

# Panorama para la distribución de los beneficios de los servicios ambientales hidrológicos de la cuenca del río Quijos, Ecuador

Marcela Quintero, Rubén Darío Estrada, Jairo Burbano, Jeimar Tapasco, Natalia Uribe, Germán Escobar, Emilie Beland, Alonso Moreno, Carla Gavilanes, David Mantilla y Jefferson Valencia



A partner of the



RESEARCH PROGRAM ON Water, Land and Ecosystems

## **CIAT**

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) —miembro del Consorcio CGIAR— en colaboración con cientos de socios en todo el mundo en desarrollo, genera tecnologías, métodos y conocimientos que permiten a los agricultores, en especial los de escasos recursos, lograr mayor eco-eficiencia en la agricultura. Es decir, contribuye a que la producción sea más competitiva y rentable, así como sostenible y resiliente, mediante el uso sensato, en términos económicos y ecológicos, de los recursos naturales y los insumos adquiridos. Con su sede principal cerca de Cali, Colombia, el CIAT realiza investigación orientada al desarrollo en las regiones tropicales de América Latina, África y Asia.

[www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org)

## **GIZ**

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH - *Cooperación Alemana al Desarrollo*. La protección del medio ambiente es una prioridad de los Gobiernos ecuatoriano y alemán. Por ello la GIZ, por encargo del Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) a través del Programa Gestión Sostenible de Recursos Naturales (Gesoren), apoya los esfuerzos que realizan organismos estatales, no gubernamentales y privados para valorar y preservar las áreas protegidas y sus áreas de influencia en el Ecuador. La conservación y el uso sostenible de los recursos naturales deben ser un medio para mejorar las condiciones de vida de la población ubicada en las zonas de influencia de las áreas protegidas. El Gesoren desarrolla actividades tendientes a lograr la visión integral del desarrollo sostenible en los territorios, dando énfasis a los grupos indígenas y pequeños productores.

En Ecuador y en el área prioritaria de protección del medio ambiente, la GIZ ejecuta el Programa Gesoren, cuyo objetivo es contribuir para que “la población rural diferenciada por género y etnia, ubicada próxima a áreas protegidas, en las zonas de amortiguamiento y corredores de conectividad, seleccionadas por el Programa, mantenga y/o recupere las funciones de los ecosistemas presentes y mejore sus ingresos”.

[www.giz.de](http://www.giz.de)

## **Rimisp**

El Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (Rimisp) es una organización regional sin fines de lucro, cuya misión es apoyar procesos de cambio institucional, transformación e innovación productiva y fortalecimiento de las capacidades de actores y grupos sociales, con el fin de propender por el crecimiento económico con inclusión social y sustentabilidad ambiental de las sociedades rurales latinoamericanas. Para ello, Rimisp funda su legitimidad en su cultura organizacional, su trabajo colaborativo y en la amplitud y el tipo de relaciones con sus socios, confiriendo una importancia primordial a invertir en la construcción de alianzas con socios diversos, basadas en normas de confianza, reciprocidad y respeto.

[www.rimisp.org](http://www.rimisp.org)

## **CPWF**

El CGIAR Challenge Programme on Water and Food - *Programa de Reto de CGIAR sobre Agua y Alimentos* (CPWF, por sus siglas en inglés) fue puesto en marcha en 2002 con el fin de aumentar la resiliencia de los sistemas sociales y ecológicos a través de un mejor manejo de los recursos hídricos para la producción de alimentos (cultivos, pesca y ganadería). Para ello trabajamos con un enfoque innovador de investigación y desarrollo que reúne a una amplia gama de científicos, especialistas en desarrollo, formuladores de políticas y comunidades, en seis cuencas hidrográficas, para enfrentar los desafíos de la seguridad alimentaria, la pobreza y la escasez de agua.

El CPWF es parte del Programa de Investigación de CGIAR sobre Agua, Tierra y Ecosistemas (WLE, por sus siglas en inglés), que combina los recursos de 11 centros de CGIAR y múltiples socios internacionales, regionales y nacionales para brindar un enfoque integral a la investigación del manejo de los recursos naturales. El objetivo del programa es reducir la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria mediante el desarrollo de la agricultura dentro de la naturaleza. El WLE es liderado por el Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI).

El CPWF aportó apoyo financiero y técnico, en el marco de su proyecto “Evaluación y proyección de los impactos de mecanismos de distribución de beneficios en las cuencas hidrográficas”, liderado por el CIAT. Los fondos para esta investigación provinieron del Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido, la Comisión Europea (CE), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude).

[www.waterandfood.org](http://www.waterandfood.org)

# Panorama para la distribución de los beneficios de los servicios ambientales hidrológicos de la cuenca del río Quijos, Ecuador

Marcela Quintero, Rubén Darío Estrada, Jairo Burbano, Jeimar Tapasco, Natalia Uribe, Germán Escobar, Emilie Beland, Alonso Moreno, Carla Gavilanes, David Mantilla y Jefferson Valencia



Centro Internacional de Agricultura Tropical  
*International Center for Tropical Agriculture*  
Apartado Aéreo 6713  
Cali, Colombia  
Tel.: 57 2 4450000  
Fax: 57 2 4450073  
Correo electrónico: m.quintero@cgiar.org  
Sitio web: www.ciat.cgiar.org

Documento de Trabajo CIAT No. 224  
Tiraje: 100 ejemplares  
Impreso en Colombia  
Diciembre de 2013

Panorama para la distribución de los beneficios de los servicios ambientales hidrológicos de la cuenca del río Quijos, Ecuador / Marcela Quintero, Rubén Darío Estrada, Jairo Burbano, Jeimar Tapasco, Natalia Uribe, Germán Escobar, Emilie Beland, Alonso Moreno, Carla Gavilanes, David Mantilla y Jefferson Valencia -- Cali, CO : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) GmbH; Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP); Iniciativa del Programa de Reto de CGIAR sobre Agua y Alimentación (CPWF), 2013.

86 p. -- (Documento de Trabajo CIAT No. 224)

Derechos de Autor © CIAT 2013. Todos los derechos reservados

El CIAT propicia la amplia diseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

# Prólogo

Es un placer plasmar en el presente trabajo las experiencias y lecciones aprendidas sobre distintos temas de los servicios hidrológicos en la cuenca del río Quijos en la provincia de Napo en Ecuador. Bajo un enfoque ecosistémico, se llevaron a cabo estudios y diálogos sobre la caracterización, la vulnerabilidad y la valoración del recurso en la cuenca. Los resultados permitieron analizar mecanismos que impulsen su conservación, que faciliten una mejor distribución de beneficios entre los actores involucrados y que contribuyan a mejorar las condiciones de los pobladores pobres que viven en la cuenca.

Sin embargo, entendemos que el manejo de la cuenca y el uso sostenible del recurso agua son temas de mucha complejidad por el sinnúmero de variables que intervienen y las múltiples interacciones que se dan entre diversos actores en este territorio. En este sentido, la publicación es solo un aporte en la comprensión del sistema, no agota toda la problemática ni cubre todas las expectativas de todos los actores. No obstante, es sin duda una base de orientación para los diferentes procesos de negociación que se llevan

a cabo. Se aspira a que los resultados obtenidos influyan en una mejor toma de decisiones de las autoridades, instituciones y organizaciones relacionadas con la cuenca y que sirvan para el planteamiento de nuevos trabajos de investigación y diálogo.

Las experiencias son fruto de una alianza entre varios actores: el proyecto “Evaluación y proyección de los impactos de mecanismos de distribución de beneficios en las cuencas hidrográficas” del Programa de Reto de CGIAR sobre Agua y Alimentación (CPWF, por sus siglas en inglés), que fue ejecutado en Ecuador por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Programa GIZ-Gesoren (Proyecto Gestión Sostenible de Recursos Naturales, de la Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ en Ecuador), el Ministerio del Ambiente, el Gobierno Provincial de Napo y el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Es nuestro deseo que los lectores puedan profundizar sus conocimientos y contactar a los autores para ampliar el diálogo sobre este tema.

# Contenido

	Página
Resumen Ejecutivo	1
Contexto	5
Descripción de la cuenca del río Quijos	7
Localización	7
Características socio-económicas generales	7
Áreas protegidas en la cuenca del río Quijos	8
Beneficiarios de los servicios ambientales hidrológicos	9
Proyecto hidroeléctrico Quijos	10
Central hidroeléctrica Coca-Codo Sinclair	11
Proyecto de agua potable Ríos Orientales	12
Resultados	13
Análisis hidrológico de la cuenca del río Quijos (Objetivo 1)	13
Introducción	13
Metodología	14
Resultados	23
Conclusiones y recomendaciones	29
Impacto de nuevas captaciones de agua en la parte alta de la cuenca del río Quijos sobre la actividad de canotaje en las partes media y baja de la cuenca (Objetivo 2)	31
Introducción	31
Metodología	32
Resultados	34
Conclusiones	41
Caracterización de las condiciones de pobreza en la zona alta de la cuenca del río Quijos: Parroquias de Papallacta y Oyacachi (Objetivo 3)	42
Introducción	42
Visión general de la pobreza en Ecuador	42
Metodología de trabajo	43
Características socio-económicas generales del territorio de la cuenca del río Quijos	46
Consideraciones generales y conclusiones	54
Evaluar el potencial productivo de la zona alta y la factibilidad de mejorar los sistemas pecuarios actuales (Objetivo 4)	57
Introducción	57
Metodología	57
Resultados	59
Conclusiones	60
Conclusiones y recomendaciones finales	64
Anexos	66
Anexo 1. Información estadística del modelo Sarima seleccionado	66
Anexo 2. Proyecciones a 2050 de flujos de turistas por grupos de deportistas	68
Anexo 3. Proyecciones de los ingresos mensuales (en US\$) de las operadoras locales de canotaje por concepto de esta práctica (2011 – 2050)	69
Anexo 4. Proyecciones de los ingresos mensuales locales (en US\$) por concepto de otros gastos diferentes al canotaje por parte de turistas que visitan la localidad con el propósito de practicar este deporte (2011 – 2050)	70
Anexo 5. Cambio en las probabilidades de los rangos de los niveles del río Quijos con la entrada en operación de los diferentes puntos de captación del proyecto Ríos Orientales	71

Anexo	6. Listado de variables y comunalidades	72
Anexo	7. Extracción de factores	73
Anexo	8. Matriz de componentes principales	74
Anexo	9. Análisis exploratorio de clústers con factores 1, 2, 3 y 4	75
Anexo	10. Historial de conglomeración	76
Anexo	11a. Dendrograma que utiliza vinculación de Ward	77
Anexo	11b. Dendrograma que utiliza vinculación de Ward	78
Anexo	11c. Detalle de clústers estimados	79
Anexo	12. Medias de variables descriptivas de conglomerados/clústers	80
Anexo	13. Distribución del ingreso en Papallacta y Oyacachi	82
Referencias bibliográficas		84
Acrónimos y abreviaturas		86

## Figuras

Figura	1 Localización de la cuenca del río Quijos	7
Figura	2 Parroquias ubicadas dentro de la cuenca del río Quijos	8
Figura	3 Áreas protegidas en la cuenca del río Quijos	9
Figura	4 Principales beneficiarios de los servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Quijos	10
Figura	5 Localización general de la cuenca hidrográfica de la zona de estudio en la provincia de Napo	14
Figura	6 Mapa de cobertura vegetal de la cuenca alta-media del río Quijos	17
Figura	7 Mapa de suelos de la cuenca alta-media del río Quijos	18
Figura	8 Estancamiento del flujo de agua	19
Figura	9 Modelo digital de elevación de la parte alta de la cuenca del río Quijos	20
Figura	10 Ubicación de las estaciones climatológicas en la cuenca del río Quijos	22
Figura	11 Mapa de subcuencas de la cuenca del río Quijos	23
Figura	12 Ubicación de los puntos de calibración y validación	25
Figura	13 Mapa de unidades de respuesta hidrológica para la cuenca del río Quijos, con información ampliada para dos de ellas	26
Figura	14 Promedio mensual caudal simulado vs. aforado – Estación H718	26
Figura	15 Promedio mensual caudal simulado vs. aforado – Estación H731	27
Figura	16 Promedio mensual caudal simulado vs. aforado – Estación H719	27
Figura	17 Producción anual de agua por cada unidad de respuesta hidrológica (URH)	28
Figura	18 Isoyetas de precipitación para la cuenca del río Quijos	28
Figura	19 Ubicación de puntos de aforo y del punto de salida de la cuenca (Reventador)	29
Figura	20 Recorrido en el río Quijos, Cantón El Chaco, para caracterización de tramos para canotaje	33
Figura	21 Niveles del río Quijos con y sin efecto de captaciones del proyecto Ríos Orientales, a la altura de Oyacachi	34
Figura	22 Mapa de clasificación de rápidos de las partes media y baja de la cuenca del río Quijos	35
Figura	23 Probabilidad mensual de que novatos practiquen el canotaje en el río Quijos (escenario sin captaciones)	38
Figura	24 Probabilidad mensual de que novatos practiquen el canotaje en el río Quijos (escenario con captaciones)	38
Figura	25 Proyección del número total de turistas hasta el 2050	39
Figura	26 Proyección de los gastos totales en canotaje y otros gastos hasta el 2050	40
Figura	27 Distribución espacial de la tipificación de parroquias en la cuenca del río Quijos	46
Figura	28 Pirámide poblacional de los cantones El Chaco y Quijos	47

Figura 29	Producción de biomasa de alfalfa en las subcuencas de Papallacta y Oyacachi	61
Figura 30	Grados térmicos para alfalfa en las subcuencas de Papallacta y Oyacachi	61
Figura 31	Precipitación anual en la cuenca alta del río Quijos	62
Figura 32	Balance hídrico con cultivo de alfalfa en la cuenca alta del río Quijos	62
Figura 33	Pendientes	63
Figura 34	Ubicación espacial de zonas con potencial para mejorar la producción de forraje en las parroquias de Papallacta y Oyacachi	63
<b>Cuadros</b>		
Cuadro 1	Descripción de las captaciones actuales de la EMAAP-Q	10
Cuadro 2	Captaciones que conforman el proyecto Ríos Orientales	12
Cuadro 3	Fuentes seleccionadas de información básica	15
Cuadro 4	Cobertura vegetal de la cuenca del río Quijos	16
Cuadro 5	Asignación código SWAT para las coberturas del suelo de la cuenca Quijos	17
Cuadro 6	Características físico-químicas de los suelos en la cuenca Quijos	19
Cuadro 7	Estaciones climatológicas utilizadas en el modelo	21
Cuadro 8	Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en la calibración del modelo	22
Cuadro 9	Resumen de la configuración inicial de los parámetros del modelo SWAT	24
Cuadro 10	Estadística descriptiva del promedio del flujo mensual	27
Cuadro 11	Contribución al caudal de diferentes zonas de la cuenca del río Quijos	29
Cuadro 12	Probabilidades mensuales de cada rango (niveles del río) sin el proyecto Ríos Orientales	37
Cuadro 13	Demanda proyectada (en número de personas) de turismo de aguas rápidas en El Chaco	39
Cuadro 14	Gastos promedio por tipo de turista usuario de canotaje, clasificado en diferentes rubros (US\$ a precios 2011)	39
Cuadro 15	Cambios en las probabilidades de que el río esté en el rango apto para novatos, con la entrada en operación de nuevas captaciones	40
Cuadro 16	Número potencial de turistas novatos adicionales que podrían practicar canotaje debido a la entrada en funcionamiento de las nuevas captaciones	41
Cuadro 17	Ingresos adicionales potenciales por concepto de canotaje debido a la entrada en funcionamiento de las nuevas captaciones	41
Cuadro 18	Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de valores atípicos: Oyacachi y Sumaco, 2010	48
Cuadro 19	Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de valores atípicos: Oyacachi y Sumaco, 2001–2006	49
Cuadro 20	Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de Baeza y El Chaco, 2010	50
Cuadro 21	Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de Baeza y El Chaco, 2001–2006	50
Cuadro 22	Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de Cosanga, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares y Santa Rosa, 2010	51
Cuadro 23	Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de Cosanga, Gonzalo Díaz de Pineda y Santa Rosa, 2001–2006	52
Cuadro 24	Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de Cuyuja, Papallacta, San Francisco de Borja y Sardinas, 2010	53
Cuadro 25	Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de Cuyuja, Papallacta, San Francisco de Borja y Sardinas, 2010	53
Cuadro 26	Pobreza monetaria de acuerdo a tipificación 2001–2006	53
Cuadro 27	Pobreza no monetaria de acuerdo a tipificación 2010	54

# Resumen ejecutivo

En la cuenca del río Quijos, Ecuador, como en otras cuencas a lo largo de los Andes, la oferta hídrica continua durante el año y la provisión de agua de calidad por ecosistemas altoandinos son los servicios ambientales hidrológicos (SAH) que justifican el hecho de que coincidan en su territorio esfuerzos de conservación de estos ecosistemas y actividades productivas para las cuales es indispensable un recurso hídrico constante y de buena calidad. Es así que en esta cuenca confluyen seis zonas de reserva dedicadas a proteger ecosistemas naturales estratégicos, actividades agrícolas propias de la región andina (agricultura de pequeña escala y de subsistencia) y actividades que generan grandes beneficios a través del uso consuntivo y no consuntivo del agua.

De modo que los beneficiarios de los SAH que provee la cuenca son las poblaciones urbanas y rurales que gozan del agua proveniente de varios afluentes y nacimientos en buena cantidad y disponibilidad para consumo humano y animal. Otro beneficiario es el sector turístico que, aunque aún incipiente, tiene actividades asociadas al río Quijos, cuyo caudal es propicio para la práctica del canotaje (*rafting*), una de las mayores atracciones en el cantón El Chaco.

Además de los habitantes de la cuenca, que utilizan el recurso hídrico de manera oportuna y en buena cantidad, existen otros actores cuya actividad productiva depende del uso del recurso hídrico y genera grandes beneficios tanto para ellos como para los usuarios de sus servicios. Este es el caso de los proyectos hidroeléctricos y de abastecimiento de agua potable para Quito y sus alrededores. Estos proyectos reconocen la importancia de los caudales que se producen en la parte alta de la cuenca del río Quijos para sus actividades de generación de energía y suministro de agua potable. En este sentido, son los principales beneficiarios de los

rendimientos y la regulación del agua de esta zona, producidos por el funcionamiento específico de los ecosistemas allí presentes. Muchos de estos proyectos ya se encuentran en funcionamiento o están previstos a iniciar operaciones en los próximos años.

En reuniones con actores locales, se ha mencionado el interés en que la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q) y los proyectos hidroeléctricos retribuyan parte de sus beneficios a la provincia de Napo, a la cual corresponde esta cuenca. Los argumentos expuestos por los actores son:

- La provincia debe recibir una compensación por el agua que deja de llegar a la zona baja de esta cuenca por causa del trasvase hacia la ciudad de Quito.
- Los nuevos proyectos de infraestructura hidrológica, entre ellos el de Ríos Orientales, tendrán efecto sobre los caudales, afectando las actividades de canotaje, una de las principales atracciones turísticas en la zona (en el municipio de El Chaco).

Ante estos argumentos, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) y el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (Rimisp), con el apoyo del Programa de Reto de CGIAR sobre Agua y Alimentación (CPWF, por sus siglas en inglés), decidieron contribuir con la evaluación de los impactos mencionados, así como con análisis que permitan conocer mejor las condiciones socio-económicas de los habitantes que proveen los SAH (haciendo énfasis en la zona alta de la cuenca) y las oportunidades en la zona alta para mejorar el uso de la tierra de tal manera que se generen mayores beneficios para sus habitantes y

que estas alternativas puedan constituirse en opciones que pueden ser incentivadas con posibles retribuciones por servicios ambientales. Este último punto es de especial importancia porque actualmente existen iniciativas para promover mejores alternativas para los productores, pero poco se conoce acerca de su factibilidad y posible impacto. Con estos resultados, será posible definir alternativas de medios de vida y tipos de mecanismos que se podrían recomendar en la zona, que permitan una retribución efectiva a la cuenca por los beneficios hidrológicos que brinda.

Por lo anterior, este documento expone los resultados de actividades emprendidas para abordar los siguientes objetivos:

Objetivo 1. Caracterizar hidrológicamente la cuenca para determinar la contribución de la zona alta (que abastece a Quito a través de trasvases) a los volúmenes de caudal percibidos en la zona baja y poder estimar si los trasvases en la parte alta afectan la disponibilidad de agua en la parte baja de la cuenca.

Objetivo 2. Estudiar el posible impacto de nuevas captaciones de agua, proyectadas para los próximos años en la zona alta, sobre la actividad de canotaje en las partes baja y media de la cuenca.

Objetivo 3. Caracterizar las condiciones de pobreza en la zona alta con el fin de identificar las principales necesidades que se podrían atender a través de un mecanismo de distribución equitativa de los beneficios (generados por los servicios ambientales hidrológicos), orientado al mejoramiento de las condiciones ambientales y socio-económicas locales.

Objetivo 4. Evaluar el potencial productivo de la zona alta y la factibilidad de mejorar el desempeño económico de los sistemas pecuarios actuales.

Las actividades y los análisis emprendidos han incluido reuniones con actores de la cuenca, capacitaciones sobre los avances y la herramienta utilizada para el estudio hidrológico, salidas de

campo, recopilación de información secundaria y diversos análisis biofísicos y económicos.

Los resultados obtenidos han demostrado que:

1. Las áreas que más contribuyen al caudal de agua se encuentran en la zona de la cuenca del río Cosanga (posiblemente por una combinación de altas precipitaciones con temperaturas moderadas) y en la zona media-baja de la cuenca del río Quijos. La zona alta, donde se encuentra Papallacta, contribuye con un 13% al caudal total registrado en Reventador (parte baja de la cuenca). Por lo tanto, no es válido el argumento expuesto por los actores locales sobre eventuales desabastecimientos de agua en la parte baja a causa de captaciones proyectadas en la parte alta de la cuenca. Sin embargo, hay que tener claro que la zona baja, expuesta a condiciones extremas de precipitación (>6.000 mm), fácilmente contribuye con más agua que cualquier otra zona en los Andes y, por tanto, no debe subestimarse la importancia hídrica de las zonas altas. De hecho, la contribución con agua por parte de la zona alta no es nada despreciable, ya que actualmente es suficiente para abastecer la demanda de agua de Quito en alrededor de un 50%. Esta contribución hídrica, sumada a su ubicación geográfica —que la hace propicia para trasvases hacia Quito— le da un alto valor intrínseco como zona proveedora de agua de forma regular y en buena cantidad y calidad. De manera que estos resultados deben utilizarse para ajustar los argumentos con los que la provincia de Napo dialoga con los usuarios del agua en la parte alta de la cuenca.
2. El impacto económico del proyecto Ríos Orientales sobre la actividad turística del canotaje en las partes media y baja de la cuenca se estima que será bajo. Esto se debe a que los cambios en los niveles del río, debidos a las captaciones proyectadas en las partes altas de la cuenca, serán leves, dados los altos caudales del río en las partes media y baja de la cuenca. Una de las posibles explicaciones es que los niveles de precipitación en la cuenca van aumentando a medida que se desciende

por ella y, por lo tanto, los niveles de precipitación que se presentan en las partes media y baja superan hasta en tres veces a los niveles de precipitación de la parte alta.

3. Otro elemento a considerar es que únicamente los novatos encuentran restricciones a la hora de practicar el canotaje, pero dichas restricciones se presentan cuando el río precisamente tiene caudales mayores. Por lo tanto, una reducción del caudal no significa necesariamente un impacto negativo sobre la práctica del canotaje. En el caso de los profesionales, se trata de un grupo que practica canotaje en todos los niveles que presenta el río, excepto cuando los niveles están muy altos (superiores a 1,20 m), por lo tanto, no es un grupo que se vea afectado significativamente por las captaciones. Sin embargo, en caso de que las captaciones en la parte alta sigan creciendo y ocasionen reducciones drásticas en los niveles del río (cercasas a 0,05 m) pueden causar la pérdida de interés del grupo de deportistas profesionales que ya no encontrarían en este río las condiciones suficientes para la práctica de este deporte.
4. Papallacta y Oyacachi son parroquias ubicadas en la zona alta de la cuenca, con características definidas de pobreza, con recursos naturales que limitan las posibilidades de generación e incremento de ingresos provenientes de los sectores económicos primarios tradicionales (agricultura, ganadería y minería), con población joven pero reducida y con niveles deficientes de educación, y localizadas en zonas de paso con atractivos limitados por temperatura e infraestructura turística. En general, estas parroquias se encuentran en circunstancias que no facilitan la formación ni el crecimiento de flujos económicos que amplíen las posibilidades y generen desencadenamientos importantes para afectar positivamente el empleo y el consumo de bienes y servicios, ni la acumulación que contribuya a la formación de capitales por actividades endógenas.
5. Desde el punto de vista de la oportunidad de potencializar el diseño de un esquema que distribuya eficazmente los beneficios derivados

de los SAH que brindan los ecosistemas de estas parroquias, la disponibilidad de agua para consumo humano de Quito es una oportunidad para que, reconociendo su valor, se puedan incrementar los ingresos colectivos que puedan convertirse en inversiones que en el mediano plazo contribuyan a atenuar las actuales necesidades básicas insatisfechas (NBI) y a generar puestos de trabajo para canalizar las inversiones.

