadena D., Aguirre J., Pérez C., Consultoría para levantar una línea base de la unidad hidrográfica del río El Cinto, occidente del DMQ y proponer un plan de acción, FONAG, Quito, 2016.

Escandón S., Intriago M., Torres S., Cadena D., Aguirre J., Pérez C. *Consultoría para levantar una línea base de la unidad hidrográfica del río El Cinto, occidente del DMQ y proponer un plan de acción*. FONAG, Quito, 2016.

García, J., 2008. *Evaluación económica, financiera y social ¿Cuáles son sus diferencias?* Equilibrio Económico, Año IX, Vol. 4 No. 1, pp. 77-82.

Greenspace, 2012. *¿Qué es la infraestructura verde?* Boletín de la Red de Infraestructura Verde, Septiembre 2012 Número 1.

INEC, 2017. *Datos estadísticos sobre inflación en Ecuador*. Disponible en línea: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/inflacion-diciembre-2016/>.

Ochoa-Tocachi, Boris F., Vera Andrea, Chicaiza, Paúl; Lahuate, Braulio, De Bièvre, Bert, 2017. *Módulo de Transporte de Compuestos Orgánicos e Inorgánicos Adaptado al Modelo Hidrológico*. FONAG. Quito.

The Nature Conservancy, 2012. *Mejorando los Retornos por Inversiones en Conservación para la Gente y la Naturaleza en el Oriente del Valle del Cauca, Colombia*. Colombia.

The Nature Conservancy, 2016. Valoración económica de programas de conservación de cuencas: Asuntos claves y estudio de caso. Presentación durante taller organizado por TNC y FONAG, 16 y 18 de noviembre de 2016.

Vega, V., 2016. Diagnóstico Hidro-Social y la Caracterización de Ecosistemas y Usos de Suelo en las Áreas Ampliadas de Intervención del FONAG. Caracterización de ecosistemas y uso de suelos de las áreas ampliadas del ámbito geográfico del FONAG, caracterización física del área ampliada en la parte occidental del ámbito geográfico para la aplicación del análisis hidro-social y caracterización socio-económica en el ámbito geográfico que enmarca la configuración hidro-social. FONAG, Quito.

Vega, V., 2016. Diagnóstico Hidro-Social y la Caracterización de Ecosistemas y Usos de Suelo en las Áreas Ampliadas de Intervención del FONAG. Caracterización de ecosistemas y uso de suelos de las áreas ampliadas del ámbito geográfico del FONAG, caracterización física del área ampliada en la parte





¿Vale la pena invertir?

Un estudio de caso sobre el retorno de la inversión en el Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

occidental del ámbito geográfico para la aplicación del análisis hidro-social y caracterización socio-económica en el ámbito geográfico que enmarca la configuración hidro-social. FONAG, Quito.

Vega, V., 2016b. Diagnóstico Hidro-Social y la Caracterización de Ecosistemas y Usos de Suelo en las Áreas Ampliadas de Intervención del FONAG. Análisis de las Geometrías de Poder, Descripción; Análisis De Las Fuentes De Presión Y Análisis De Conflictos En El Ámbito Geográfico Que Enmarca La Configuración Hidro-Social. FONAG. Quito.

Vega, V., 2016b. Diagnóstico Hidro-Social y la Caracterización de Ecosistemas y Usos de Suelo en las Áreas Ampliadas de Intervención del FONAG. Análisis de las Geometrías de Poder, Descripción; Análisis De Las Fuentes De Presión Y Análisis De Conflictos En El Ámbito Geográfico Que Enmarca La Configuración Hidro-Social. FONAG. Quito.

Vega, V., 2016c. Diagnóstico Hidro-Social y la Caracterización de Ecosistemas y Usos de Suelo en las Áreas Ampliadas de Intervención del FONAG. Elaboración de los Planes de Acción Requeridos para Minimizar las Presiones sobre la Cantidad y Calidad de Agua de las Fuentes que Abastecen al Distrito Metropolitano de Quito dentro del Área de Análisis Hidro-Social. FONAG, Quito.

Vega, V., 2016c. Diagnóstico Hidro-Social y la Caracterización de Ecosistemas y Usos de Suelo en las Áreas Ampliadas de Intervención del FONAG. Elaboración de los Planes de Acción Requeridos para Minimizar las Presiones sobre la Cantidad y Calidad de Agua de las Fuentes que Abastecen al Distrito Metropolitano de Quito dentro del Área de Análisis Hidro-Social. FONAG, Quito.

Wageningen University and Research Centre, 2016. El modelo SWAP. Consulta en línea: <http://www.swap.alterra.nl/> The Natural Capital Project, 2016. El modelo InVEST. Consulta en línea: <http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST>