6. El potencial de incrementar sustancialmente la producción de pasturas es muy bajo en estas dos parroquias. En las zonas más altas (por encima de 3.600 msnm), las heladas reducirían en gran parte la producción potencial máxima de forrajes, como la alfalfa y el raigrás. En la zona entre 2.800 y 3.600 msnm y por debajo de 2.800 msnm, aunque las condiciones de temperatura son propicias para el crecimiento de raigrás, trébol, lotus y kikuyo, las condiciones de pendientes en gran parte del territorio limitan su producción intensiva y el pastoreo. Es decir, solo pocas áreas en estas zonas tendrían un alto potencial.

Ante esta situación, se evidencian dos oportunidades para la cuenca del río Quijos que deberían formar parte de los argumentos en torno al posible diseño de un esquema para compartir los beneficios derivados de los servicios ambientales hidrológicos y, por qué no, de la estrategia de desarrollo rural de la provincia de Napo, a la cual corresponde esta cuenca:

1. El reconocimiento de los beneficios de los SAH que brinda la parte alta de la cuenca del río Quijos a la ciudad de Quito puede ser la base para estructurar un mecanismo que retribuya estos beneficios y hacer que esta retribución se transforme en opciones reales de desarrollo sostenible para esta zona. Es decir, estas retribuciones no necesariamente deben orientarse a apoyar actividades relacionadas con el uso agropecuario de la tierra, ni tampoco deben supeditarse a aquellas que puedan incrementar los SAH (lo cual podría no ser factible), sino a actividades que puedan tener un efecto significativo en el desarrollo sin deteriorar la provisión actual de los SAH. La

identificación de las NBI puede dar claridad al respecto. De esta manera, un mecanismo de este tipo, con un enfoque encaminado a compartir los beneficios de los servicios ambientales, propiciaría más equidad, reciprocidad y transferencias de recursos entre sectores o actores, estimuladas por el reconocimiento de externalidades ambientales positivas que no siempre se reconocen en los acuerdos, instituciones o transacciones actuales.

2. La problemática de la cuenca del río Quijos se ha focalizado en gran parte en la relación entre la parte alta de la cuenca y la ciudad de Quito. Sin embargo, los beneficios derivados de los SAH que esta cuenca provee no son únicamente percibidos por la ciudad de Quito. Existen otros actores que se benefician (o se beneficiarán) en gran medida de estos servicios, como son los usuarios de los futuros proyectos hidroeléctricos. En este sentido y adoptando una visión integral de la cuenca, existe una gran oportunidad de propiciar un mecanismo que convoque a varios de estos beneficiarios para que de manera conjunta retribuyan a la cuenca. Esto requeriría de un plan integral para toda la cuenca, orientado a invertir estas retribuciones en actividades que forjen su desarrollo sostenible, garantizando la conservación de estos SAH.

Estas oportunidades traen consigo grandes retos:

1. Lograr que los actores y tomadores de decisiones de la cuenca conozcan mejor su territorio, en especial sus características hidrológicas.
2. Conseguir que estos actores refinen sus argumentos de negociación con base en los resultados obtenidos en estos estudios, aceptando que no necesariamente se deben argumentar supuestos perjuicios para reclamar compensaciones, sino más bien demostrar la importancia de los SAH de la cuenca para otros actores externos y cómo estos SAH constituyen una de las pocas opciones que pueden utilizar como motor de desarrollo.
3. Propiciar un diálogo ecuánime en términos de argumentos, representatividad e información con los actores locales y los beneficiarios de los SAH de esta cuenca para explorar la viabilidad de crear un mecanismo para compartir los beneficios.
4. Identificar alternativas que permitan retribuir a la cuenca sus beneficios, que sean viables para sus habitantes, que no vayan en detrimento de los SAH que ella brinda y que promuevan el mejoramiento de sus condiciones de bienestar y la generación de ingresos.

# Contexto

La cuenca del río Quijos es uno de los cuatro sitios de estudio del proyecto “Evaluación y proyección de los impactos de mecanismos de distribución de beneficios en las cuencas hidrográficas”, implementado por el CIAT en conjunto con Rimisp, la Fundación para el Desarrollo Sostenible Territorial (Fundesot), GIZ-Ecuador y la Universidad de Florida (Estados Unidos). El proyecto se propone específicamente anticipar y evaluar las consecuencias de mecanismos diseñados para mejorar la distribución de los beneficios generados por los servicios ambientales hidrológicos (SAH). **La hipótesis de trabajo es que a partir de una transferencia de recursos de los sectores beneficiarios de los SAH hacia aquellas zonas que los proveen, se esperaría que surja una forma de financiamiento que asegure la conservación o mejora ecológica de estas zonas para garantizar que sigan prestando servicios ambientales y se minimice el conflicto entre los habitantes de la cuenca y los beneficiarios de los SAH, y posiblemente contribuir a disminuir la inequidad causada por la presencia de sectores socio-económicamente asimétricos en la cuenca.**

En la cuenca del río Quijos, como en otras cuencas a lo largo de los Andes, la oferta hídrica continua durante el año y la provisión de agua de calidad por ecosistemas altoandinos justifican el hecho de que coincidan en su territorio esfuerzos de conservación de estos ecosistemas y actividades productivas para los cuales es indispensable un recurso hídrico constante y de buena calidad. Es así que en esta cuenca confluyen zonas de reserva dedicadas a proteger ecosistemas naturales estratégicos, actividades agrícolas propias de la región andina (agricultura de pequeña escala y de subsistencia) y actividades que generan grandes beneficios a través del uso consuntivo y no consuntivo del agua.

Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca del río Quijos es estratégica para la ciudad de Quito, la cual se abastece en un 50% de trasvases de esta cuenca, y para varios proyectos hidroeléctricos (como las centrales hidroeléctricas Coca-Codo Sinclair, Victoria, etc.). A pesar de la riqueza hídrica de esta cuenca, sus condiciones socio-económicas son desfavorables. En reuniones con actores locales, se ha mencionado el interés de que la EMAAP-Q y los proyectos hidroeléctricos retribuyan parte de los beneficios que perciben a la provincia de Napo, a la cual corresponde esta cuenca. Los argumentos expuestos por los actores son:

- La provincia debe recibir una compensación por el agua que deja de llegar a la zona baja de esta cuenca por causa del trasvase hacia la ciudad de Quito.
- Los nuevos proyectos de infraestructura hidrológica, entre ellos el de Ríos Orientales, tendrán efecto sobre los caudales, afectando las actividades de canotaje, una de las principales atracciones turísticas de la zona (en el municipio de El Chaco).

Ante estos argumentos, el proyecto ha visto la necesidad de evaluar los impactos potenciales previstos. Dependiendo de los resultados, se podrán definir alternativas de medios de vida y tipos de mecanismos que se podrían recomendar en la zona, que permitan una retribución efectiva a la cuenca por los beneficios hidrológicos que genera. Sean o no válidos los argumentos expuestos por los actores locales, lo que sí se puede afirmar es que **la cuenca posee un capital natural que beneficia igualmente a diversos actores externos, pero aparentemente son pocos los beneficios que se comparten con la cuenca misma.**

Con esto en mente, además de la idea de validar estos argumentos, el proyecto vio la necesidad de conocer mejor las condiciones socio-económicas de los habitantes que proveen los SAH (haciendo énfasis en la zona alta de la cuenca) y de explorar alternativas en la zona alta para mejorar sus usos de la tierra de tal manera que se generen mayores beneficios para sus habitantes y estas alternativas puedan a su vez constituirse en opciones que puedan ser incentivadas por medio de posibles retribuciones por servicios ambientales. Este último punto es de especial importancia porque actualmente existen iniciativas para promover mejores alternativas para los productores, pero poco se conoce acerca de su factibilidad y posible impacto.

En este sentido, los objetivos de la primera fase del proyecto son:

Objetivo 1. Caracterizar hidrológicamente la cuenca para determinar la contribución de la zona alta (que abastece a la ciudad de Quito a través de trasvases) a los volúmenes de caudal percibidos en la zona baja y poder estimar si los trasvases en la parte alta afectan la disponibilidad de agua en la parte baja de la cuenca.

Objetivo 2. Estudiar el posible impacto de nuevas captaciones de agua, proyectadas para los próximos

años en la zona alta, sobre la actividad de canotaje en las partes baja y media de la cuenca.

Objetivo 3. Caracterizar las condiciones de pobreza en la zona alta con el fin de identificar las principales necesidades que se podrían atender a través de un mecanismo de distribución equitativa de los beneficios (generados por los servicios ambientales hidrológicos), orientado al mejoramiento de las condiciones ambientales y socio-económicas de la zona.

Objetivo 4. Evaluar el potencial productivo de la zona alta y la factibilidad de mejorar el desempeño económico de los sistemas pecuarios actuales.

Esta primera fase inició con la reunión de actores mencionada anteriormente, continuó con reuniones de seguimiento y capacitaciones sobre la herramienta utilizada para el estudio hidrológico, y ha concluido con una reunión para validar los resultados y discutir los próximos pasos a seguir con actores locales de la cuenca (Foto 1).

A continuación se aborda cada uno de los objetivos, describiendo las actividades realizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones. Al final, se exponen las conclusiones generales y reflexiones a tener en cuenta en las siguientes fases de este proyecto.



Foto 1. Reunión de socialización y discusión de resultados sobre un mecanismo para distribuir los beneficios de los servicios ambientales. Junio 3 de 2010, Provincia de Napo, Ecuador.

# Descripción de la cuenca del río Quijos

## Localización

La cuenca del río Quijos está ubicada en la provincia de Napo, parte oriental del Ecuador. Cuenta con una superficie de 3.630 km<sup>2</sup>, de la cual el 93% se circunscribe a los cantones El Chaco y Quijos (ver Figura 1-A).

El rango altitudinal varía entre 547 y 5.692 msnm. La precipitación puede variar entre 1.100 y 4.200 mm/año. Igualmente esta cuenca es reconocida por su gran riqueza hídrica. Los principales ríos que alimentan al río Quijos son: Papallacta, Cosanga, Borja, Sardinas Grande, Oyacachi, Moradillas, Salado y Malo (ver Figura 1-B).

Esta cuenca corresponde al sistema hidrográfico No. 26 del río Napo y a la cuenca alta de este mismo río que desemboca en el Amazonas. Las grandes variaciones en altitud y precipitación de la cuenca le confieren una gran heterogeneidad, reflejada en diversos ecosistemas.

## Características socio-económicas generales

Se estima que hay alrededor de 12.000 habitantes en los cantones El Chaco y Quijos, cifra que representa cerca del 14% de la población de la provincia. Su densidad demográfica promedio es de 11,9 habitantes por hectárea (INEC, 2001) y se calcula que la población económicamente activa corresponde a un 50%. Para Quijos, la tasa de escolaridad primaria de niños entre los 6 y 11 años es de 93,6%, mientras que para El Chaco es de 92,9%. La escolaridad secundaria de jóvenes entre los 12 y 17 años para Quijos es de 44% y para El Chaco es de 8%. En cuanto a la escolaridad superior de jóvenes entre los 18 y 24 años en Quijos es de 3,8% y en El Chaco es de 2,7%. El analfabetismo para habitantes de 15 años en adelante es de 6,6% en Quijos y de 11,9% en El Chaco (Siise-STMCDs, 2008).

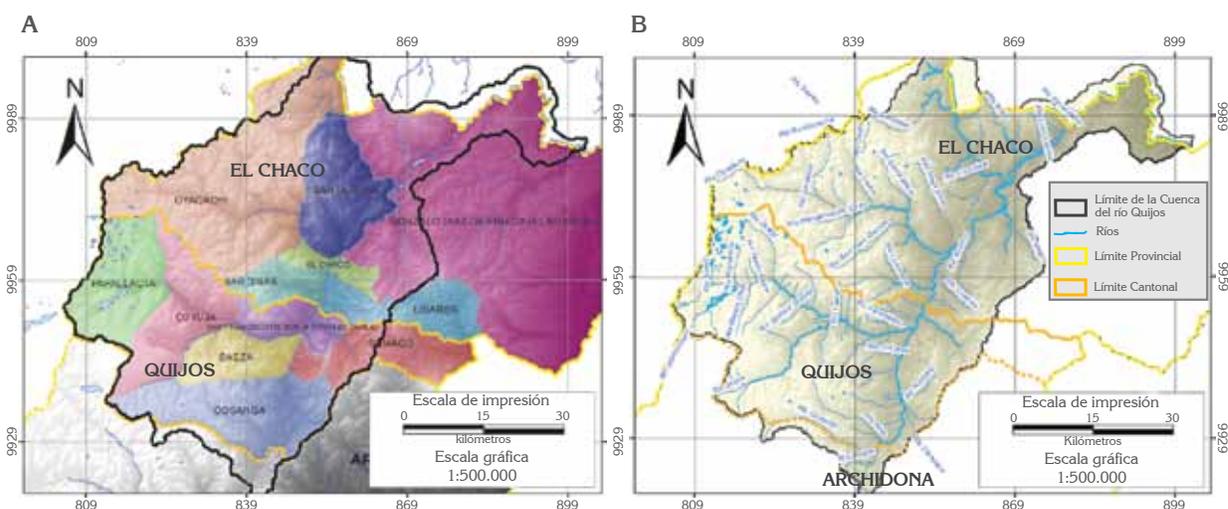


Figura 1. Localización de la cuenca del río Quijos. (A) Mapa político-administrativo, (B) Mapa hidrográfico de la provincia de Napo.

FUENTE: Adaptado según datos del Instituto Geográfico Militar.

En cuanto a las actividades económicas, el sector ganadero es uno de los más importantes, con especial énfasis en el manejo y aprovechamiento del ganado vacuno principalmente para la producción de leche y, en menor grado, de carne. Al menos un 60% del área destinada para actividades agropecuarias está siendo utilizada para pastoreo.

Más adelante, en el capítulo sobre caracterización de la pobreza (Objetivo 3), se describen en detalle las condiciones socio-económicas más importantes para las parroquias de Papallacta y Oyacachi, a las cuales corresponde la zona alta de la cuenca a nivel político y administrativo (Figura 2).

## Áreas protegidas en la cuenca del río Quijos

La importancia ambiental de la cuenca Quijos-Coca y la necesidad de conservar sus ecosistemas

naturales se evidencian en la existencia de varias áreas protegidas (Figura 3). Es así que el 77% de su área pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y al Sistema de Bosques Protectores (Efficacitas, 2009). Las principales áreas protegidas existentes en la cuenca son:

1. Parque Nacional Cayambe-Coca
2. Reserva Ecológica Antisana (REA)
3. Parque Nacional Sumaco-Napo-Galeras
4. Bosque Protector La Cascada
5. Bosque Protector de la Parte Alta y Media del Río Tigre
6. Bosque Protector Cumandá (en su mayoría dentro del PN Cayambe-Coca).

Es importante señalar que el 56% del área de la cuenca se encuentra dentro del PN Cayambe-Coca y la REA, que a su vez corresponden a zonas ubicadas en la parte alta de la cuenca. Asimismo, el

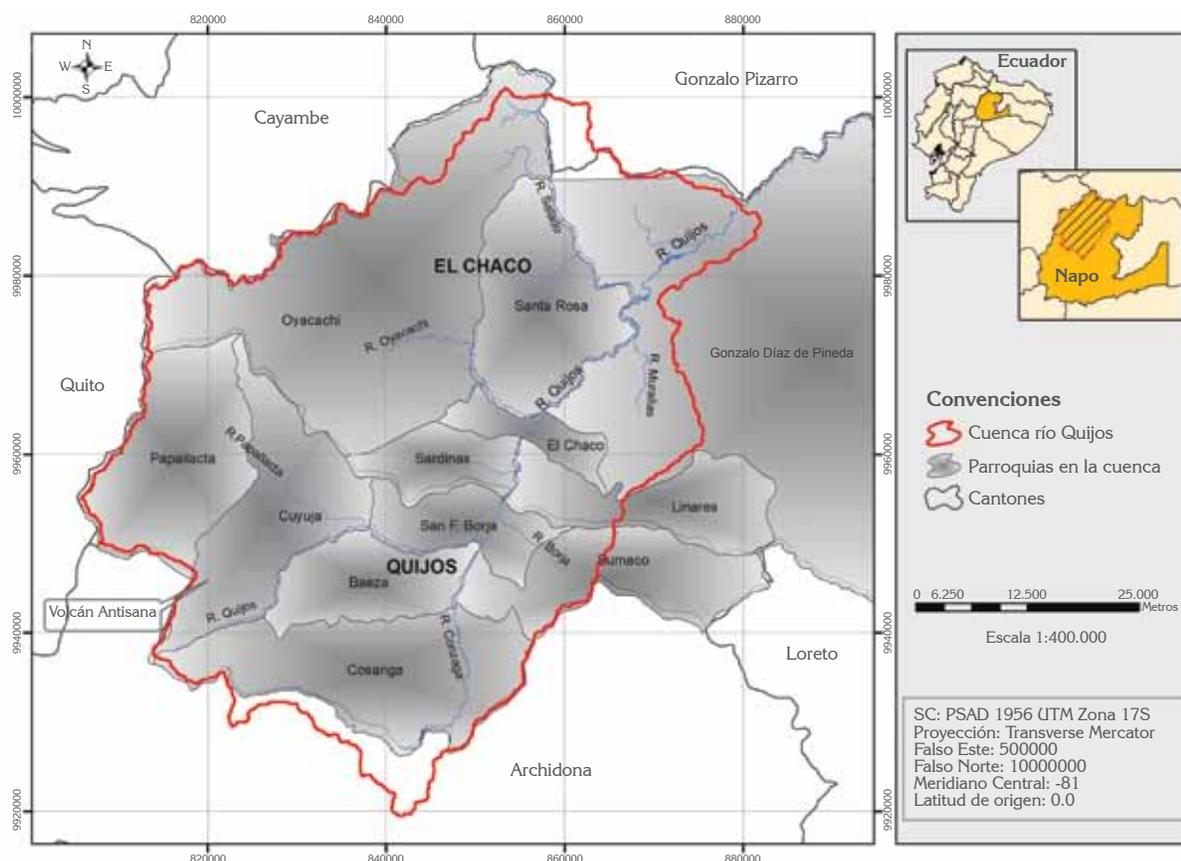


Figura 2. Parroquias ubicadas dentro de la cuenca del río Quijos. Papallacta y Oyacachi están ubicadas en la zona alta de la cuenca.



Figura 3. Áreas protegidas en la cuenca del río Quijos.  
FUENTE: Adaptado según datos del SNAP (2008) e INEC (2011).

buen manejo de estas áreas es fundamental para la conservación del recurso hídrico de la cuenca tanto en calidad como en cantidad y disponibilidad durante el año, tal como lo reconoce el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair (Efficacitas, 2009).

## Beneficiarios de los servicios ambientales hidrológicos

Los beneficiarios de los servicios ambientales hidrológicos que brinda la cuenca son las poblaciones urbanas y rurales, al contar con el suministro oportuno y en buena cantidad del agua proveniente de varios afluentes y nacimientos, para consumo humano y animal. Otro beneficiario es el sector turístico que, aunque aún incipiente, cuenta con actividades asociadas al río Quijos, cuyas condiciones de caudal son propicias para la práctica de canotaje, una de las mayores atracciones en el cantón El Chaco.

Además de los pobladores de la cuenca, que cuentan con el recurso hídrico de manera oportuna y en buena cantidad, existen otros actores cuya actividad productiva dependiente del uso de este recurso genera grandes beneficios tanto para sí como para los usuarios de los servicios que proveen. Este es el caso de los proyectos hidroeléctricos y de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Quito y sus alrededores. Estos proyectos reconocen la importancia de los caudales que se producen en la parte alta de la cuenca del río Quijos para sus actividades de generación de energía y suministro de agua potable. En este sentido, son los principales beneficiarios de los rendimientos y la regulación del agua (o servicios ambientales hidrológicos) de esta zona, resultado del funcionamiento específico de los ecosistemas allí presentes. Muchos de estos proyectos ya se encuentran en marcha o tienen previsto iniciar operaciones en los próximos años. En la Figura 4, se aprecian los diferentes beneficiarios de los SAH en la cuenca. Actualmente la EMAAP-Q aprovecha el agua de la parte alta de la cuenca del

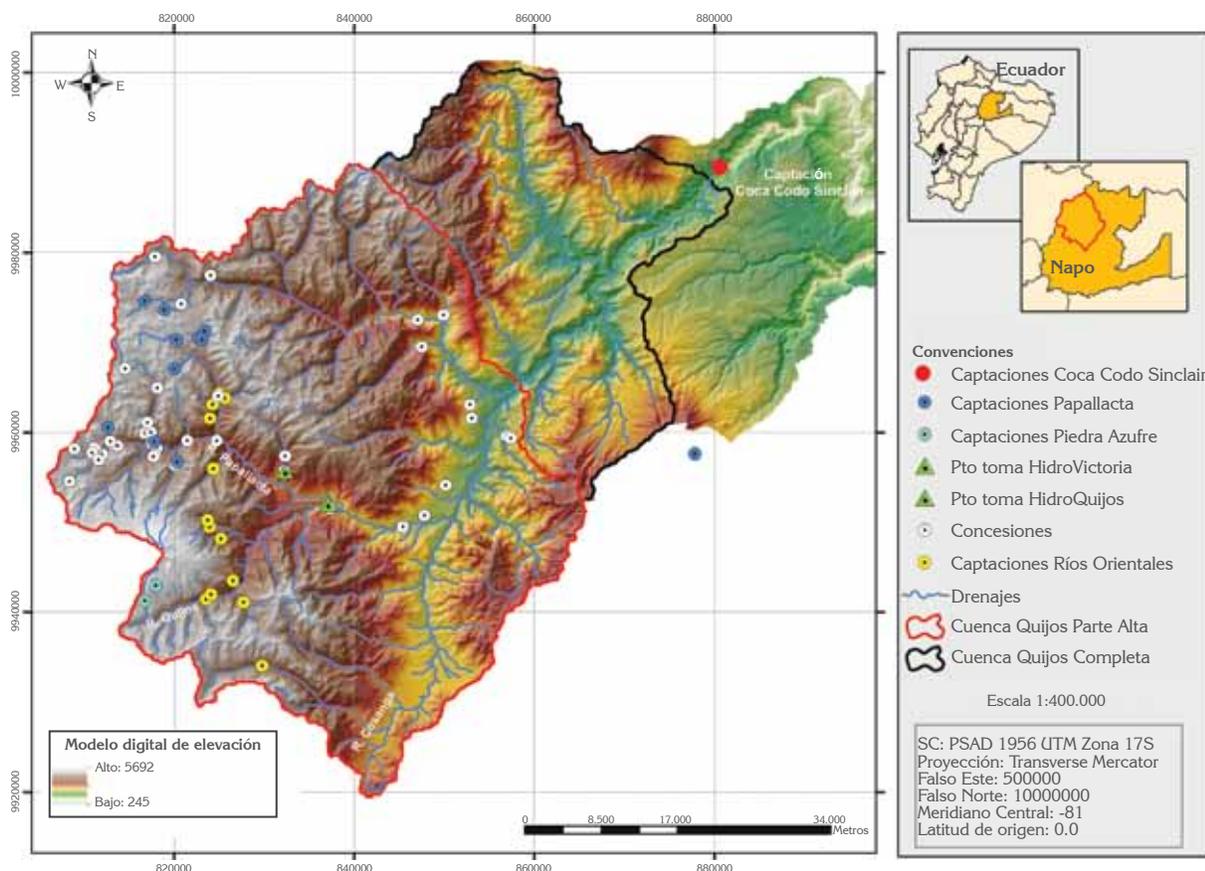


Figura 4. Principales beneficiarios de los servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Quijos.

río Quijos, a través de varias captaciones que suman en promedio anual 1,7 m<sup>3</sup>/s (ver Cuadro 1).

De los futuros beneficiarios de estos SAH, se han identificado los siguientes:

### Proyecto hidroeléctrico Quijos

De acuerdo con la empresa eléctrica Quito S.A., el propósito de este proyecto es la producción de energía mediante la utilización de las aguas de los ríos Papallacta y Quijos, en el tramo comprendido

Cuadro 1. Descripción de las captaciones actuales de la EMAAP-Q.

Nombre del sitio	Ubicación (georreferenciación)	Caudal captado (m <sup>3</sup> /s) promedio anual
Río Tuminguina	9° 9'57.580 mN 877.880 mE	no está en funcionamiento
Río Blanco Chico (más río Papallacta)	9° 9'56.700 mN 820.290 mE	0,573
Río Salve Faccha	9° 9'74.600 mN 816.740 mE	0,319
Chalpi	9° 9'71.250 mN 823.380 mE	0,183
Quillugsha 2	9° 9'70.500 mN 822.600 mE	0,009
Quillugsha 3	9° 9'70.290 mN 823.100 mE	0,006
Gonzalito + Glaciar	9° 9'70.290 mN 823.100 mE	0,155
Mogotes + Venado	9° 9'70.300 mN 820.225 mE	0,188
Guaytaloma + Vikingos	9° 9'67.040 mN 820.000 mE	0,084
Sucus + San Juan	9° 9'60.540 mN 812.620 mE	0,236

FUENTE: EMAAP-Q.

entre la población de Cuyuja y la confluencia de estos ríos. El proyecto contempla la captación del agua y su conducción a través de túneles hacia una sala de máquinas con una capacidad de producción de 50 MW. Luego, el agua es retornada al río Quijos, en la confluencia con el río Papallacta. Este proyecto reconoce que aprovecha el agua generada en las áreas de drenaje de las cuencas de Papallacta, Victoria y Quijos, áreas que se consideran no degradadas y sin cultivos extensivos. Las zonas altas de estas áreas están cubiertas de páramos y pajonales y cuentan con gran cantidad de lagunas —en la cuenca del Papallacta. Asimismo reconoce que estos atributos son claves en la regulación natural de la cuenca, un servicio ambiental hidrológico que favorece la operación de este tipo de proyectos. Las zonas medias y bajas están cubiertas de bosques y vegetación arbustiva. Igualmente, aunque el estudio de impacto ambiental señala que el proyecto es ambientalmente factible, reconoce que se debe dar especial atención al agua como recurso natural y a sus cuencas abastecedoras, ya que de ellas depende la operación del proyecto. Es decir, que **se espera que durante la operación del proyecto se dé prelación al buen manejo de estas cuencas abastecedoras.**

Las licencias de transferencia de agua de estos ríos para este proyecto ya han sido solicitadas y algunas ya fueron otorgadas. En general, se espera que de ser todas aprobadas, el proyecto capte 9,19 m<sup>3</sup>/s de los afluentes del Papallacta y 3,50 m<sup>3</sup>/s de los afluentes del Quijos. Asimismo, se estima que en el momento que se comiencen a transferir el total de 12,69 m<sup>3</sup>/s, el flujo del río remanente será de 23,3 m<sup>3</sup>/s.

### Ubicación

Las obras de captación en el río Quijos se encuentran ubicadas en el tramo medio del río, en la cota 2.323 msnm, a 8 km aproximadamente aguas arriba de la confluencia de este río con el Papallacta. Las obras de captación en el río Papallacta se encuentran ubicadas aproximadamente en la cota 2.323 msnm, a unos 100 m aguas arriba de la confluencia del río Victoria y 30 m aguas abajo de la descarga prevista para el Proyecto de la Central Hidroeléctrica Cuyuja (Figura 4).

## Central hidroeléctrica Coca-Codo Sinclair

De acuerdo con la empresa de consultoría ambiental Entrix (2008), el enorme potencial hidroeléctrico de las cuencas de los ríos Quijos y Coca ha sido reconocido desde hace varios años por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (Inecel), incluso el proyecto Coca-Codo Sinclair fue concebido desde los años setenta y ochenta. Este proyecto está dirigido a captar aguas y conducir las a través de dos túneles hacia una sala de máquinas para producir 1.500 MW.

El proyecto se encuentra dentro de los límites del Bosque Protector La Cascada y de la Reserva de Biosfera Sumaco. Desde el punto de vista hidrológico, se encuentra dentro de la subcuenca del río Coca, que se alimenta desde la parte alta de varios afluentes que forman el río Quijos a partir de la población de San Francisco de Borja y que luego, al recibir las aguas del río Salado, es llamado río Coca o Alto Coca. Justo después de la confluencia del río Quijos con El Salado, se realizarán las obras de captación del proyecto, con un caudal de diseño de 285 m<sup>3</sup>/s (López, 2008) hasta el sector Codo Sinclair, a partir del cual el agua será restituida al río.

En este sentido, el estudio de impacto ambiental preliminar manifiesta la importancia de reconocer la función que desempeña la parte alta de la cuenca sobre el cauce principal del río Coca y, por lo tanto, la considera área de influencia indirecta del proyecto. En otras palabras, todos los afluentes de la subcuenca del río Coca que se originan en la parte alta de la misma, es decir, desde la Cordillera Oriental y que permiten que en el sitio de la obra de captación se cuente con un determinado caudal y una determinada calidad de agua, son considerados áreas de influencia indirecta. El recurso hídrico de esta zona es considerado “recurso central para la operación del proyecto y mantiene el caudal del río Coca, desde la población de Cuyuja hasta el sector El Salado”. Además del recurso como tal, la regulación hídrica es el principal servicio ambiental hidrológico que beneficia a este sector. Según López (2008), la regulación hídrica de la que depende la vida útil del proyecto hidroeléctrico la aseguran los bosques naturales, sobre todo en una

zona de elevada inestabilidad geomorfológica y grandes precipitaciones como el Alto Coca.

Cabe mencionar que este proyecto ha tenido bastantes críticas y alertas por organizaciones no gubernamentales y actores locales. Estas críticas están relacionadas con la falta de reconocimiento de los impactos ambientales de las líneas de conducción de energía que afectarían varios kilómetros cuadrados de bosque, así como con la **falta de un planteamiento que redistribuya los beneficios de este proyecto con los Gobiernos y pobladores locales, hecho que podría ser factible según la Ley 047 y podría disminuir el nivel de conflicto entre los pobladores de la cuenca y el proyecto Coca-Codo Sinclair.**

### Ubicación

La obra de captación está ubicada más abajo de la confluencia de los ríos Quijos y El Salado y es a filo de agua, con nivel de operación normal en la cota 1.275 msnm (Figura 4).

### Proyecto de agua potable Ríos Orientales

Según Ayabaca y De la Cruz (2007), este proyecto tiene como propósito satisfacer la demanda de agua de la ciudad de Quito a partir del 2015 hasta el 2050. Las fuentes de agua del proyecto se encuentran por encima de los 3.100 msnm, en los páramos de la Cordillera Oriental dentro de los que se encuentran las de la cuenca alta del río Quijos.

El proyecto captará agua de 31 ríos y proyecta transferir 17 de 29 m<sup>3</sup>/s de caudal medio disponible en estos ríos. Este volumen de agua ya fue concesionado a la EMAAP-Q, empresa que llevará a cabo este proyecto y que actualmente oferta 8,85 m<sup>3</sup>/s. En el Cuadro 2, se aprecian algunas de las captaciones previstas para este proyecto (notar que en este listado posiblemente no están todas ya que el volumen total no suma los 17 m<sup>3</sup>/s). El proyecto ya cuenta con los estudios de prefactibilidad y actualmente se adelanta la etapa de factibilidad.

Igualmente, el proyecto no solo contempla la venta de agua potable, sino la producción de energía hidroeléctrica y el manejo de las cuencas

Cuadro 2. Captaciones que conforman el proyecto Ríos Orientales.

Nombre del sitio	Caudal captado (m <sup>3</sup> /s) promedio anual	Fecha proyectada inicio captación
Chalpi A	1,332	2015
Encantado	0,372	2015
Chalpi B	0,160	2015
Chalpi C	0,041	2015
Blanco Grande	0,455	2020
Cristal	0,095	2025
Tablón	0,150	2025
Quijos Norte	0,116	2025
Azufrado	0,068	2030
Pucallpa	0,326	2030
Quijos Sur	1,748	2030
Semiond	0,111	2030
Cosanga	1,688	2040

FUENTE: EMAAP-Q.

abastecedoras con el fin de asegurar la sostenibilidad financiera y ambiental del proyecto. La capacidad instalada del proyecto para la producción de energía permitiría la generación de 213,7 MW. El costo total del proyecto está estimado entre US\$632,7 y \$1.093,4 millones, a la vez que los ingresos anuales promedio que se pronostican están entre \$90,03 y \$133 millones, considerando tanto la venta de agua potable como de energía eléctrica (Ayabaca y De la Cruz, 2007).

En resumen, la existencia de estos proyectos de infraestructura hídrica de amplia envergadura evidencia el gran potencial hídrico de la zona y un funcionamiento hidrológico de los ecosistemas que se traduce en servicios ambientales hidrológicos sobre los cuales depende la operación de estos proyectos. Sin embargo, también se evidencia que, a pesar de este alto potencial hídrico, pareciera haber un desbalance entre los beneficios que se derivan de estos SAH con la implementación de proyectos con beneficios significativos a nivel nacional (abastecimiento de agua para Quito, suministro de energía para satisfacer gran parte de la demanda —cerca de un 50%, reducción de dependencia en importación de energía y uso de hidrocarburos, reducción en gasto nacional, etc.) vs. los beneficios que la zona proveedora de estos SAH recibiría. Es decir, en los documentos revisados, no existe de manera clara y concreta un mecanismo que prevea compartir estos beneficios con la cuenca que los sustenta.

# Resultados

## Análisis hidrológico de la cuenca del río Quijos (Objetivo 1)

### Introducción

La riqueza hídrica de la cuenca del río Quijos es alta, así como los beneficios que se pueden derivar del impacto de los servicios ambientales hidrológicos en actividades relacionadas con infraestructura hídrica. Como se mencionó anteriormente, su importancia se evidencia en la existencia y planificación de varios proyectos de abastecimiento de agua potable y producción de energía en esta cuenca.

Gran parte de los proyectos planificados contemplan la instalación de nuevas captaciones de agua en la parte alta de la cuenca, como el proyecto Ríos Orientales. El eventual aumento en el volumen captado por la EMAAP-Q es visto con preocupación por las autoridades y pobladores de la cuenca del río Quijos. En especial, temen que estas captaciones tengan un impacto negativo sobre los volúmenes de agua en las partes media y baja de la cuenca. Estos posibles cambios se perciben como negativos por el efecto que podrían tener en los caudales que se aprovechan para la actividad recreativa de canotaje y para el aprovechamiento del agua en otras actividades en la zona baja —según comentarios de actores locales durante las reuniones llevadas a cabo.

Esta sección tiene por objeto mostrar los resultados del análisis hidrológico de la cuenca, para poder estimar no solo el balance hídrico de la misma, sino la contribución que diferentes zonas de la cuenca hacen a los caudales río abajo. Para esto, ha sido necesario consolidar una base de datos con información climática, hidrológica, de coberturas, pendientes y suelos para poder realizar un análisis que relacione de manera combinada el tipo de uso

del suelo, la pendiente, la precipitación y el tipo del suelo con la generación de caudales. Cabe mencionar que, al momento del inicio del proyecto, esta información no se encontraba consolidada o disponible con ninguna de las organizaciones contactadas en la cuenca.

De modo que esta sección corresponde a la modelación de la cuenca bajo las condiciones más recientes de uso de la tierra, y a la priorización de las áreas que ya están contribuyendo significativamente con agua al caudal del río Quijos en las partes media y baja de la cuenca. Específicamente, este estudio se realizó para los sectores alto y medio de la cuenca, y se enfocó en conocer la contribución de diferentes zonas de la cuenca al punto de medición de caudales “H-19-Quijos DJ Oyacachi”, ubicado al inicio de la zona baja de la cuenca, punto en el que se cuentan con mediciones reales de caudales para la calibración y validación del modelo.

El estudio siguió tres pasos importantes: (1) recopilación, ajuste y sistematización de la información biofísica de la cuenca del río Quijos, necesaria para el análisis hidrológico; (2) simulación del balance hídrico con el modelo hidrológico SWAT<sup>1</sup> (herramienta para la evaluación de suelo y agua), calibración y validación y (3) priorización de las áreas que tienen una mayor contribución al caudal de la cuenca.

De estos pasos, se han derivado resultados que tienen como propósito sentar una base para discutir los posibles impactos negativos que los proyectos

---

1. El modelo hidrológico SWAT fue desarrollado por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS, por sus siglas en inglés). Mayor información en: <http://swatmodel.tamu.edu/>

hídricos pudieran tener sobre la cuenca baja y asimismo brindar un mayor conocimiento acerca del balance hídrico de la cuenca con toda la información que fue posible recopilar. Vale la pena mencionar que este último punto es de suma importancia debido a que se ha evidenciado en las reuniones con los actores la falta de conocimiento e información sobre las características climáticas e hidrológicas de la cuenca.

## Metodología

Para la modelación hidrológica, se seleccionó una parte de la cuenca que cubre un área de 242.680,98 ha (de un total de 333.938,94 ha) (Figura 5), teniendo en cuenta el punto de aforo de caudales existentes en la parte más próxima a la cuenca baja.

Se utilizó el modelo hidrológico SWAT, versión ArcSWAT bajo la plataforma de ArcGIS (9.3). Es un

modelo de tiempo continuo, que opera a un intervalo de tiempo diario y está diseñado para predecir el impacto del manejo del suelo y la vegetación en el aporte de agua, sedimentos y químicos agrícolas a los caudales. Este modelo permite predecir estos impactos en cuencas grandes, cuya amplia variación en suelos, uso de suelo y condiciones de manejo las hace complejas. De igual manera, permite realizar esta simulación para períodos largos (Arnold y Williams, 1987). El modelo está conformado por un conjunto de submodelos, empleados para simular distintos procesos hidrológicos. De manera general, el modelo hidrológico está basado en la ecuación de balance hídrico:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{suf} - E_a - W_{seep} - Q_{qw})$$

donde  $SW_t$  es el contenido final de agua en el suelo ( $\text{mm H}_2\text{O}$ );  $SW_0$  es el contenido de agua inicial en el día  $i$  ( $\text{mm H}_2\text{O}$ );  $t$  es el tiempo (día);  $R_{day}$  es la

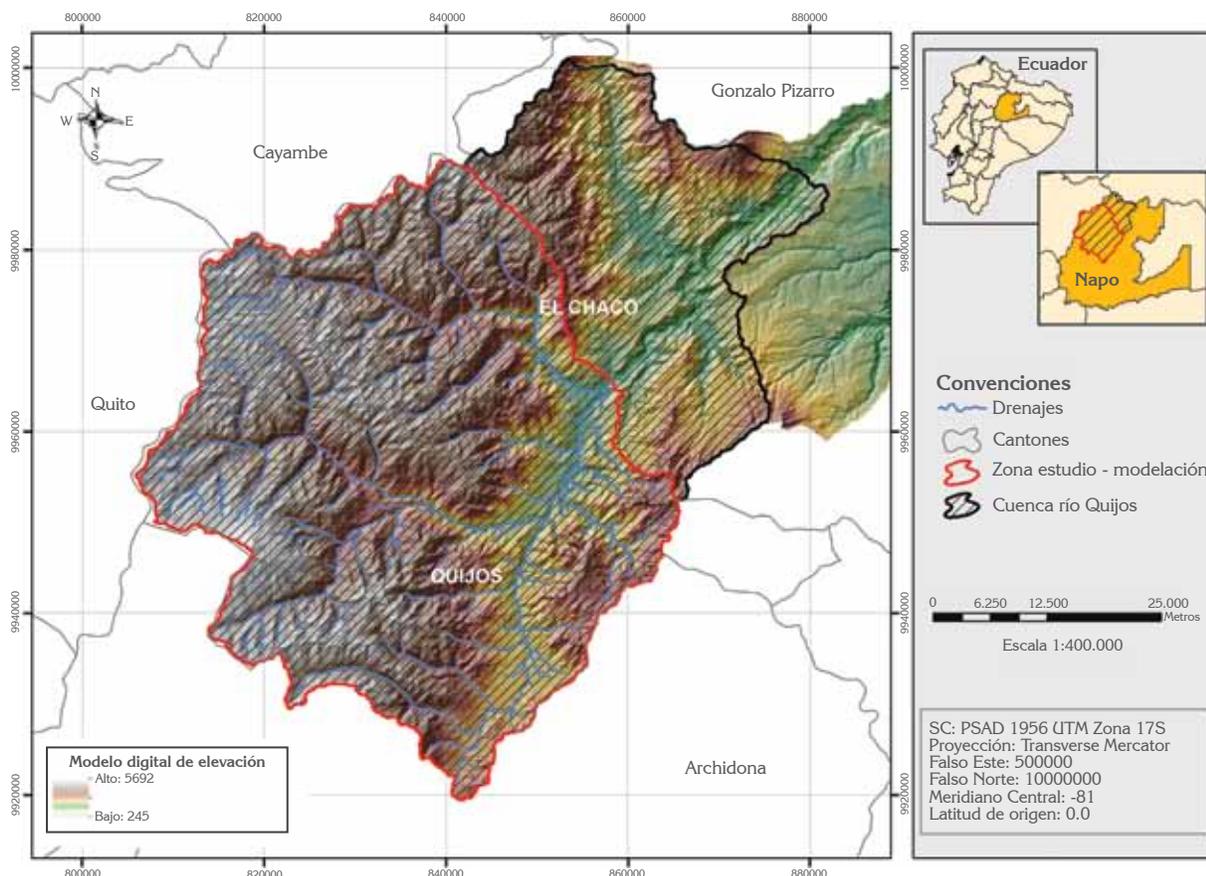


Figura 5. Localización general de la cuenca hidrográfica de la zona de estudio en la provincia de Napo.

cantidad de precipitación en el día  $i$  ( $\text{mm H}_2\text{O}$ );  $Q_{surf}$  es la cantidad de escorrentía de la superficie en un día  $i$  ( $\text{mm H}_2\text{O}$ );  $E_a$  es la cantidad de evapotranspiración en un día  $i$  ( $\text{mm H}_2\text{O}$ );  $w_{seep}$  es la cantidad de agua acumulada en la zona no saturada del perfil del suelo en día  $i$  ( $\text{mm H}_2\text{O}$ );  $Q_{qw}$  es la cantidad de flujo de retorno en el día  $i$  ( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) (Arnold et al., 1998).

Los principales componentes del modelo incluyen: clima, hidrología, sedimentación, temperatura del suelo, crecimiento y manejo de cultivos, nutrientes y pesticidas. En SWAT, una cuenca se divide en varias subcuencas, que a su vez se subdividen en unidades de respuesta hidrológica (URH). Las URH son áreas homogéneas en cuanto al uso de la tierra, el clima y las características del suelo, para las cuales SWAT modela el ciclo hidrológico. De manera que para cada URH, SWAT estima la contribución de agua y sedimentos al caudal, la evapotranspiración potencial y real, el contenido de agua en el suelo, el flujo lateral, la percolación y la recarga de acuíferos, entre otros. Es decir, los valores de estas variables son el resultado de la interacción agua-suelo-clima-uso-relieve en cada URH y los valores agregados de todas las URH reflejan el comportamiento hidrológico del total de la cuenca para el período de tiempo simulado. Este tiempo de simulación está dado por el período de tiempo de información climática disponible. En este sentido, el modelo

requiere el ingreso de datos acerca de: cobertura del suelo, tipo de suelos, clima y topografía.

### *Información secundaria y parametrización del modelo*

A través de la GIZ, fue posible acceder a la información de suelos, cobertura y clima de la cuenca, que tenían otras instituciones como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi), el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Iniap) y el Programa Regional (de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-Cosude) para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos (Ecobona). El CIAT proporcionó el modelo digital del terreno. El Cuadro 3 presenta un resumen de las fuentes de la información cartográfica seleccionadas para este análisis hidrológico.

Para toda la información espacial suministrada, fue necesario realizar un proceso de reproyección al Sistema de Referencia Proyectado Transverse Mercator —UTM Zona 17S— Coordenadas Falsas N: 10'000.000 m y E: 500.000 m, Datum PSAD 1956. Esto con el fin de estandarizar toda la información utilizada y generada por las modelaciones, debido a que la información inicial provenía de diversas fuentes y se encontraban en diferentes sistemas de referencia. El proceso de reproyección se hizo por medio del software ArcGIS, teniendo en cuenta la regionalización de los parámetros de transformación.

Cuadro 3. Fuentes seleccionadas de información básica.

	Nombre	Formato	Descripción
Información fuente	Mapa de cobertura	Shape	Coberturas generales del estudio de inventario hídrico de la provincia de Napo. Fuente: Ecobona.
	Mapa de suelos	Shape	Suelos generales, estudio de inventario hídrico de la provincia de Napo. Fuente: Ecobona.
	Modelo digital de elevación (MDE)	Grid	MDE SRTM con resolución de 90 m. Suministrado por el CIAT.
	Cartografía base	Shape	Drenajes, centros poblados, división político-administrativa, concesiones, oleoducto, etc.*
	Datos climatológicos	Shape	Registros de estaciones hidrometeorológicas (precipitación, temperaturas máximas y mínimas y aforos de caudal) para el período 1991–2009. Fuente: Inamhi.
	Puntos estudio de suelos	Shape	Puntos con estudio de suelos para la provincia de Sucumbíos. Suministrado por el Iniap.

\* La información suministrada no especifica escala.

Con el fin de ajustar la información espacial inicial (cobertura vegetal, suelos y modelo digital de elevación) al área a modelar, se realizó una primera delimitación de la cuenca objetivo en el modelo SWAT, utilizando el modelo digital del terreno (MDT) (Figura 5). Con el límite definido y la información ya recortada, se inició el proceso de elaboración y edición de la base de datos del modelo ArcSWAT para realizar la simulación del balance hídrico de la cuenca. A continuación, se describe la información utilizada para alimentar el modelo SWAT.

### Uso del suelo/cobertura

Se utilizaron los datos suministrados por Ecobona, provenientes de un estudio sobre el inventario hídrico de la provincia de Napo<sup>2</sup>. El Cuadro 4 presenta las coberturas vegetales de este estudio y la Figura 6 muestra la distribución de estas coberturas dentro de la cuenca.

Las coberturas del suelo presentes en la cuenca (Figura 6) fueron relacionadas con los códigos de las coberturas de la base de datos de SWAT (Cuadro 5) y se modificaron los valores del número de curva y el coeficiente de Manning para cada una de estas, de acuerdo al conocimiento empírico sobre el comportamiento de las coberturas en la región de los Andes.

2. Desafortunadamente la escala de este mapa se desconoce y la información no contenía metadatos.

### Información de suelos

Las características físico-químicas de estos suelos se obtuvieron de perfiles para estas unidades de suelos, creados por la Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar (Orstom, por sus siglas en francés) de Francia y que fueron proporcionados por Sigagro, en especial los datos de profundidad de los horizontes, materia orgánica, clase textural y densidad aparente. Para el caso de las unidades de suelos D5, T3 y S1-R, se modificaron los valores de materia orgánica de acuerdo a resultados obtenidos en una caracterización de suelos realizada por el Iniap en la provincia de Sucumbíos.

Para las características faltantes, como conductividad hidráulica saturada y la disponibilidad de agua en el suelo, se utilizó la herramienta "Soil Characteristics Tool" (Saxton et al., 1986). El Cuadro 6 describe los parámetros utilizados para cada unidad de suelo dentro del área de estudio.

### Modelo digital de elevación

Para calcular la red hídrica de la cuenca, se utilizó el modelo digital de elevación (MDE) de la Misión Topográfica por Radar desde el Transbordador de la NASA (SRTM, por sus siglas en inglés) de 90 m de resolución espacial, aportado por el CIAT, al cual se le realizaron los ajustes necesarios en el llenado de vacíos de información con el fin de evitar errores en la dirección de los flujos de agua. Igualmente, se definieron las trayectorias de drenaje del agua en

Cuadro 4. Cobertura vegetal de la cuenca del río Quijos.

Coberturas	Descripción	Área (ha)	Área (%)
Bosque natural húmedo	Vegetación arbórea con diferente grado de humedad	135.134,19	39,10
Vegetación de páramo	Vegetación dominante no arbórea con relictos de bosques nativos	52.985,27	15,30
Matorral húmedo	Vegetación lignificada que mantiene el verdor de sus hojas constantemente	29.615,11	8,60
Bosque/Cultivo/Pasto	Bosque, cultivos y pastos	24.205,79	7,00
Eriales	Áreas desprovistas de vegetación	2.035,83	0,60
Nieve	Nieve perpetua	1.854,80	0,50
Pasto cultivado	Pasto cultivado	81.453,55	23,50
Cultivos de zona cálida	Cultivos de zona cálida (maíz, higuera, soya)	15.774,33	4,60
Arenal	Arenal	63,08	0,00
Cuerpo de agua	Lagunas y ríos	2.802,27	0,80
	<b>Área total</b>	<b>345.924,22</b>	<b>100,00</b>

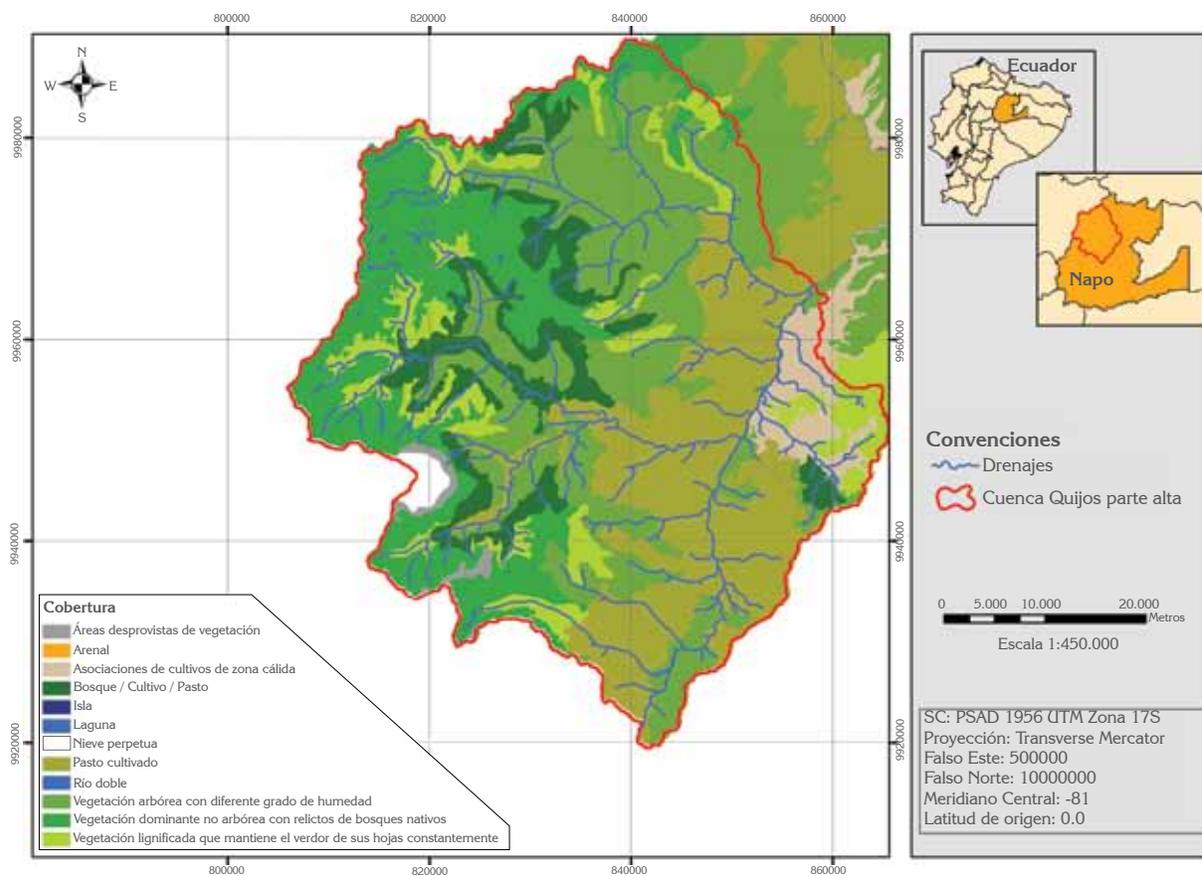


Figura 6. Mapa de cobertura vegetal de la cuenca alta-media del río Quijos.

Cuadro 5. Asignación código SWAT para las coberturas del suelo de la cuenca Quijos.

Cobertura	Código SWAT	CN	n
Pasto cultivado	PAST	25, 35, 70, 79	0,15
Cultivos zona cálida	AGRR	45, 64, 77, 83	0,12
Bosque natural			
húmedo	FRST	25, 40, 65, 72	0,10
Bosque/Cultivo/Pasto	SWRN	25, 44, 69, 76	0,13
Matorrales húmedos	MESQ	30, 46, 63, 66	0,10
Vegetación de páramo y subpáramo	WPAS	31, 55, 69, 75	0,14
Eriales	URML	31, 59, 72, 79	0,10
Arenal	AGRL	67, 77, 83, 87	0,14
Zonas nevadas o glaciares	WATR	49, 69, 79, 84	0,15
Cuerpo de agua	WATR	92, 92, 92, 92	0,01

CN: Número de curva; n: Coeficiente de Manning.

función de las condiciones topográficas. La Figura 8 muestra un ejemplo de este tipo de corrección, en el cual el pixel 763 está rodeado de alturas mayores. Si existiese un flujo de agua que pasara por esa zona, el agua se quedaría estancada allí y no permitiría la generación de un drenaje continuo y coherente de acuerdo a la topografía de la zona. EL MDE finalmente utilizado se muestra en la Figura 9.

### Información hidrometeorológica

Se contó con información proveniente de 15 estaciones del Inamhi, con datos mensuales de velocidad del viento y humedad relativa, y datos diarios de precipitación y temperaturas mínimas y máximas. La información se analizó con el fin de

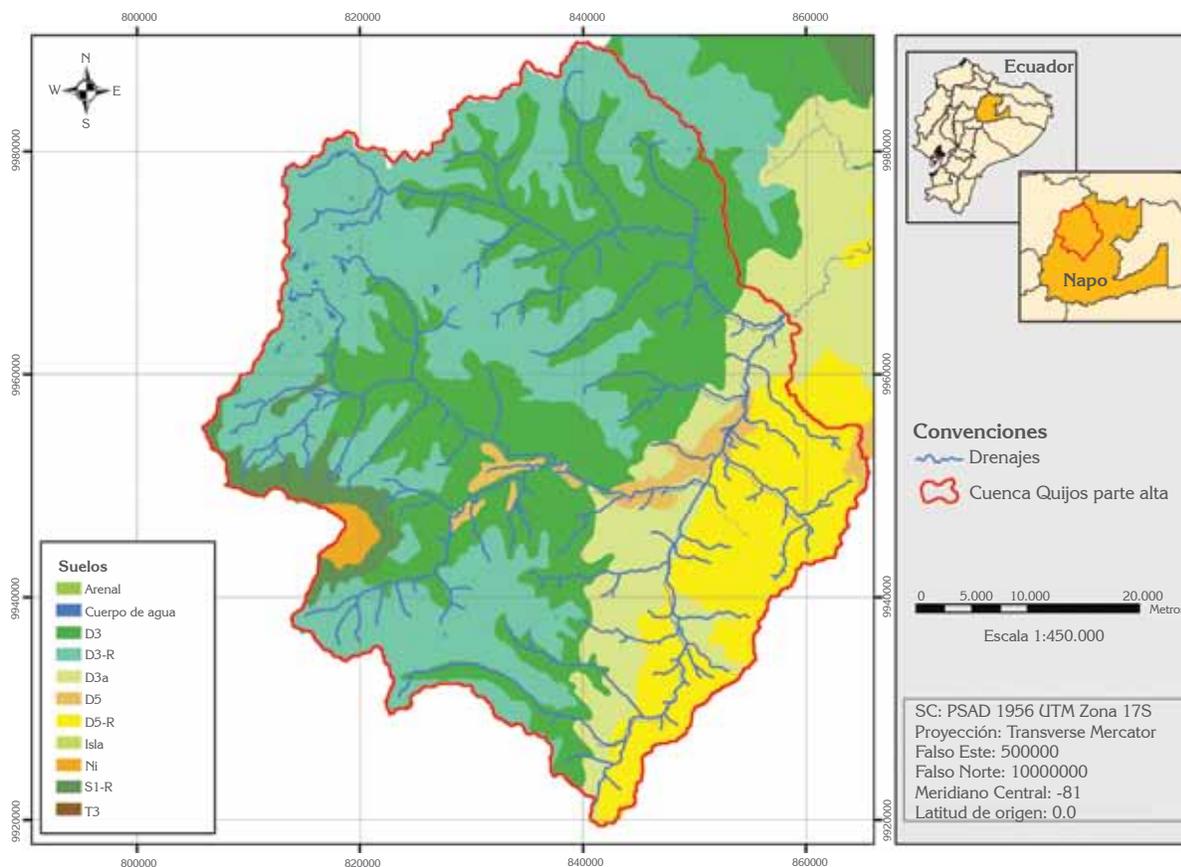


Figura 7. Mapa de suelos de la cuenca alta-media del río Quijos.

determinar las estaciones que podrían tenerse en cuenta para la modelación, cumpliendo con registros diarios y continuos para un período que fuera común para varias estaciones. Finalmente, el período seleccionado fue 1993–2000.

El Cuadro 7 presenta las estaciones climatológicas suministradas y, sombreadas en color rosado, las estaciones cuyos registros fueron ingresados al modelo.

Para la información de radiación promedio mensual, se utilizó el modelo MarkSim (Jones, 2006), del cual se obtuvieron estos valores para los puntos donde se encontraban ubicadas las estaciones de Papallacta, Reventador y Baeza.

El caudal del río Quijos es medido en la actualidad por varias estaciones hidrométricas operadas por el Inamhi. También se cuenta con

algunos registros de estaciones que fueron monitoreadas por el Incecl, las cuales se encuentran suspendidas en la actualidad (Cuadro 8). Para el presente estudio, solo se seleccionaron las estaciones H719 Quijos DJ Oyacachi, H718 Quijos en Baeza y H731 Cosanga AJ Quijos, ya que cumplían con la ubicación dentro de la cuenca y contaban con registros para el período de simulación seleccionado (1993–2000). En cuanto a información de sedimentos en el caudal que permitiese calibrar el modelo para esta variable, no había datos disponibles y por tanto no se presentan resultados en este documento. La Figura 10 presenta la ubicación geográfica de las estaciones de medición de precipitación y temperatura cuyos registros fueron utilizados en la simulación del balance hídrico y de las estaciones de medición de caudal utilizadas en la calibración y validación del modelo.

Cuadro 6. Características físico-químicas de los suelos en la cuenca Quijos.

No.	Nombre	(K) USLE	SOL_Z profundidad (mm)	SOL_BD densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	SOL_AWC disponibilidad de agua en el suelo (mm/mm)	SOL_K conductividad hidráulica (mm/hr)	SOL_CBN carbono (%)	ARCILLA (%)	LIMO (%)	ARENA (%)	ROCA (%)
1	D3	0,144	0–180	0,92	0,19	99,44	10,44	9	50	41	0
		0,139	180–450	0,98	0,17	86,32	10,44	11	40	49	0
		0,124	450–700	1,12	0,13	59,03	10,44	15	20	65	0
2	D3a	0,144	0–180	0,92	0,19	99,44	10,44	9	50	41	0
		0,139	180–450	0,98	0,17	86,32	10,44	11	40	49	0
		0,124	450–700	1,12	0,13	59,03	10,44	15	20	65	0
3	D3-R	0,144	0–180	0,92	0,18	85,23	10,44	9	50	41	10
		0,139	180–450	0,98	0,15	73,99	10,44	11	40	49	5
		0,124	450–700	1,12	0,11	50,60	10,44	15	20	65	5
4	D5	0,144	0–180	0,92	0,19	99,44	4,99	9	50	41	0
		0,139	180–450	0,98	0,17	86,32	4,99	11	40	49	0
		0,124	450–700	1,12	0,13	59,03	4,99	15	20	65	0
5	D5-R	0,144	0–180	0,92	0,18	85,23	4,99	9	50	41	10
		0,139	180–450	0,98	0,15	73,99	4,99	11	40	49	5
		0,124	450–700	1,12	0,11	50,60	4,99	15	20	65	5
6	S1-R	0,144	0–180	0,98	0,19	45	4,99	9	50	41	0
		0,139	180–450	1,12	0,17	40	4,99	11	40	49	0
		0,124	450–700	1,15	0,13	30	4,99	15	20	65	0
7	T3	0,144	0–180	0,98	0,19	45	4,99	9	50	41	0
		0,139	180–450	1,12	0,17	40	4,99	11	40	49	0
		0,124	450–700	1,15	0,13	30	4,99	15	20	65	0
8	Arenal	0	0–180	1,30	0,02	200	0,00	0	0	100	0



Figura 8. Estancamiento del flujo de agua.

Con la información recopilada y organizada, la cuenca fue dividida en subcuencas (Figura 11) y posteriormente en URH con el objetivo de definir unidades homogéneas desde el punto de vista de sus características de suelo, clima, cobertura y topografía, para lograr mayor exactitud en determinar la contribución de diferentes áreas de la cuenca a los caudales en el punto de salida de la

cuenca modelada. Una vez definidas estas unidades para la modelación hidrológica, se procedió a generar el modelo. Los datos de caudales diarios y mensuales simulados fueron comparados con los datos observados en las tres estaciones de caudales. Debido a que la primera simulación no presentó un buen ajuste de los valores simulados vs. valores observados, se procedió a realizar una

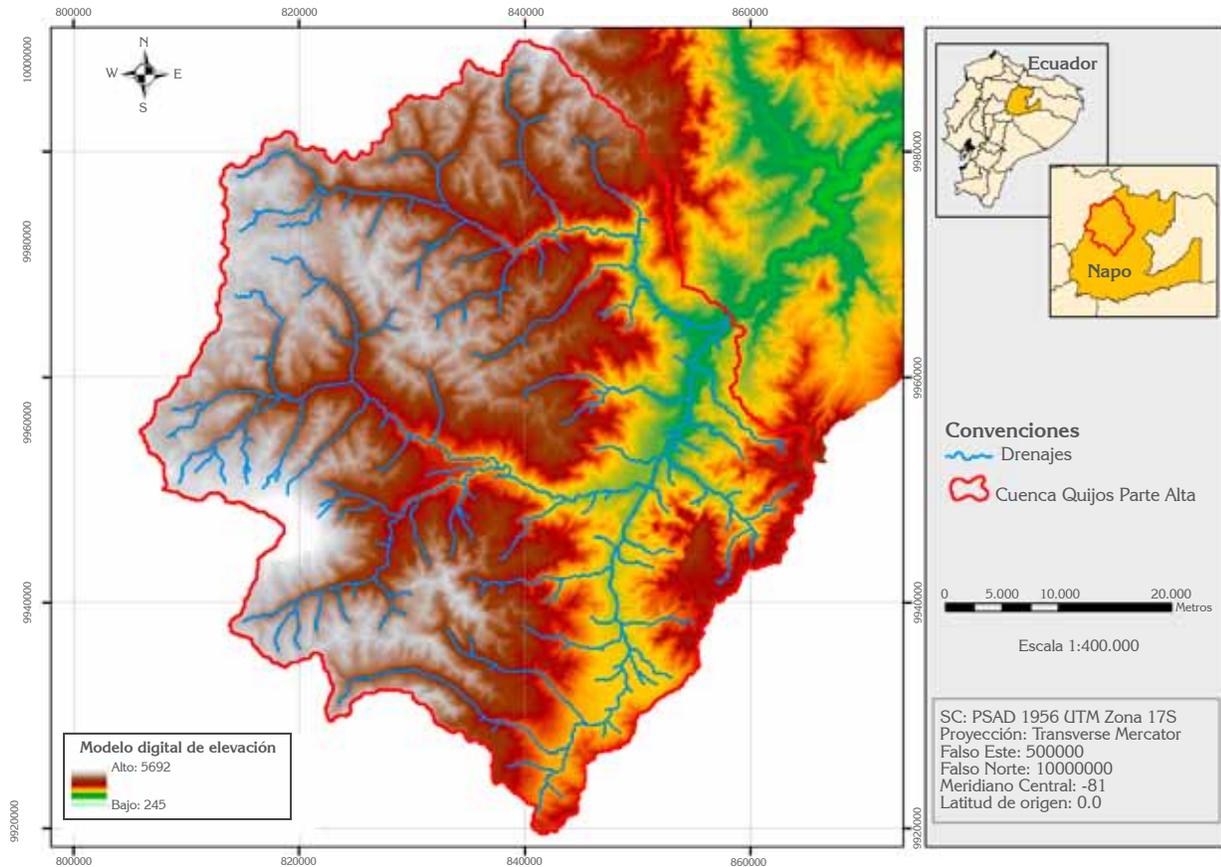


Figura 9. Modelo digital de elevación de la parte alta de la cuenca del río Quijos.

calibración y validación del modelo, ajustando las variables más sensibles, para lo cual se realizó un análisis de sensibilidad.

### Calibración y validación del modelo

Como paso preliminar a la calibración y validación del modelo, se realizó un análisis de sensibilidad para identificar los parámetros que tienen una influencia significativa en los resultados del modelo con respecto a las observaciones reales. El análisis de sensibilidad utilizado es el que se encuentra incorporado dentro de SWAT2005: el método LH-OAT, el cual combina el método de diseño OAT (*One factor at a time*) y el método de muestreo LH (*Latin Hypercube*). Los parámetros más sensibles fueron ajustados en el modelo para conseguir un mejor ajuste de los parámetros de salida del

modelo (como el caudal) con los parámetros observados en campo, es decir, se calibró manualmente el modelo y posteriormente se validó. Los valores de los parámetros ajustados en la calibración manual se presentan en el Cuadro 9.

Los procesos de calibración y validación (Figura 12) se realizaron en forma diaria y mensual para un período de simulación de 8 años, contando con los registros de caudales diarios para el período 1994–2000 en las estaciones:

- H718-Quijos en Baeza, que recoge el caudal de las subcuencas 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17 y 18 para cubrir un área de 859.774 km<sup>2</sup>.
- H731-Cosanga AJ Quijos, que recoge el caudal de las subcuencas 19, 20, 21, 22 y 23 para cubrir un área de 485.499 km<sup>2</sup>.

Cuadro 7. Estaciones climatológicas utilizadas en el modelo.

Inventario de Estaciones Meteorológicas - Provincia de Napo									
Cód.	Nombre	Tipo	Latitud (S)	Longitud (w)	Altitud (msnm)	Instituto	Precipitación diaria	Temperatura diaria	Variables mensuales
M215	Baeza	CP	0° 37' 34"	77° 51' 57"	1.960	Inecel	1980-1993	1982-1993	Precipitación, Humedad, Nubosidad, V. viento, Temp.
M829	Borja AJ Quijos	PV	0° 23' 00"	77° 50' 00"		Inamhi	No	No	Precipitación
M699	Borja Superior	PG	0° 28' 07"	77° 44' 52"	2.120	Inecel	No	No	No
M486	Borja-Misión Josefina	PV	0° 24' 57"	77° 49' 32"	1.500	Inamhi	1990-2000	No	Precipitación
M546	Cosanga	PG	0° 37' 00"	77° 52' 19"	1.930	Inecel	No	No	Precipitación
M436	Cuyuja	PG	0° 05' 00"	78° 02' 58"	2.380	Inecel	No	No	Precipitación
M825	El Chaco Inamhi	PV	0° 21' 00"	77° 50' 00"		Inamhi	No	No	Precipitación
M201	El Chaco Inecel	CP	0° 20' 00"	77° 40' 00"	1.570	Inecel	No	No	Precipitación, Humedad, Nubosidad, V. viento, Temp.
M545	Oyacachi	PG	0° 20' 00"	77° 58' 00"	3.130	Inecel	No	No	Precipitación
M188	Papallacta	CO	0° 21' 54"	78° 08' 41"	3.150	Inamhi	1990-2007	1990-2008	Humedad, Nubosidad, V. viento, Temp. Media
M203	Reventador	CP	0° 03' 18"	77° 32' 59"	1.470	Inecel	1980-1993 2007-2008	1982-1993	Precipitación, Humedad, Nubosidad, V. viento, Temp.
M208	Río Salado-Inecel	CP	0° 12' 00"	77° 39' 00"	1.310	Inecel	No	No	Precipitación, Humedad, Nubosidad, V. viento, Temp.
M205	San Rafael-Napo	CP	0° 05' 13"	77° 34' 34"	1.353	Inecel	No	No	Precipitación, Humedad, Nubosidad, V. viento, Temp.
M490	Sardinas	PV	0° 22' 16"	77° 48' 06"	1.615	Inamhi	1990-2008	No	Precipitación
MA54	Sierrazul	CO	0° 40' 26"	77° 55' 36"	2.240	Inamhi	1996-2000 2007-2008	1996-2000 2007-2008	Precipitación

Cuadro 8. Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en la calibración del modelo.

Inventario de Estaciones Hidrométricas Superficiales					
Cód.	Nombre de la estación	Altitud (msnm)	Fuente	Período diario	Período mensual
H726	Coca AJ Malo (DJ Salado)	1.250	Inecel	(82–83) (98)	(73–85) (90–07)
H714	Coca en San Rafael	1.160	Inecel	74–82	73–82
H715	Quijos AJ Bombón	1.380	Inecel	(80–82) (84) (89–90)	73–90
H733	Quijos AJ Borja	1.635	Inecel	(80–82) (85)	73–85
H719	Quijos DJ Oyacachi	1.490	Inamhi	(74–82) (94–95) (02–04)	(74–80) (82) (94–95) (69–88) (91–94) (01–04)
H718	Quijos en Baeza	1.770	Inamhi	(82–89)(92–95)(97–98)(03–04)	(73–85) 89 (92–95) (97–98) (03–04)
H731	Cosanga AJ Quijos	1.740	Inamhi	(75–81) (89) (93–05)	(73–85) (89) (93–05)

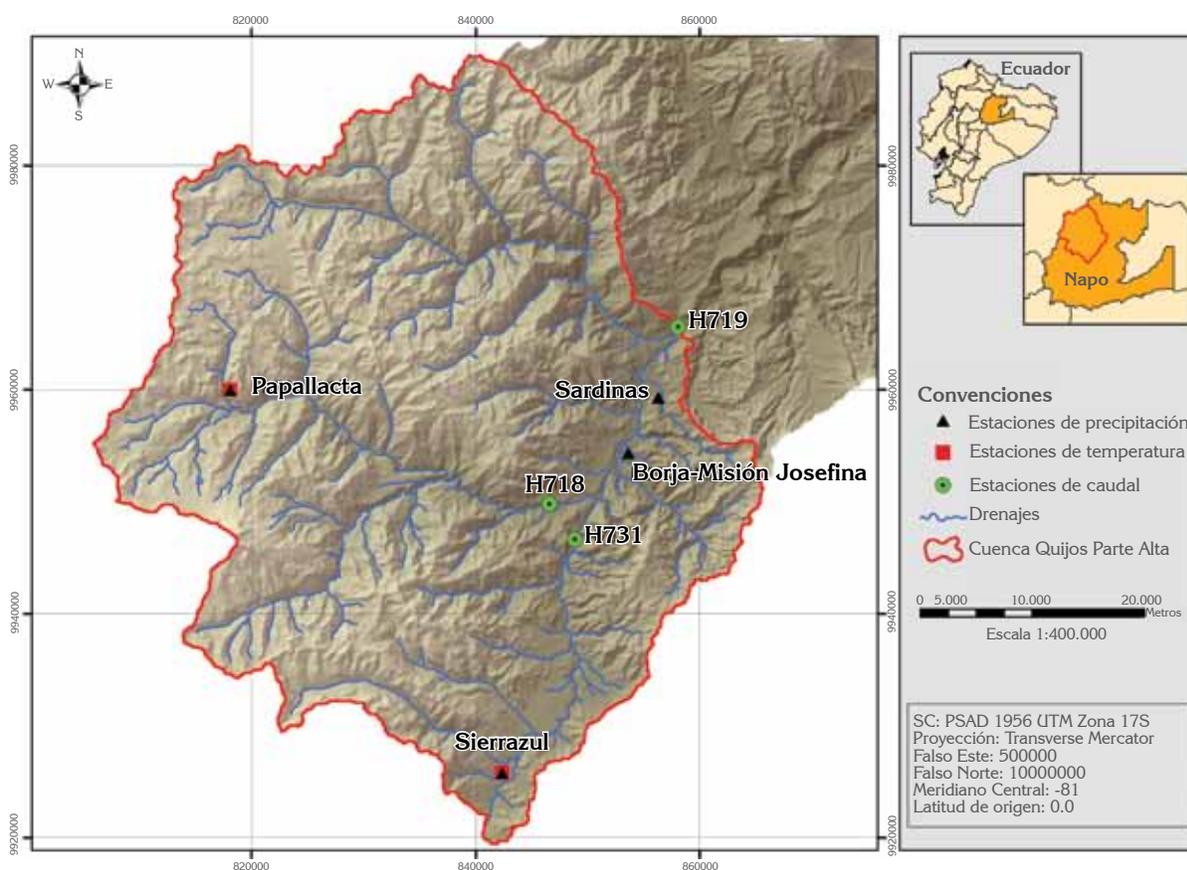


Figura 10. Ubicación de las estaciones climatológicas en la cuenca del río Quijos.

- H719-Quijos DJ Oyacachi, que recoge el caudal de toda la cuenca de estudio con un área de 2.426,81 km<sup>2</sup> (registros de 1993–1995) (Figura 11).

Cabe aclarar que las series de registros a nivel diario están incompletas en ciertos períodos.

Asimismo, el rango de datos disponibles se dividió en dos grupos. La calibración del modelo se realizó para el período correspondiente a 1994–1996, para el cual se modificaron las variables seleccionadas (según el análisis de sensibilidad) dentro de rangos razonables hasta encontrar un ajuste satisfactorio de los valores de

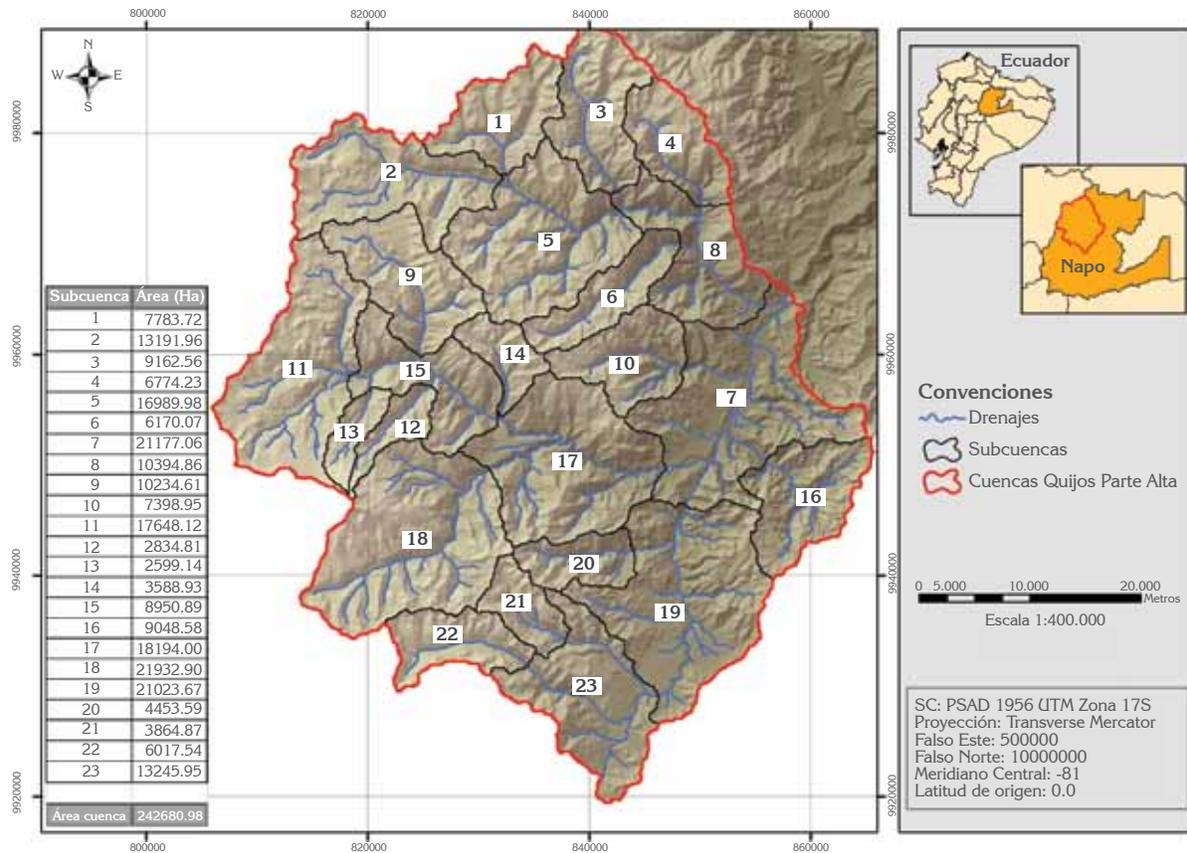


Figura 11. Mapa de subcuencas de la cuenca del río Quijos.

caudal simulados con respecto a los observados. Una vez calibrado el modelo, este fue “validado” para el período 1997–2000, con el fin de evaluar su capacidad predictiva con los valores de las variables sensibles ajustadas durante la calibración.

## Resultados

Se determinaron 1.277 URH en la cuenca de estudio (Figura 13), para las cuales el modelo simuló el balance hídrico.

Las Figuras 14, 15 y 16 presentan de forma gráfica los caudales promedio mensuales simulados vs. los observados en las tres estaciones de aforo utilizadas durante la calibración y validación del modelo. El índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe<sup>3</sup> y el coeficiente de correlación demuestran un buen ajuste para el período de análisis, especialmente en las estaciones de aforo H718 y H731 (Cuadro 10).

En la estación H719, que mide el caudal generado por el área total estudiada, la simulación presenta un coeficiente de Nash más bajo. Este resultado más bajo en términos de desempeño del modelo puede deberse a que para esta estación se contó con menor cantidad de registros diarios aforados de caudal para el período simulado, lo que genera una incertidumbre en el promedio mensual de los registros. En general, el coeficiente de Nash es satisfactorio, es decir, el

3. Este coeficiente se utiliza para evaluar el poder predictivo de los modelos hidrológicos y puede variar desde  $-\infty$  hasta 1. Donde una eficiencia de 1 (NS=1) corresponde a un perfecto ajuste entre los datos del modelo y los observados. Una eficiencia de 0 (NS=0) indica que las predicciones del modelo son tan precisas como la media de los datos observados, mientras que una eficiencia menor de cero (NS<0) ocurre cuando la varianza residual (numerador de la expresión) es mayor que la varianza de los datos (denominador de la ecuación). Básicamente, cuanto más cercanos a 1, más exactos son los resultados.

Cuadro 9. Resumen de la configuración inicial de los parámetros del modelo SWAT.

Parámetro	Nombre variable en SWAT	Rango	Valor default	Valor obtenido calibración manual
Temperature lapse rate [°C/km]	Tlaps	-20 – 20	0	-6,5
Baseflow alpha factor [days]	Alpha_Bf	0 – 1	0,048	0,01
Groundwater delay [days]	Gw_Delay	0 – 500	31	25
Groundwater “revap” coefficient	Gw_Revap	0,02 – 0,2	0,02	0,02
Threshold water depth in the shallow aquifer for flow [mm]	Gwqmn	0 – 5000	0	1
Threshold water depth in the shallow aquifer for “revap” [mm]	Revapmn	0 – 500	1	50
Soil evaporation compensation factor	Esco	0,01 – 1	0,95	1
Plant uptake compensation factor	Epc0	0,01 – 1	1	1
Maximum canopy storage [mm]	Canmx	0 – 100	*	*
Average slope steepness [m/m]	Slope	0 – 0,6	*	*
Average slope length [m]	Slsbbsn	10 – 150	*	*
Snow pack temperature lag factor	Timp	0,01 – 1	1	0,5
Melt factor for snow on June 21 [mm H <sub>2</sub> O/°C-day]	SMFMX	0 – 10	4,5	3,5
Melt factor for snow on December 21 [mm H <sub>2</sub> O/°C-day]	SMFMN	0 – 10	4,5	1
Snowfall temperature [°C]	SFTMP	-5 – 5	1	1
Snow melt base temperature [°C]	SMTMP	-5 – 5	0,5	2
Surface runoff lag time [days]	Surlag	1 – 24	4	8
Effective hydraulic conductivity of channel [mm/hr]	Ch_K(2)	-0,01 – 500	0	0
Manning’s n value for main channel	Ch_N2	0 – 0,3	0,014	0,014
Available water capacity [mm H <sub>2</sub> O/mm soil]	Sol_Awc	0 – 1	*	*
Saturated hydraulic conductivity [mm/hr]	Sol_K	0 – 2000	*	*
Moist soil albedo	Sol_Alb	0 – 0,25	*	*
Initial SCS CN II value	Cn2	20 – 90	*	*
Biological mixing efficiency	Biomix	0 – 1	*	*
Maximum potential leaf area index	Blai	0,5 – 10	*	*

\* Los valores varían por unidad de respuesta hidrológica.

desempeño del modelo para predecir los valores promedio mensuales de caudal es aceptable.

Los resultados obtenidos con el modelo para predecir el caudal diario no fueron satisfactorios (índice de Nash negativo). Existen varias posibles fuentes de incertidumbre, en especial sobre la calidad de los aforos a nivel diario. Se analizaron los datos suministrados de los niveles limnimétricos (alturas) y los caudales (m<sup>3</sup>/s) calculados por la entidad a cargo (Inamhi) para las estaciones en Baeza y Cosanga, lo que permitió apreciar que para un determinado caudal X (m<sup>3</sup>/s) se pueden tener seis medidas limnimétricas diferentes en un mismo punto del cauce. En el momento en que se pueda contar

con mejor información de los aforos de caudal a nivel diario, se procederá con el proceso de calibración y validación a este nivel.

Con los resultados de la modelación hidrológica, se categorizaron las URH presentes en la cuenca según su contribución de agua al caudal (mm) durante el período simulado (8 años). En la Figura 17, se presenta el promedio multianual (1993–2000) de la contribución de agua (mm) por cada URH en la cuenca.

Se puede apreciar que la mayor producción de agua (mm) para el período simulado (1993–2000) corresponde a la parte alta de la subcuenca del río

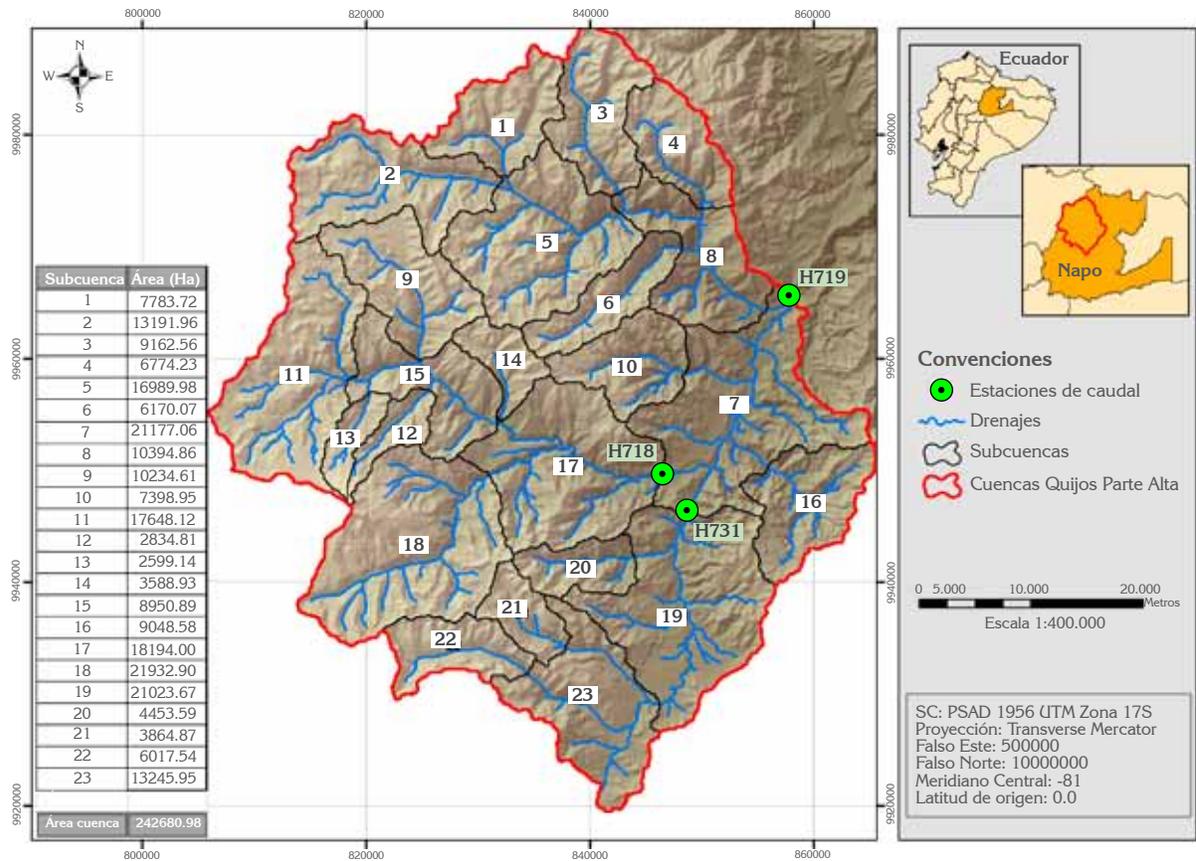


Figura 12. Ubicación de los puntos de calibración y validación.

Cosanga. Es también interesante resaltar que las URH que contribuyen con más agua al caudal no son precisamente las de la parte alta de la cuenca del río Quijos, sino que zonas ubicadas en las partes media y baja hacen mayores aportes. Este resultado es congruente con las estadísticas que muestran mayores precipitaciones en esta zona con respecto a la parte alta (Figura 18). Sin embargo, esto no quiere decir que la parte alta carezca de importancia hídrica. Por el contrario, su contribución de agua al caudal es también importante, pero menor en comparación con la de las zonas más bajas que están expuestas a una mayor tasa de precipitación, propia de las regiones de transición andino-amazónicas. De hecho, a pesar de que la cuenca alta contribuye con menos agua a los caudales, su contribución es aún tan importante que es suficiente para abastecer el 50% de la demanda de agua de la ciudad de Quito y a futuros proyectos hidroeléctricos, mencionados en la sección anterior.

Por otro lado, estos resultados muestran que es poco factible que las captaciones de agua en la zona alta de esta cuenca pongan en riesgo las actividades que dependen del recurso hídrico en la zona baja, debido a la gran cantidad de agua que aportan las áreas de la cuenca media y baja (Figura 17). Como se aprecia en el Cuadro 11, teniendo en cuenta los caudales mensuales aforados, la contribución de la zona alta (reflejada en los caudales de la estación “Quijos en Baeza”) es baja en comparación con la contribución que esta zona sumada con la parte media (hasta Oyacachi) hace a los caudales medidos en Reventador (Figura 19). En otras palabras, las partes media y baja de la cuenca contribuyen con un 87% del agua que llega al caudal, y la zona río arriba de Baeza con un 13% —en donde se encuentra la zona de Papallacta y se concentran gran cantidad de las captaciones de agua.

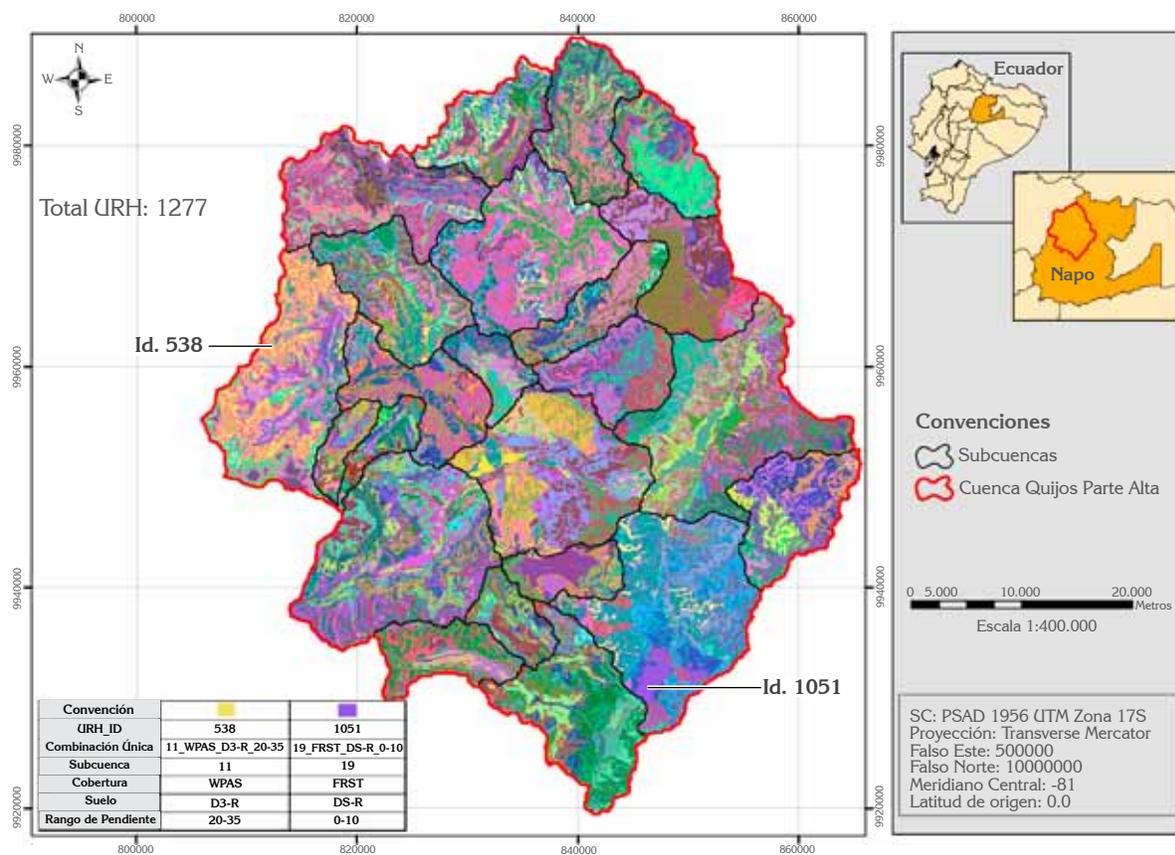


Figura 13. Mapa de unidades de respuesta hidrológica para la cuenca del río Quijos, con información ampliada para dos de ellas.

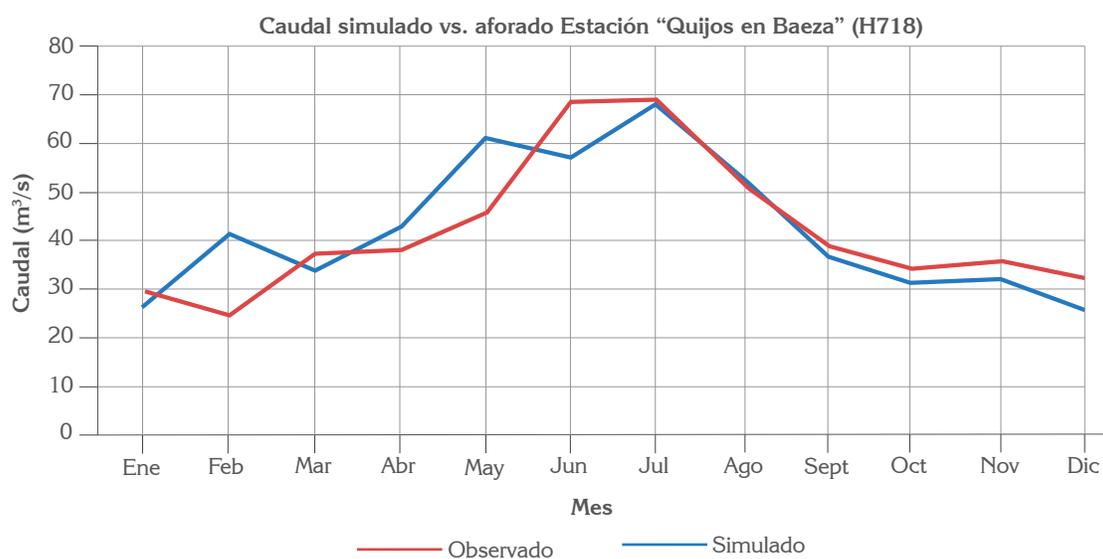


Figura 14. Promedio mensual caudal simulado vs. aforado - Estación H718.

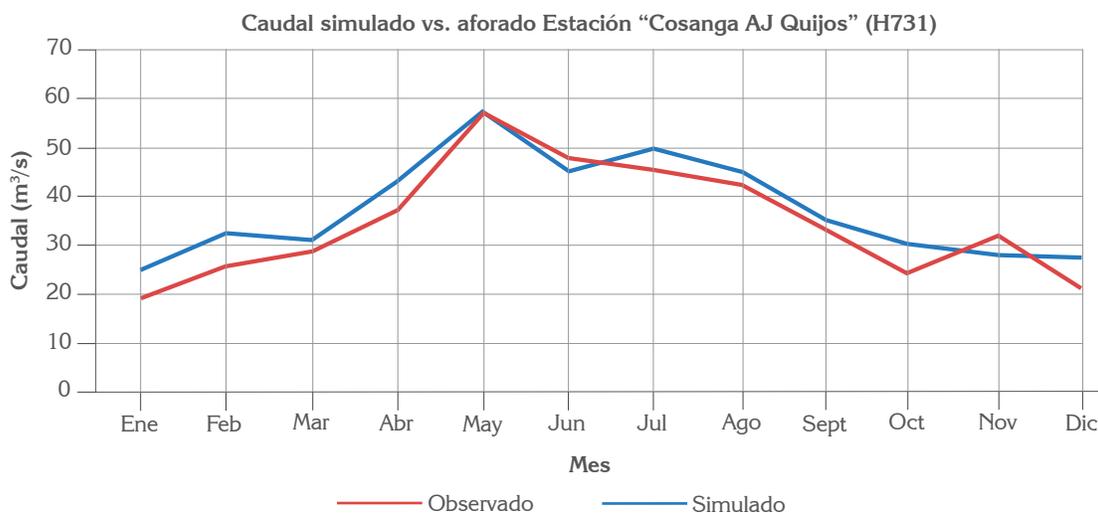


Figura 15. Promedio mensual caudal simulado vs. aforado – Estación H731.

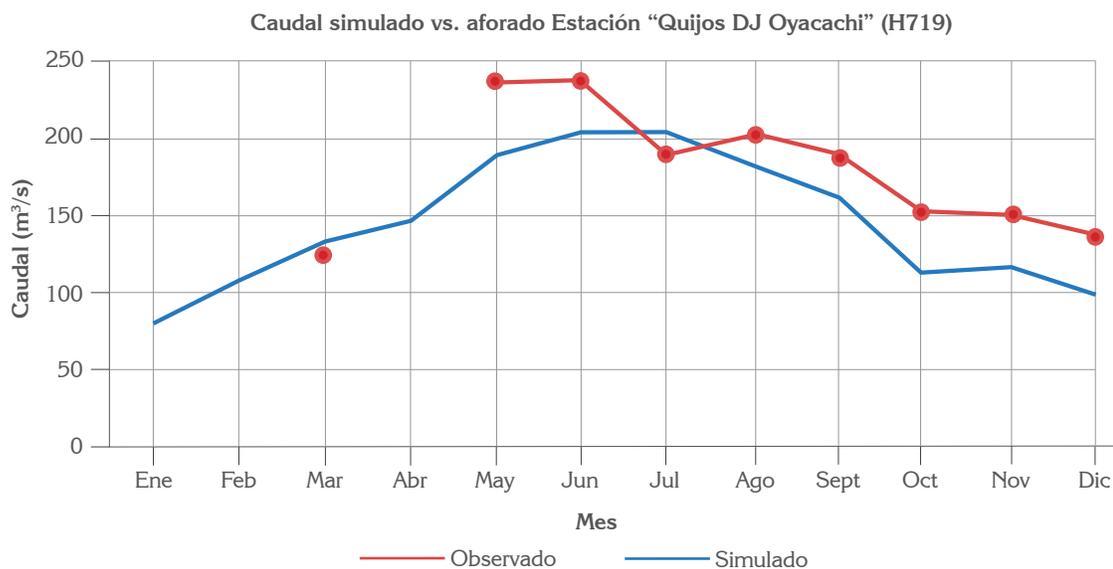


Figura 16. Promedio mensual caudal simulado vs. aforado – Estación H719.

Cuadro 10. Estadística descriptiva del promedio del flujo mensual.

Estadísticos	Estación H718 Quijos en Baeza		Estación H731 Cosanga AJ Quijos		Estación H719 Quijos DJ Oyacachi	
	Caudal simulado (m³/s)	Caudal aforado (m³/s)	Caudal simulado (m³/s)	Caudal aforado (m³/s)	Caudal simulado (m³/s)	Caudal aforado (m³/s)
Media	42,6	41,7	37,5	35,6	144,2	134,2
Coefficiente de Nash		0,72		0,77		0,44
Correlación		0,85		0,89		0,71

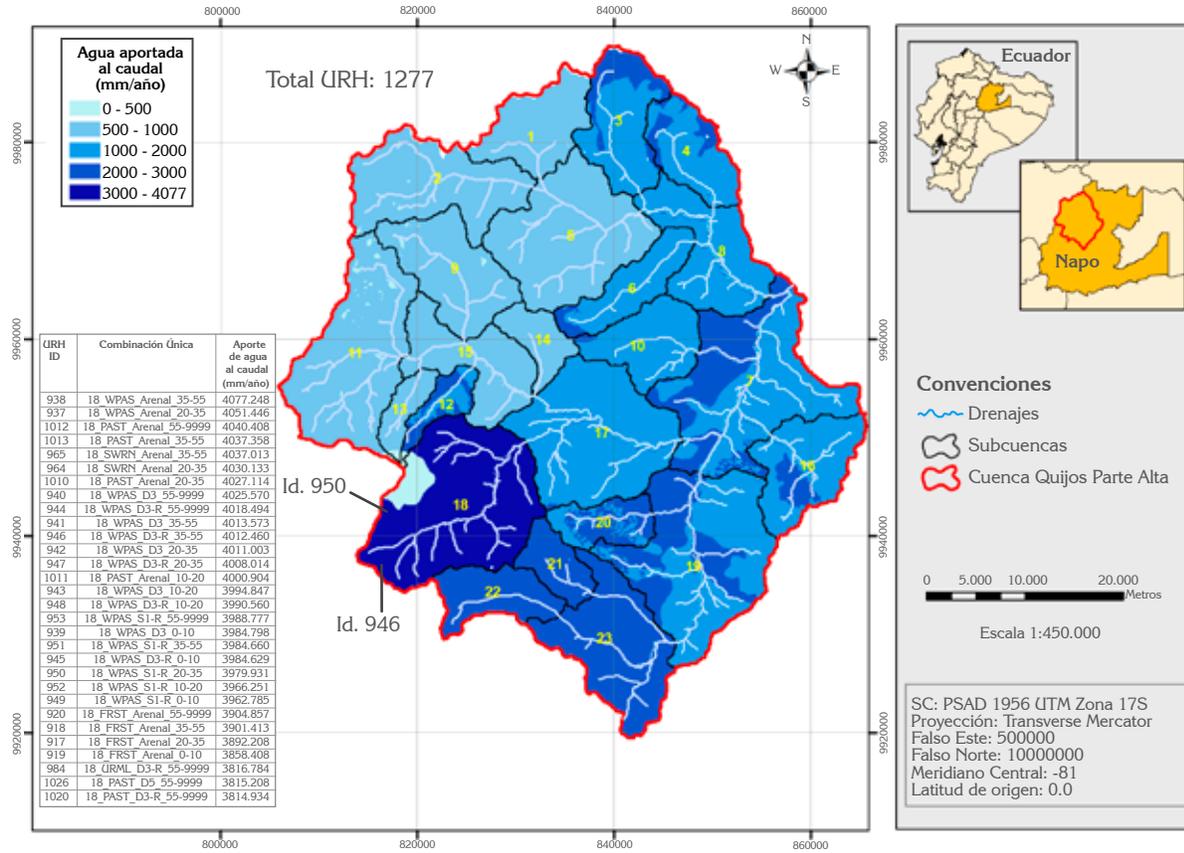


Figura 17. Producción anual de agua por cada unidad de respuesta hidrológica (URH).

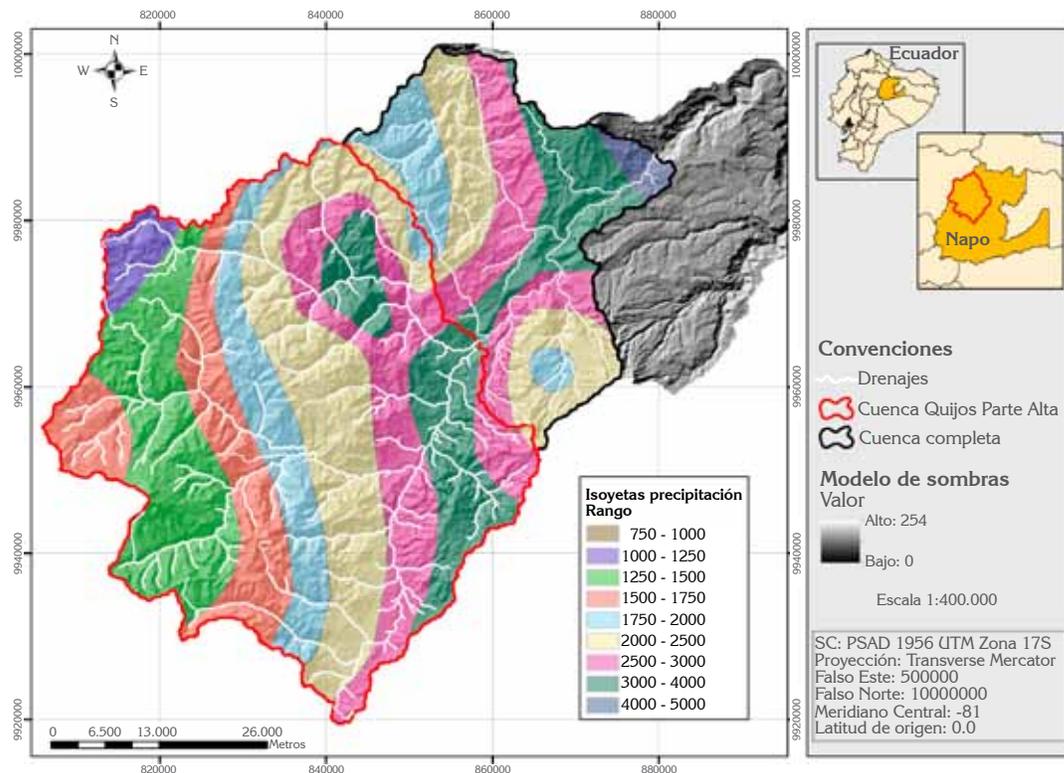


Figura 18. Isoyetas de precipitación para la cuenca del río Quijos.

## Conclusiones y recomendaciones

En general, los caudales simulados a nivel mensual se ajustan muy bien a los caudales aforados. No obstante, el ajuste no es perfecto. Esto puede

Cuadro 11. Contribución al caudal de diferentes zonas de la cuenca del río Quijos.

Ubicación	Caudal promedio mensual (m <sup>3</sup> /s)		Porcentaje de contribución al caudal*
	Simulado	Aforado	
Quijos en Baeza	42,61	41,74	13
Cosanga AJ Quijos	37,53	35,60	11
Quijos DJ Oyacachi	144,20	134,18	43
Reventador	n.d.	309,40	----

\* Porcentaje de contribución al caudal aforado en el punto de Reventador, que es el punto de cierre de toda la cuenca del río Quijos.  
n.d. = No disponible.

deberse a los vacíos existentes en los registros de aforos de caudal diario, lo cual genera incertidumbre en los promedios mensuales calculados.

Sin embargo, el buen ajuste del modelo en términos de predicción del caudal mensual permitió priorizar las áreas que tienen una contribución importante de agua al caudal. Estas áreas se encuentran en la zona de la cuenca del río Cosanga y en la zona media-baja de la cuenca del río Quijos, y su alta contribución se debe posiblemente a una combinación de altas precipitaciones con temperaturas moderadas.

La zona alta donde se encuentra Papallacta contribuye con un 13% al caudal total registrado en Reventador. De modo que no es válido el argumento expuesto por los actores en reuniones llevadas a cabo en la zona, sobre eventuales desabastecimientos de agua en la cuenca baja a causa de las captaciones

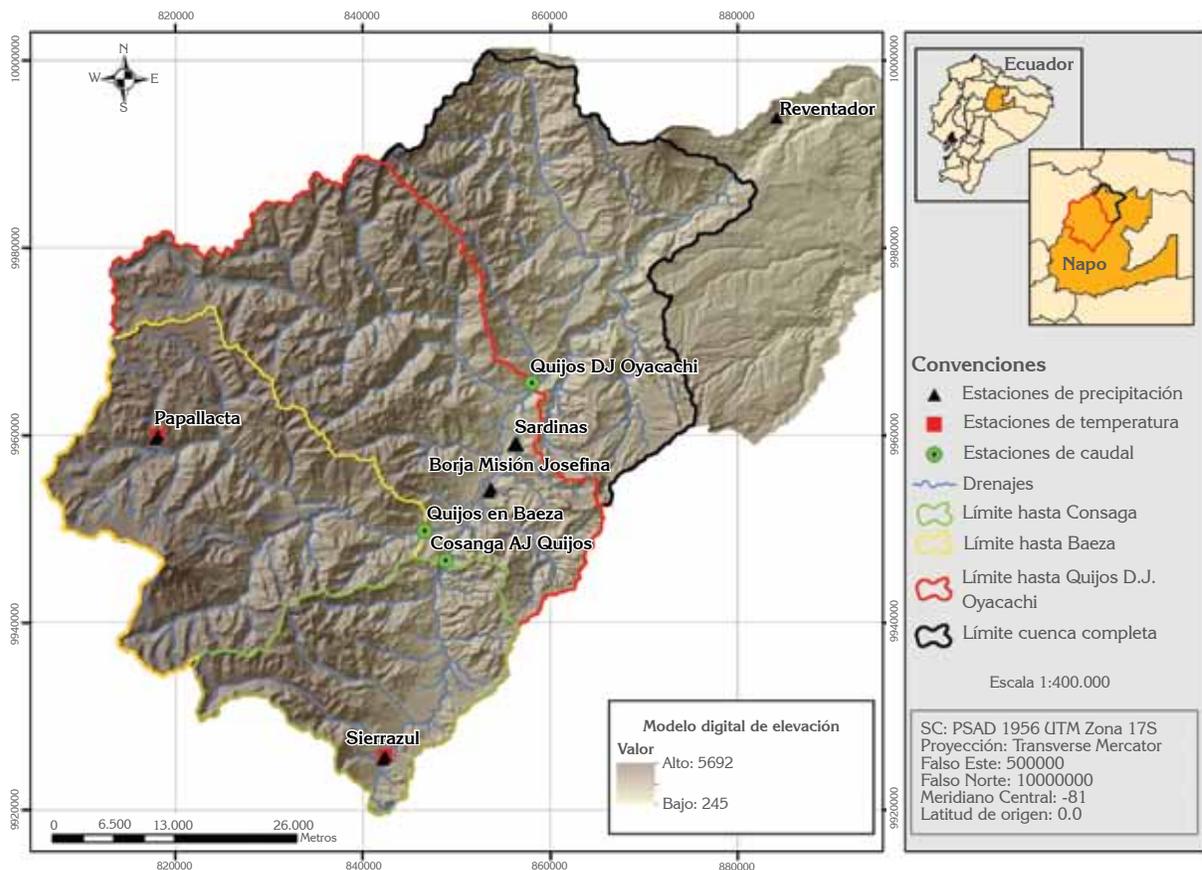


Figura 19. Ubicación de puntos de aforo y del punto de salida de la cuenca (Reventador).

proyectadas en la cuenca alta. Por el contrario, la zona baja —expuesta a condiciones extremas de precipitación (>6000 mm)— fácilmente contribuye con más agua que cualquier otra zona en los Andes y, por lo tanto, no debe subestimarse la importancia hídrica de las zonas altas. De hecho, la contribución de agua de la zona alta no es nada despreciable, ya que actualmente es suficiente para abastecer la demanda de agua de Quito en casi un 50%. Esta contribución hídrica sumada a su ubicación geográfica, que la hace propicia para trasvases hacia Quito, le da un alto valor intrínseco como zona proveedora de agua de manera regular y en buena cantidad y calidad. De manera que estos resultados deben tenerse en cuenta para ajustar los argumentos con los que la provincia de Napo

dialoga con los usuarios de agua en la parte alta de la cuenca.

Para finalizar esta sección, el proyecto ha constatado el interés de varios actores de invertir en cambios en el uso de la tierra, que permitan conservar/mejorar la provisión de servicios ambientales hidrológicos, mejorando a su vez las condiciones socio-económicas de los propietarios o usuarios de estas tierras. Este modelo ya calibrado y validado a nivel mensual brinda una base para iniciar el análisis *ex ante* del impacto de posibles cambios en el uso de la tierra sobre el balance mensual hídrico de la cuenca y, por lo tanto, en la provisión de los SAH.

## Impacto de nuevas captaciones de agua en la parte alta de la cuenca del río Quijos sobre la actividad de canotaje en las partes media y baja de la cuenca (Objetivo 2)

### Introducción

Las posibilidades turísticas dentro de la cuenca del río Quijos son muy diversas y representan un fuerte potencial de generación de recursos económicos para los cantones presentes en el área. En la cuenca de Quijos, en los páramos de Oyacachi y Papallacta, el turismo se ha implementado y promocionado progresivamente como fuente generadora de divisas. Oyacachi y Papallacta presentan realidades turísticas muy similares, ambas promocionan sus aguas termales, así como también la pesca deportiva, el senderismo, la observación de aves y el ecoturismo en general, pero presentan escenarios de desarrollo completamente diferentes debido al difícil acceso a Oyacachi, lo cual le ha generado un lento crecimiento en la actividad económica. En cambio, Papallacta ha tenido un vertiginoso crecimiento y actualmente está sólidamente posicionada como un destino de paisajes naturales y aguas termales. No obstante, en Oyacachi, las personas han dedicado una parte de su tiempo productivo a la elaboración de artesanías, a fin de satisfacer la creciente llegada de turistas. La producción de artesanías significa un ingreso familiar extra de aproximadamente US\$100 mensuales (Bustos-Lara, 2006).

En las partes media y baja de la cuenca, la actividad turística se ha enfocado en el uso del recurso hídrico como atractivo generador de paquetes turísticos. Es así que tanto para Baeza como para El Chaco —parroquias de los cantones Quijos y El Chaco, respectivamente— el río Quijos se ha convertido en el eje principal del turismo, mediante la promoción y operación de paquetes de turismo deportivo de canotaje o kayakismo, para atender la demanda de nacionales y extranjeros. Los servicios e infraestructura que se han ido desarrollando en estas localidades en función de la práctica del canotaje son cada vez mayores y más

especializados. Precisamente en la localidad de El Chaco, se concentran las agencias turísticas de canotaje que operan en las partes media y baja de la cuenca, donde es evidente el predominio de dos agencias. En especial y con gran ventaja sobre las demás, domina la agencia Waterdog Tours ([www.waterdogtours.com/Hogar2.html](http://www.waterdogtours.com/Hogar2.html)), que cuenta con el reconocimiento local y toda una infraestructura de prestación de servicios para los turistas que visitan la zona en busca de la práctica del canotaje.

De hecho, por el crecimiento acelerado que ha tenido este renglón dentro de la localidad es que surgen las preocupaciones de los habitantes de esta parte de la cuenca acerca del perjuicio que podrían tener las captaciones de agua proyectadas en la parte alta de la cuenca sobre la práctica de este deporte. Actualmente la EMAAP-Q realiza la captación de varias fuentes de agua ubicadas en la parte alta de la cuenca (Cuadro 1); no obstante, la concesión otorgada en el año 2002 al proyecto Ríos Orientales (página 12) de la EMAAP-Q ha causado preocupación entre los pobladores locales.

A pesar de los reclamos de la comunidad por la potencial amenaza que significa este proyecto para el creciente sector turístico de la zona, hasta el momento no se ha realizado ningún estudio que cuantifique el impacto económico que puede tener el desarrollo de este proyecto sobre el turismo de canotaje en las partes media y baja de la cuenca.

En la formulación y evaluación de proyectos de inversión, se realizan dos tipos de análisis. El primero es uno de carácter privado, donde el inversionista evaluará la conveniencia de invertir sus recursos en un proyecto determinado. El segundo es el que realiza la sociedad a través de sus dirigentes políticos sobre la conveniencia social de que un proyecto se lleve a cabo. La diferencia entre los dos tipos de análisis radica en que el primero se centra en los beneficios y costos financieros del proyecto y, por lo tanto, la tasa de retorno financiera, en gran parte, indicará qué tan conveniente resulta ser el proyecto para un inversionista en particular. Mientras que el segundo tipo de análisis se centra en los costos y beneficios sociales que involucra esta clase de proyectos para diferentes grupos de actores que se verían

afectados positiva o negativamente por un proyecto. Para este último caso, es necesario conocer de cerca a los grupos que se verán potencialmente afectados por el proyecto, y la forma y la magnitud que se prevén de su impacto. De lo contrario, los formuladores de políticas podrían equivocarse al momento de tomar decisiones, pudiendo perjudicar en mayor grado a las poblaciones más vulnerables.

En este sentido, las crecientes captaciones y trasvases de agua proyectados a futuro con fines de producción de energía y abastecimiento de agua en la parte alta de la cuenca del río Quijos han generado cierto descontento en las comunidades locales, quienes argumentan que estas nuevas captaciones perjudicarán a las comunidades ubicadas en las partes media y baja de la cuenca. Una de las mayores preocupaciones al respecto tiene que ver con la disminución del caudal del río Quijos y el efecto adverso potencial sobre la práctica del canotaje, dado que las localidades de El Chaco y Baeza han invertido recursos para ofrecer servicios de recreación a los turistas que acuden a estas zonas a practicar este deporte, el cual se ha ido consolidando como uno de los atractivos turísticos de la región (Cepeige, 2006).

Dadas estas circunstancias, se hace necesario evaluar cómo la práctica del canotaje en las partes media y baja de la cuenca se podría ver afectada por las futuras captaciones de agua en la parte alta de la cuenca y, por ende, cómo los flujos de turistas cambiarían en la localidad de El Chaco, quiénes serían los grupos afectados, y entender la forma y la magnitud del impacto proyectado.

En consecuencia, **el objetivo de este componente fue cuantificar el impacto económico potencial de los trasvases de agua en la parte alta de la cuenca del río Quijos sobre la actividad del canotaje en las partes media y baja de la cuenca.** Con este fin, se cumplieron los siguientes objetivos específicos:

1. Georreferenciar y documentar los trayectos de canotaje actuales, identificando sus rápidos y respectivas categorías y las líneas de cruce para diferentes períodos del año.

2. Cuantificar las probabilidades históricamente registradas para la práctica del canotaje.
3. Cuantificar para la localidad de El Chaco los ingresos derivados del flujo de turistas que practican canotaje.
4. Proyectar a 2050 los ingresos económicos locales potenciales derivados de la práctica del canotaje (línea base).
5. Cuantificar el cambio ocasionado por las futuras captaciones de agua en la probabilidad mensual de los niveles del río, para los diferentes rangos de práctica del canotaje por parte de los dos tipos de usuarios (profesional y novato).
6. Cuantificar el impacto de estos cambios en los ingresos locales.

## Metodología

Para georreferenciar los trayectos de canotaje actuales, se realizaron recorridos por el río en compañía de varios guías. Igualmente se hizo con ellos una documentación de los rápidos y de las líneas de cruce y cambios de estos en diferentes épocas del año. Asimismo, con la colaboración de guías locales, se definieron los rangos del nivel del río en los cuales se puede practicar el canotaje, clasificados por novatos y profesionales (Figuras 20-A y 20-B). Posteriormente, y recurriendo a los reportes históricos del nivel del río, se establecieron las probabilidades mensuales registradas para cada uno de los rangos anteriormente establecidos en los niveles del río.

Para cuantificar en la localidad de El Chaco los ingresos derivados del flujo de turistas que practican canotaje, se consolidó una serie histórica de los flujos turísticos utilizando los registros de turistas existentes en las agencias de canotaje de la localidad de El Chaco. Esta serie incorporó variables como procedencia del turista (nacional o extranjero) y nivel de experiencia (profesional o novato). Con esta información, se estimó un paquete promedio de gastos a partir



Figura 20. Recorrido en el río Quijos, cantón El Chaco, para caracterización de tramos para canotaje.

de la información suministrada por las agencias locales<sup>4</sup> operadoras de canotaje en los diferentes rubros (alimentación, hospedaje, transporte y otras actividades recreativas), discriminado por cada grupo de practicantes de este deporte (novato nacional, profesional nacional, novato extranjero y profesional extranjero).

Para proyectar a 2050 los ingresos económicos locales potenciales derivados de la práctica del canotaje en un escenario sin captaciones (línea base), se empleó la información de los registros históricos de turistas para proyectar los flujos futuros de visitantes en los próximos 5 años. Para esto se recurrió a un modelo estacional autorregresivo integrado de medias móviles (modelo Sarima). A continuación, se tomaron las tasas de crecimiento proyectadas por el modelo Sarima para construir las series de flujos de turistas a 2050. Posteriormente, se calcularon los ingresos económicos locales potenciales, multiplicando el número de turistas (clasificados por grupo) por el gasto promedio del grupo (clasificado por rubro).

$$IT = \sum_{i=1}^4 \sum_{t=1}^{12} \left\{ NT_{it} * \sum_{a=1}^4 G_{ia} \right\}$$

En donde:

$IT$  = Ingresos totales de la localidad por concepto de turismo de canotaje

$NT$  = Número de turistas categoría “i” (cuatro categorías: novatos nacionales, profesionales nacionales, novatos extranjeros y profesionales extranjeros) en el mes “t”

$G$  = Gasto promedio por visita del turista categoría “i” en el rubro “a” (cuatro rubros: alimentación, hospedaje, transporte y otras actividades recreativas)

Una vez se obtuvo la caracterización de los trayectos, que son ofertados para las actividades de canotaje y del flujo de turistas, y los correspondientes ingresos económicos actuales y proyectados a 2050 en un escenario sin captaciones de agua en la parte alta de la cuenca, se procedió a cuantificar el impacto de las captaciones en la actividad del canotaje.

Con este fin, se tomaron los valores de las captaciones proyectadas para cinco períodos (2015, 2020, 2025, 2030 y 2040) en la parte alta y se restaron a los caudales registrados históricamente en la estación hidrométrica ubicada en la desembocadura del río Oyacachi sobre el río Quijos (Oyacachi-Quijos). Teniendo en cuenta que los guías locales se orientan con los valores del nivel del río que se observan en la mira de la estación Oyacachi-Quijos (y no con los caudales), se empleó la ecuación suministrada por el Inamhi, en la cual se relaciona caudal y nivel del río<sup>5</sup>.

4. Esta información fue generada con ayuda de los guías de *Waterdog Tours*.

5. Caudal (m<sup>3</sup>/s)=33.891\*(Nivel (m)+1,07)<sup>2,363</sup>

De esta forma, el cambio de nivel se calculó restando el caudal captado a los caudales de los registros históricos y estableciendo los nuevos niveles del río después de captaciones mediante la ecuación del Inamhi. Con esta información, se establecieron los nuevos niveles del río a través del tiempo y, de este modo, se calcularon los nuevos valores de probabilidades mensuales del nivel del río para los diferentes rangos de práctica del canotaje por tipo de usuarios (profesional y novato) (Figura 21).

Posteriormente, los flujos de turistas para cada año fueron multiplicados por la diferencia entre los valores de las probabilidades mensuales de los niveles (registros históricos – el escenario futuro), con el fin de calcular el número de turistas que no podrían practicar canotaje. Con esta información multiplicada por los gastos en el rubro “canotaje”, se calculó inicialmente el impacto económico para la localidad. No obstante, asumiendo que este grupo de turistas que no pudo practicar canotaje se traduce en una pérdida potencial en el flujo de turistas para la localidad, el impacto total sería el cambio en el flujo de turistas por el valor del gasto total del paquete turístico promedio de cada grupo de turistas.

## Resultados

### Caracterización de trayectos de canotaje

Como resultado de los recorridos y la georreferenciación de los rápidos, se construyó un mapa donde se referencian los puntos donde se ubican los rápidos y la respectiva categoría (Figura 22).

A continuación, se presenta el resultado de la documentación de la descripción de cada uno de los rápidos:

1. **Punto de alistamiento:** Sitio en el que se llega en los vehículos con los equipos, en el sector de Linares. Allí se preparan todos los accesorios y se alistan los botes y demás equipamientos. Adicionalmente, es el sitio donde el guía imparte una charla explicativa y de capacitación sobre comandos de operación durante el recorrido y acciones de emergencia.
2. **Punto de entrenamiento:** Después del alistamiento de los equipos y accesorios y de la charla de capacitación, lo siguiente es realizar un salto al río desde una roca con una altura de 2 m, un ejercicio que sirve para adquirir confianza en los equipos de seguridad. Una vez

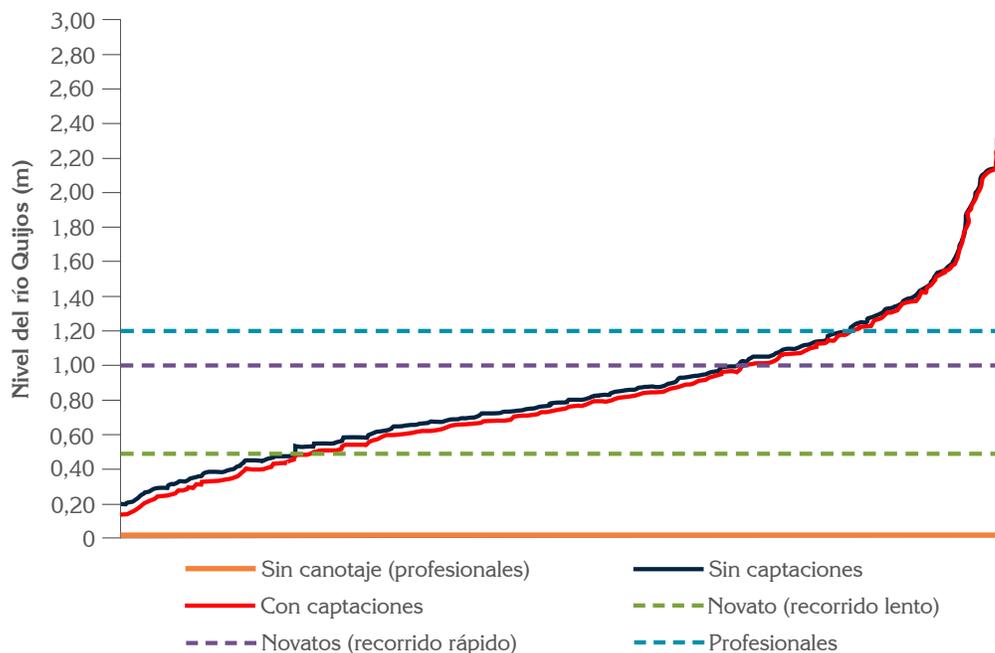


Figura 21. Niveles del río Quijos con y sin efecto de captaciones del proyecto Ríos Orientales, a la altura de Oyacachi.

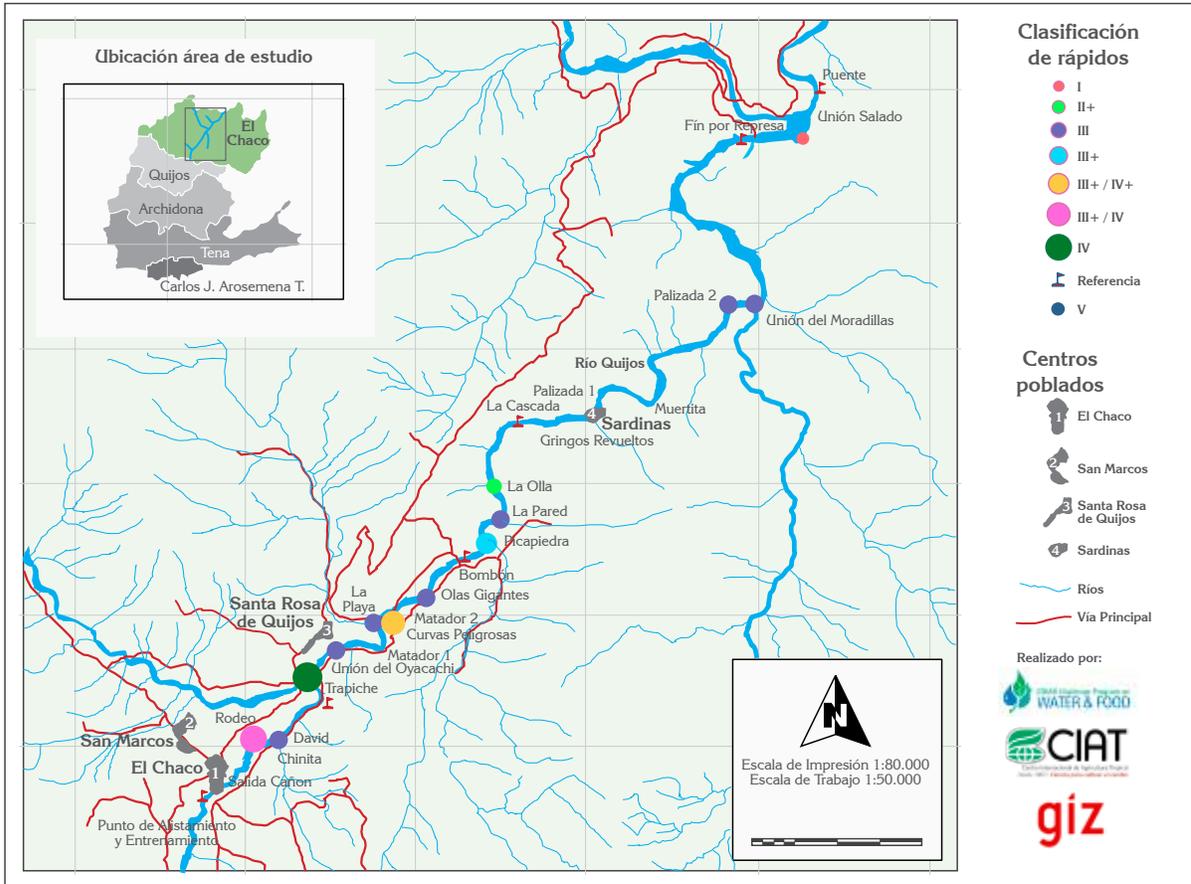


Figura 22. Mapa de clasificación de rápidos de las partes media y baja de la cuenca del río Quijos.

en el agua, es momento de que todos los deportistas suban al bote. Enseguida, el guía da órdenes de comando como entrenamiento previo a la salida hacia los rápidos del río. Todo esto se practica en una zona del río muy tranquila, perfecta para este objetivo.

3. **Salida del cañón:** Inicio del recorrido en el río. Este tramo es muy tranquilo y se encuentra en medio de dos paredes de piedra —una a cada lado del río. Es el punto de inicio de los rápidos.
4. **Chinita:** Rápido de categoría III, fácil de sortear con una sola línea de cruce.
5. **Rodeo:** Presenta dos líneas de cruce, una con categoría III+ y la otra con categoría IV, esta última la utilizan los expertos.
6. **David:** Una sola línea de cruce, rápido de categoría III. Presenta olas fuertes y piedras en el trayecto.
7. **Trapiche:** Punto de descanso. En este punto, se realiza una parada en un trapiche que se encuentra a orillas del río, los paquetes de

canotaje incluyen jugo y licor de caña en esta parada.

8. **Unión del Oyacachi:** En este punto, se une el río Oyacachi con el río Quijos. Este rápido presenta dos líneas de cruce, una de categoría III y otra de categoría IV.
9. **La Playa:** Una sola línea de cruce categoría III. Punto conocido como La Playa porque presenta una porción considerable de arena en una orilla y se la utiliza como sitio de recreación acuática donde los visitantes pueden nadar en el río.
10. **Matador 1:** Rápido fuerte y caudaloso con dos líneas de cruce, una de categoría III y la otra de categoría IV.
11. **Matador 2:** Muy cercano a Matador 1. Presenta una sola línea de cruce de categoría III.
12. **Curvas peligrosas:** Una sola línea de cruce de categoría IV+, solo para profesionales. Este rápido se cruza a pie por las orillas.

13. **Olas gigantes:** Una sola línea de cruce categoría III. Este rápido se caracteriza por presentar saltos grandes y fuertes.
14. **Bombón:** Playa pequeña de arena fina. Fin del trayecto del primer día. Inicio del recorrido del segundo día.
15. **Picapiedra:** Presenta una línea de entrada al rápido, pero tiene dos líneas de salida, cada una de categoría III.
16. **La Pared:** Una sola línea de cruce categoría III. El nombre se debe a que a un costado del río existe una ladera de piedra muy alta a manera de pared.
17. **La Olla:** Presenta dos líneas de cruce, cada una de categoría III. Recibe su nombre debido a que el río en este rápido tiene una hondonada muy pronunciada, como si el bote cayera dentro de un caldero u olla.
18. **La Cascada:** No es un rápido, es una parada que se realiza como atractivo turístico, ya que aquí los deportistas pueden caminar y subir hacia una cascada de 60 m. También es un punto para tomar fotografías.
19. **Gringos revueltos:** Este es el rápido de mayor dificultad de cruce, solo para deportistas profesionales, experimentados y extremos. Presenta una sola línea de cruce categoría V, este rápido se sortea caminando por las orillas.
20. **Palizada 1:** Una sola línea de cruce categoría III+. El nombre se debe a que a la salida del rápido se forma una curva en el río, donde se depositan grandes cantidades de troncos de árboles.
21. **Muertita:** Una sola línea de cruce categoría III+.
22. **Palizada 2:** Al igual que su antecesor, presenta una acumulación muy fuerte de troncos, maderos y palos. Una sola línea de cruce categoría III.
23. **Unión del Moradillas:** En este punto se junta el río Moradillas con el Quijos, pero por la margen opuesta de la unión del Oyacachi. Una sola línea de cruce categoría III.
24. **Fin por represa:** Este es el punto donde deberían finalizar todos los programas de canotaje por la construcción de la represa para el proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair (CCS).
25. **Unión con el Salado:** Punto donde el río Salado desemboca en el Quijos. Es de gran importancia, ya que en el río Salado se llevan a cabo programas familiares de canotaje para novatos.
26. **Puente:** Sitio donde se construirá el muro de la represa para el proyecto CCS. Punto habitual de finalización del programa Nuevos Descubrimientos.
27. **Mina:** Punto de finalización habitual de los programas familiares y de novatos.

### *Rangos de operación de los trayectos*

Los guías locales, con base en los niveles del río Quijos a la altura de la desembocadura del río Oyacachi y en la mira de la estación hidrométrica, definieron los siguientes rangos de operación:

**Rango 1.** Nivel de 0 a 0,5 m. Se puede intentar cruzar el rápido en curvas peligrosas ya que la fuerza de la corriente disminuye. El rápido Rodeo pierde una línea de cruce, se mantiene la línea de la izquierda con categoría III+. Para los demás rápidos, no varían las líneas de cruce. Este rango es ideal para novatos (velocidad baja); sin embargo, profesionales también suelen practicar.

**Rango 2.** Nivel de 0,51 a 1 m. Incrementa la velocidad de la corriente, olas de tamaño considerable, disminución de obstáculos (piedras) por aumento de nivel, piedras ocultas generan huecos grandes, la duración de los paquetes disminuye por descensos más rápidos. El rápido Rodeo se abre en dos líneas de cruce (se utiliza la del lado derecho para novatos). El rápido David se abre en dos líneas de cruce (se toma el lado derecho para novatos). El rápido Unión del Oyacachi pierde la línea de cruce de la derecha y se gana una línea más por la izquierda (se toma el rápido por la izquierda para novatos). El rápido Curvas Peligrosas ya no es posible cruzarlo con novatos (se camina por seguridad). El rápido La Olla pierde una línea de cruce (izquierda). El rápido Gringos revueltos no es posible cruzarlo con novatos. Este rango se puede navegar con novatos (velocidad rápida), pero con mayores precauciones y, por supuesto, es adecuado para profesionales.

**Rango 3.** Nivel de 1,01 a 1,20 m. Con respecto al rango anterior, varía la velocidad del recorrido, el agua es más oscura y arrastra más objetos. El Rodeo sube a categoría V en sus dos líneas de cruce. En la Unión del Oyacachi, se juntan las dos líneas de cruce y sube la categoría a IV. En Matador 1, se pierde la línea de la derecha y la línea de la izquierda sube a categoría V por las piedras que provocan huecos. Matador 2 sube la categoría a IV y la línea se mantiene. Curvas peligrosas sube la categoría a V+. Olas gigantes sube la categoría a III+, por el tamaño de las olas. En Picapiedra, se pierde la línea de salida de la izquierda y se pasa por la derecha. La Pared, por la velocidad y potencia del río contra la pared, sube la categoría a III+. Gringos revueltos es difícil de cruzar, incluso para expertos. El riesgo es alto al navegar con novatos. Solo es adecuado para profesionales.

**Rango 4.** Nivel superior a 1,20 m. El río lleva gran velocidad, su tonalidad es chocolate, existen más objetos arrastrados y de mayor tamaño (como árboles). La posibilidad de accidentes es muy elevada. En casos excepcionales, solo algunos profesionales intentan navegarlo.

#### *Probabilidades históricamente registradas para la práctica del canotaje*

Con los rangos definidos y con el uso de los registros hidrométricos históricos de la estación H719 Oyacachi-Quijos, se calcularon las probabilidades mensuales de cada uno de los niveles diarios del río, dividiendo la frecuencia mensual de cada nivel por el número de registros totales del mes en cuestión. El Cuadro 12 presenta los resultados obtenidos.

Teniendo en cuenta que los novatos pueden practicar el canotaje cuando el río se encuentra en

un nivel por debajo de 1 m de altura, la probabilidad mensual de que novatos practiquen el canotaje se presenta en las Figuras 23 y 24. Vale la pena anotar que, de acuerdo con la información de los guías locales, los profesionales siempre practican este deporte independientemente del nivel que tenga el río, excepto cuando el nivel del río supera los 1,20 m de altura. Por lo tanto, los resultados obtenidos se concentran en el impacto de las captaciones en la categoría de novatos.

#### *Ingresos derivados del flujo de turistas que practican canotaje en la localidad de El Chaco*

El modelo seleccionado fue un Sarima<sup>6</sup>  $(1,0,1) \times (2,1,2)_{12}$  con una integración a nivel de la serie anual. Las proyecciones arrojadas por este modelo son presentadas en el Cuadro 13.

La tasa de crecimiento anual del turismo estimada por el modelo Sarima (Anexo 1) para el último año proyectado fue de 0.43%, la cual se tomó como referencia para proyectar el crecimiento del flujo de turistas a 2050. Las proyecciones hasta el 2050 se presentan en la Figura 25. En el Anexo 2, se pueden ver las proyecciones de flujos de turistas desagregadas por tipo de usuario. Los gastos de los paquetes turísticos por grupo se presentan en el Cuadro 14.

#### *Proyecciones de ingresos económicos locales en un escenario sin captaciones nuevas de agua*

Los gastos totales mensuales proyectados hasta el 2050 son presentados en detalle en los Anexos 3 y 4.

6. En el Anexo 1 se pueden ver los parámetros estadísticos de este modelo.

Cuadro 12. Probabilidades mensuales de cada rango (niveles del río) sin el proyecto Ríos Orientales.

Rango (m)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0 – 0,5	28,6	21,2	45,1	12,3	3,4	0,0	0,0	13,3	36,7	23,1	34,3	50
0,51 – 1	46,9	59,6	39,2	54,4	67,2	33,3	10,0	58,3	36,7	61,5	57,1	30
1,01 – 1,2	8,2	7,7	5,9	10,5	8,6	10,5	53,3	18,3	14,3	5,8	8,6	20
> 1,2	16,3	11,5	9,8	22,8	20,7	56,1	36,7	10,0	12,2	9,6	0	0

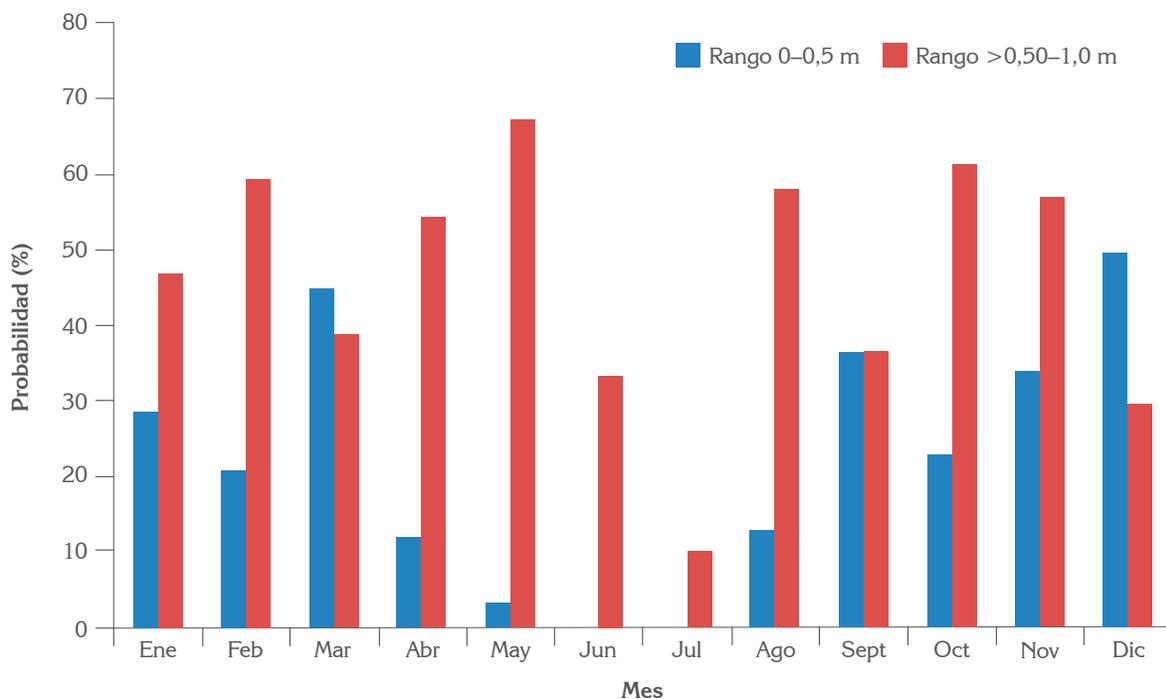


Figura 23. Probabilidad mensual de que novatos practiquen el canotaje en el río Quijos (escenario sin captaciones).

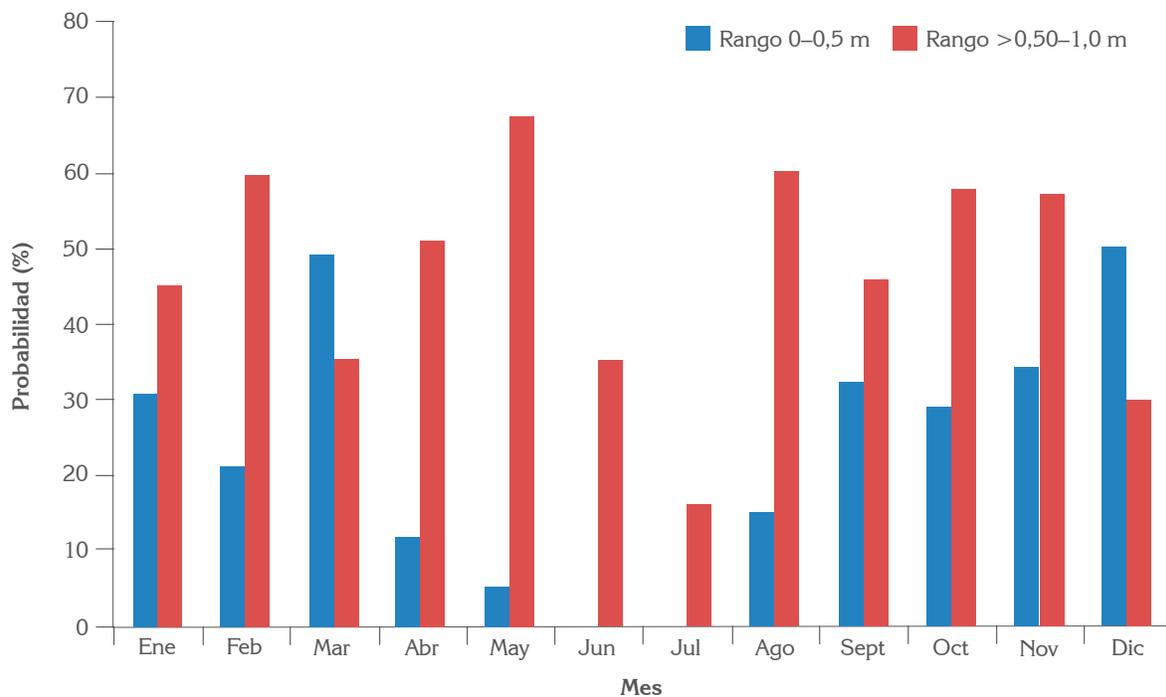


Figura 24. Probabilidad mensual de que novatos practiquen el canotaje en el río Quijos (escenario con captaciones).

Cuadro 13. Demanda proyectada (en número de personas) de turismo de aguas rápidas en El Chaco.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
2011	38	78	33	27	42	23	27	36	38	40	122	39
2012	46	70	36	30	41	27	33	42	48	50	129	60
2013	53	74	38	31	44	30	35	43	51	53	147	70
2014	55	85	39	33	48	32	35	40	49	51	161	67
2015	54	95	40	34	52	33	35	38	45	49	164	59

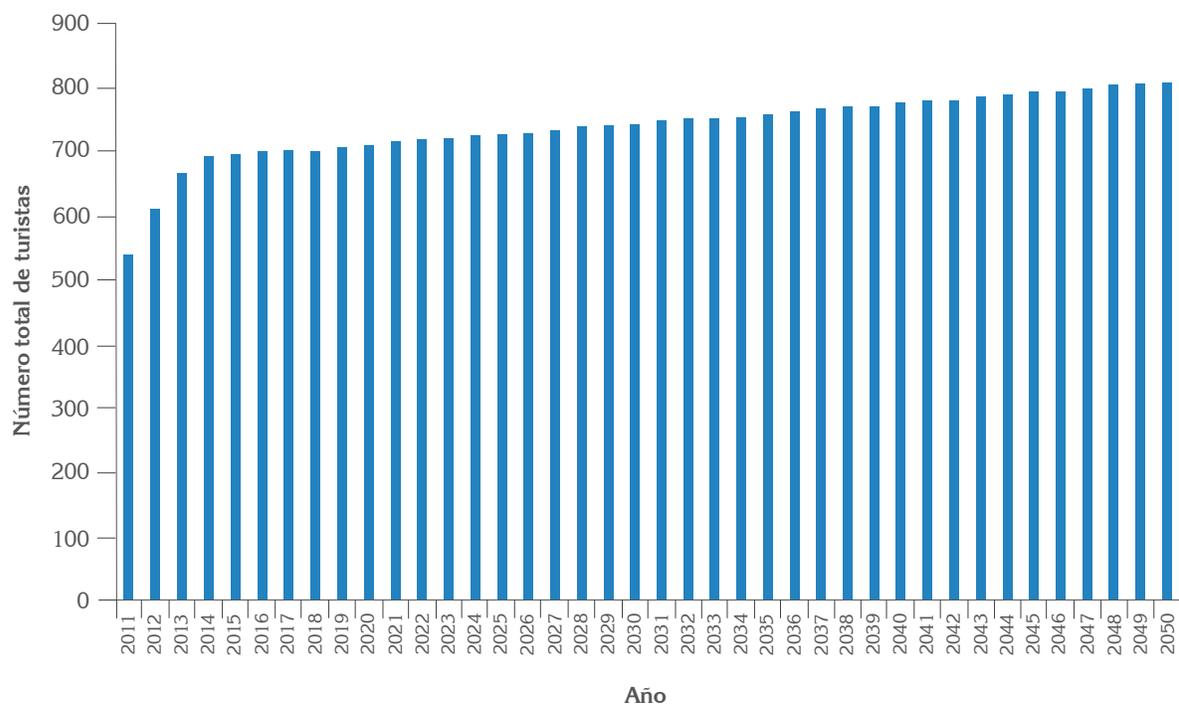


Figura 25. Proyección del número total de turistas hasta el 2050.

Cuadro 14. Gastos promedio por tipo de turista usuario de canotaje, clasificado en diferentes rubros (US\$ a precios 2011).

Rubro	Tipo de turista usuario de canotaje			
	Nacionales		Extranjeros	
	Novatos (US\$)	Profesionales (US\$)	Novatos (US\$)	Profesionales (US\$)
Alojamiento	-	16,00	16,00	32,00
Alimentación	8,00	24,00	24,00	40,00
Transporte	-	8,30	8,30	12,50
Canotaje	30,00	100,00	45,00	155,00
Otras actividades	-	-	60,00	-
Otros gastos	5,00	25,00	25,00	40,00
<b>Total</b>	<b>43,00</b>	<b>173,30</b>	<b>178,30</b>	<b>279,50</b>

En la Figura 26, se presenta la evolución esperada en dichos gastos.

*Escenario futuro (proyecciones con captaciones)*

Las estimaciones de las nuevas probabilidades de los niveles se presentan en el Anexo 5. Estos niveles fueron revisados con los guías, quienes manifestaron que, con esos niveles del río, su operación no se vería afectada ya que con los nuevos niveles del río, los guías pueden seguir ofreciendo sus paquetes de canotaje. No obstante, se continuó con el ejercicio con el fin de tener una aproximación al impacto económico que tendrían las captaciones en el contexto de este trabajo. El Cuadro 15 presenta un resumen de los cambios en las probabilidades de los distintos períodos respecto a la línea base.

El cálculo de la cantidad de turistas adicionales (con respecto a la línea base) que podrían o no practicar canotaje, dado los nuevos niveles del río, se obtiene de multiplicar los valores del Cuadro 16 por los flujos proyectados de turistas (Figura 25). Como los valores del Cuadro 16 son positivos, los novatos que visitan la localidad tendrán más

Cuadro 15. Cambios en las probabilidades de que el río esté en el rango apto para novatos, con la entrada en operación de nuevas captaciones.

	2015	2020	2025	2030	2040
	%				
Ene	-	-	-	-	-
Feb	-	-	-	-	-
Mar	-	-	-	-	-
Abr	-	-	-	-	1,8
May	-	-	-	-	1,7
Jun	-	-	-	-	1,8
Jul	2,9	2,9	2,9	6,1	6,1
Ago	-	-	-	-	3,3
Sep	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Oct	-	1,9	1,9	1,9	1,9
Nov	-	-	-	-	-
Dic	-	-	-	-	-

Nota: El cambio en la probabilidad corresponde a la resta de las probabilidades de los rangos del río sin y con captaciones.

probabilidad de practicar el canotaje. Multiplicando los valores del Cuadro 16 por los valores de los gastos en canotaje de cada grupo de novatos (nacionales y extranjeros) fue posible obtener los ingresos adicionales potenciales generados por los cambios en los niveles del río (Cuadro 17).

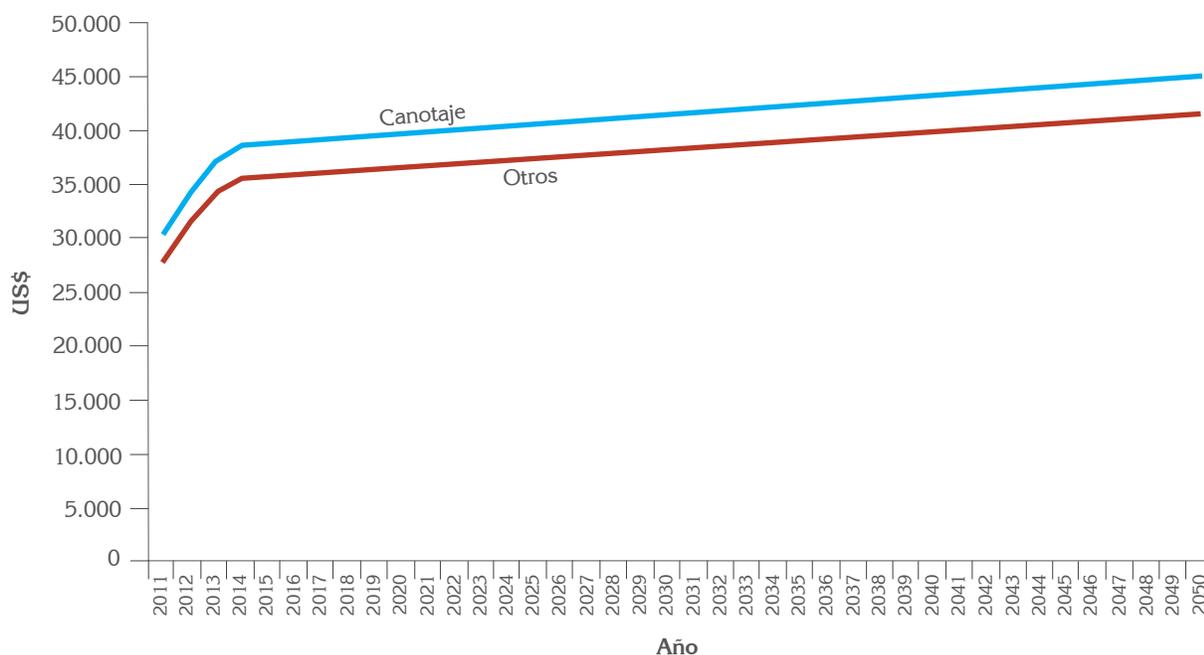


Figura 26. Proyección de los gastos totales en canotaje y otros gastos hasta el 2050.

Cuadro 16. Número potencial de turistas novatos adicionales que podrían practicar canotaje debido a la entrada en funcionamiento de las nuevas captaciones.

	2015	2020	2025	2030	2040	Total
Novatos nacionales	9	12	12	31	57	121
Novatos extranjeros	2	3	3	8	14	30
<b>Total</b>	11	15	15	39	71	151

Cuadro 17. Ingresos adicionales potenciales por concepto de canotaje debido a la entrada en funcionamiento de las nuevas captaciones.

	2015	2020	2025	2030	2040	Total
	(US\$)					
Novatos nacionales	273	371	369	938	1.710	3.661
Novatos extranjeros	102	139	139	352	641	1.373
<b>Total</b>	375	510	508	1.290	2.351	5.034

## Conclusiones

Los resultados de los análisis realizados, utilizando la información proporcionada por EMAAP-Q sobre los volúmenes que se captarían por el proyecto Ríos Orientales, muestran que el impacto económico de este proyecto sobre la actividad turística del canotaje en las partes media y baja de la cuenca será bajo. Esto se debe a que los cambios en los niveles del río producidos por las captaciones proyectadas en las partes altas de la cuenca serán bajos, dados los altos caudales del río en las partes media y baja de la cuenca. Una de las posibles explicaciones es que los niveles de precipitación en la cuenca van aumentando a medida que se desciende por ella y, por lo tanto, los niveles de

precipitación que se presentan en las partes media y baja superan hasta tres veces los niveles de precipitación de la parte alta (tal como se observó en el análisis hidrológico descrito en la sección anterior).

Otro elemento a considerar es que únicamente los novatos encuentran restricciones a la hora de practicar el canotaje, pero dichas restricciones se presentan precisamente cuando el río tiene caudales mayores. Por lo tanto, una reducción del caudal no implica necesariamente un impacto negativo sobre la práctica del canotaje. En el caso de los profesionales, se trata de un grupo que practica el canotaje en todos los niveles de altura que presenta el río, excepto cuando los niveles están muy altos (superiores a 1,20 m); de modo que no es un grupo que se vea afectado en mayor grado por las captaciones. Sin embargo, en caso de que las captaciones en la parte alta sigan creciendo y provoquen reducciones drásticas en los niveles del río (cerca de 0,05 m), pueden causar la pérdida de interés del grupo de deportistas profesionales que ya no encontrarían en este río las condiciones suficientes para la práctica de este deporte —según afirman los guías locales.

Es necesario aclarar que este estudio solo se propuso analizar el impacto económico de las captaciones de agua en la parte alta sobre el turismo de canotaje en las partes media y baja de la cuenca. Por consiguiente, otros impactos de tipo económico, social o ambiental que pueda tener el proyecto Ríos Orientales dentro de la cuenca están por fuera del alcance de este estudio. Por tal motivo, en la medida que se identifiquen otros sectores afectados, será necesario realizar un estudio para estimar los efectos potenciales que el proyecto Ríos Orientales u otros proyectos puedan tener sobre dichos sectores identificados.

## Caracterización de las condiciones de pobreza en la zona alta de la cuenca del río Quijos: Parroquias de Papallacta y Oyacachi (Objetivo 3)

### Introducción

La pobreza es un fenómeno multivariado, multicausal y bastante complejo de solucionar. De hecho es uno de los estados que muestra mayor persistencia, a pesar de los grandes esfuerzos de los países para tratar de erradicarla. Son varios los marcos conceptuales y las definiciones que se asocian con el estado de pobreza, incluyendo tipologías y distinciones que permiten entender un poco mejor sus efectos e incidencia.

Como concepto, la pobreza puede ser entendida como forma de vida precaria de la población, problema social, proceso-producto e indicador del deterioro de determinadas condiciones sociales (Universidad de Guayaquil, 2002). La forma más común de medirla es mediante los ingresos o el consumo familiar o personal. El concepto de pobreza extrema o pobreza absoluta se refiere a la falta de ingreso necesario para satisfacer las necesidades alimentarias básicas. Otras definiciones se refieren a la satisfacción de necesidades básicas, en particular las necesidades materiales, como educación, salud, nutrición y vivienda (Universidad de Guayaquil, 2002).

Tal como lo reconoce el equipo del Siise (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador), la pobreza está estrechamente vinculada con la distribución y el rendimiento de los activos económicos, sociales, políticos, ambientales y de infraestructura en la sociedad. Está por lo tanto relacionada con la propiedad de los factores de producción (capital físico, recursos naturales, capital financiero), con las diferencias en la acumulación de capital humano (educación, salud, experiencia), con prácticas discriminatorias y excluyentes en el mercado (discriminación étnica, de género, etc.) y con factores institucionales externos a los mercados de bienes (oferta de servicios públicos e infraestructura, redes sociales, capital social, exclusión social, etc.). En Ecuador,

esta distribución de activos ha mostrado tradicionalmente una marcada desigualdad.

Como enfoque alternativo a las medidas concentradas en los ingresos, consumo personal y flujos monetarios, es bastante utilizado el método de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que consiste en seleccionar un conjunto de necesidades básicas y calificar como “pobres” aquellos hogares que no satisfacen una de ellas, y como “pobres extremos” aquellos que no satisfacen más de una de ellas. Tradicionalmente, los criterios para definir NBI tienen que ver con las condiciones de vivienda, hacinamiento, servicios públicos (acueducto, luz eléctrica, alcantarillado), dependencia económica del hogar y deserción escolar, y una alta dependencia económica, que son criterios adoptados por Ecuador (INEC, 2010).

Este capítulo se enfoca en las dinámicas de la cuenca de Quijos con el fin de describir la situación *ex-ante* de las condiciones de pobreza, avanzando en su análisis a través de un estudio sobre tipificación de parroquias que forman la cuenca del río Quijos. En la primera parte, se presenta una visión general de las condiciones de pobreza en Ecuador a nivel nacional y de provincia. Después se detalla la metodología que se utilizó en el análisis de tipificación de parroquias, seguida por la presentación de los resultados y una mirada a los datos socio-económicos que caracterizan cada una de las 12 parroquias que conforman el área de la cuenca del río Quijos. En las conclusiones, se presentan prioridades para combatir la pobreza y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la zona.

### Visión general de la pobreza en Ecuador

En Ecuador, los niveles de pobreza de consumo fluctuaron de manera importante en el período 1995–2006. En 1995, el 39,3% vivía por debajo de la línea de pobreza. Esa cifra subió al 52,2% en 1999 por efecto de la grave crisis económica que afectó al país a finales de los noventa. En 2006, bajó al 38,3%, recuperando niveles similares a los del año 1995 (Siise-STMCDs, 2008). En el año 2006, la región más pobre de Ecuador fue la Amazonia, con el 59,7% de la población viviendo en

situación de pobreza de consumo. La sigue la región de la Costa, con una tasa del 40,3% y la Sierra con una tasa del 33,8% de pobreza de consumo (Siise-STMCDs, 2008).

Comparativamente, las tasas de pobreza continúan siendo más altas en las zonas rurales. En 2006, la pobreza afectaba al 61,5% de la población rural y al 24,9% de la población urbana. Sin embargo, la acelerada migración del campo a la ciudad contribuye a aumentar la cantidad de pobres residentes en las zonas urbanas, lo cual conlleva desafíos serios en relación con la creación de empleo, generación de ingresos y provisión de servicios básicos en los centros urbanos. Los pobres viven en hogares más numerosos, tienen menos años de educación, sus tasas de desempleo son más elevadas y tienen menos posibilidades de acceder a los servicios básicos. En el área rural, la pobreza se debe básicamente al poco acceso a tierras de buena calidad, al tamaño reducido de las tierras de los pobres, al poco acceso a infraestructura, la baja productividad y la escasa acumulación de capital humano (Sánchez-Páramo, 2005).

Las cifras disponibles a nivel nacional muestran desigualdad en el consumo de la población, de acuerdo a los cálculos del coeficiente Gini. De mayor a menor concentración, se reportan las provincias de Napo (0,51) y Morona Santiago (0,50); mientras que las más equitativas son: El Oro (0,39), Cañar (0,38) y Los Ríos (0,36). El resto de provincias presentan un Gini entre 0,41 y 0,48 (INEC, 2006).

Pese a que la pobreza de consumo se redujo entre 1995 y 2006, la distribución de los ingresos empeoró. Esto quiere decir que mientras los más pobres (el 20% más pobre) en 1995 concentraban el 5,4% del consumo total, en 2006 esa relación bajó al 4,9%. Por otra parte, mientras los no pobres (20% de mayor consumo) concentraron el 49,6% del consumo en 1995, en 2006 concentraron el 52,6% del consumo nacional. Mientras que en 1995 el consumo del decil más rico era 16 veces superior al decil más pobre, en 2006 esta relación aumentó a 19 veces. En el área rural el número de veces que el 10% más rico consume en relación al 10% más pobre crece de 9,9 en 1995 a 11,4 en

1998, a 12,4 en 1999 y a 13,4 en el 2006 (Siise-STMCDs, 2008).

La mayoría de provincias del país tiene proporciones de pobreza superiores a la cifra nacional de 61,6%. Aquellas con mayores niveles de pobreza, en ese orden, son Orellana (86,6%), Sucumbíos (86,2%), Napo (78,8%), Los Ríos (77,6%) y Zamora Chinchipe (77,2%). En contraste, las provincias menos pobres son —de menor a mayor pobreza— Pichincha (40,8%), Galápagos (44,4%), Azuay (53,3%), El Oro (57,9%), Imbabura (58,5%), Carchi (59,8%), Guayas (61,4%) y Tungurahua (61,6%). Sin embargo, del total de pobres, un 52,2% reside en Guayas (27,2%), Pichincha (13%) y Manabí (11,9%). La contribución de Guayas a la pobreza es similar a su contribución al total de la población, mientras que la de Manabí es mayor y la de Pichincha es menor (Siise-STMCDs, 2008).

El salario nominal aumenta de US\$138 en 2002 a \$187 en 2006, que según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades) corresponde a un cambio en el salario real de \$89,6 a \$105,4, teniendo en cuenta que el crecimiento del salario real en los últimos años es bastante modesto, tras haberse tardado una década en recuperarse.

Entre los años 2001 y 2010, se presenta una disminución a nivel nacional de NBI del 71,4% al 60,1%. La pobreza rural por NBI a nivel nacional se reduce del 91,7 al 83,4% en el mismo período, lo que resalta la persistente precariedad de las condiciones de vida en la zona rural. En la zona urbana, la incidencia es del 58,4% en 2001 y disminuye al 46,1% en el 2010 (INEC, 2001 y 2010).

La Sierra muestra reducción de la pobreza por NBI del 63,1% en 2001 al 50,5% en 2010. En la Costa, disminuye la pobreza por NBI del 77,3% al 66,6% en el mismo período. La Amazonia también registra disminución de la pobreza por NBI del 88% en 2001 al 79,6% en el 2010 (INEC, 2001 y 2010).

## Metodología de trabajo

Con el fin de realizar un seguimiento en el tiempo que permitiera evaluar los impactos en ingresos y cambios en la situación socio-económica de los habitantes de la cuenca del Quijos en función de la

desigualdad de las parroquias, se decidió realizar una tipificación de los mismos a partir de la información estadística disponible a nivel parroquial.

Conceptualmente se trata de capturar las condiciones de pobreza y sus variables asociadas para agrupar las parroquias con condiciones similares, manteniendo las relaciones entre las variables que determinan los niveles de pobreza y la asociación con la gradiente de altura, que también se relaciona con la producción de agua, en esta cuenca específica. Los indicadores de pobreza (coeficiente Gini de concentración de los ingresos y las medidas de NBI) con las características disponibles de la población que podrían explicar/modificar el estado de pobreza expresado en esos numeradores se combinan para evaluar tanto su nivel de proximidad en el territorio como las diferencias entre ellos con relación a los grados de pobreza en que permite calificarlos la información de fuente secundaria disponible a nivel de parroquias.

Las lecturas futuras, tanto en los numeradores de la pobreza como en las variables que se asocian con los mismos, reflejarán los cambios en grados de pobreza y en sus determinantes inmediatos, abriendo las múltiples causas de las modificaciones a acciones, innovaciones y factores de cambio también de carácter múltiple y a sus combinaciones. Una adecuada identificación de los beneficios derivados del uso e intervenciones del agua en la cuenca, así como la focalización de los mismos en la población de la cuenca, podría permitir una atribución causal que permita valorar la contribución de ese elemento. Se trata de variables que miden de varias maneras la población total, la población vinculada a actividades productivas, el acceso a servicios de salud, educación formal, tipo y características de vivienda, empleo, desarrollo infantil y altura de la cabecera parroquial sobre el nivel del mar.

Uno de los problemas principales para trabajar a nivel de parroquias es la representación de la información disponible de fuente secundaria, porque cuando se trata de encuestas de condiciones de vida en los hogares del sistema nacional de estadísticas, la representatividad de las

mismas es de nivel cantonal y provincial. Dada la baja disponibilidad de datos actualizados y con representatividad estadística a nivel parroquial, se trabajó con dos fuentes de información principalmente: datos del Censo de Población y Vivienda 2010 y MCDS-Siise, a partir de los cuales se logró conformar una base de datos inicial con alrededor de 50 variables, para describir estas 12 parroquias. En una segunda etapa, se consolidaron y eliminaron todas aquellas variables duplicadas o que entregaran información redundante o no pertinente para explicar diferencias en los niveles de pobreza por NBI (dada la inexistencia de datos actualizados de ingresos o gastos en consumo a nivel de parroquias), lo que permitió seleccionar variables de diferentes dimensiones (NBI, educación, rama de la economía, características físicas como altitud y otras que aportaran a la tipificación de las parroquias).

Posteriormente se analizaron las correlaciones entre grupos de variables (dimensiones) con el fin de descartar las que entregaran información redundante o no pertinente al análisis de clasificación y tipificación. Para ello se calculó una matriz completa de correlaciones entre las variables, con el propósito de identificar bloques de variables fuertemente correlacionadas entre sí y que, por lo tanto, podían conducir a que un único fenómeno estuviera representado múltiples veces (tantas veces como variables formaran parte del bloque correlacionado) en los análisis posteriores. El criterio de eliminación fue una combinación lineal, dentro de cada bloque.

Finalmente, se seleccionaron 26 variables (Anexo 6) que tenían las siguientes características: (1) ser variables, (2) ser independientes entre sí y (3) todas las variables tenían datos para cada parroquia con excepción del Gini de la parroquia de Sumaco (Larrea et al., 2008), debido al reducido tamaño de su población (39 habitantes).

Para eliminar efectos de las diferencias de magnitud entre las variables y aquellos asociados a la escala de las unidades de medida, las variables se centraron y estandarizaron en valores Z, antes de realizar los procedimientos estadísticos que permitían realizar su tipificación.

Se investigó en los procedimientos metodológicos para clasificar las parroquias, con herramientas de análisis multivariado, y se seleccionó la metodología del análisis de componentes principales (ACP) y análisis de clústers/conglomerados (AC) para este fin.

El ACP es un procedimiento de estadística multivariada, perteneciente a la familia de los análisis factoriales. Su utilidad radica en que permite reducir la dimensionalidad (número de variables) de un problema, con el fin de facilitar la interpretación, visualización y comprensión de las relaciones entre variables o entre observaciones. Este método calcula variables sintéticas denominadas "Componentes Principales". Cada una de ellas es una combinación lineal de las variables originales, con varianza máxima, no correlacionada con los restantes componentes principales y cuyos coeficientes elevados al cuadrado suman 1 (Escobar y Berdegué, 1990).

Mediante el ACP se extrajeron siete componentes principales, que en total corresponden al 94,9% de la varianza de la matriz original de 26 variables por 12 parroquias (Anexo 7). De estos, los cuatro primeros justifican alrededor del 80% de la varianza y por tanto serán los considerados para un análisis posterior de clúster. Cada variable contribuye distintamente a la formación de los componentes principales. En el Anexo 8, se presentan las cargas (el peso de cada variable en el factor) de cada variable, de las cuales se seleccionan aquellas que tienen mayor fuerza explicativa (coeficiente mayor a 0,55), y se dejan por fuera para el análisis posterior al componente 7 por su falta de fuerza explicativa en la varianza.

De acuerdo a Escobar y Berdegué (1990), dado que cada factor principal es una variable sintética construida a partir de las variables originales, cada observación (parroquia) puede ser identificada por sus coordenadas respecto a cada uno de los factores. Por lo tanto, estos factores pueden ser utilizados como variables de clasificación en el análisis de clústers o conglomerados o análisis de clasificación jerárquica ascendente.

De esta forma, se obtienen dos ventajas: (1) se evita la necesidad de tener que seleccionar criterios

de clasificación de entre las variables consideradas importantes y (2) el peso de las variables originales en la clasificación será aquel que naturalmente haya alcanzado en la conformación de los factores.

El producto del análisis de clústers aplicado a la matriz de factores por observaciones es una clasificación jerárquica ascendente, expresada gráficamente en un dendrograma. La forma de este diagrama es tal que todas las observaciones se reúnen en un extremo en un solo grupo. En el otro extremo, cada observación se encuentra aislada, constituyendo un grupo en sí misma. Las observaciones se separan en grupos entre ambos polos como las ramas de un árbol: una primera ramificación puede arrojar dos o más grupos; una segunda ramificación puede subdividir a alguno de esos grupos en dos o más subgrupos y así sucesivamente hasta que la ramificación es tal que cada observación es un grupo. Se dice que esta clasificación es jerárquica por cuanto un grupo puede ser subgrupo de un grupo anterior y a su vez se puede subdividir.

Una vez seleccionados los factores, se procedió a realizar el AC, con el fin de determinar zonas relativamente homogéneas dentro de la cuenca, que compartieran características similares, de esta forma en el análisis exploratorio de clústers (Anexo 9) se visualizan *a priori* la existencia de parroquias de valores atípicos (o "outliers") (Sumaco, Oyacachi y Papallacta), que posteriormente se deberán identificar para su caracterización.

Con este fin, se realizó en paralelo una revisión de los diferentes criterios de aglomeración a través de la vinculación con que se debían generar estos: distancia intragrupos, distancia intergrupos, encadenamiento simple o vecino más próximo, vecino más lejano o vinculación completa, agrupación de centroides, vinculación Ward, etc., siendo seleccionada la metodología de vinculación Ward pues minimiza la varianza intragrupos y se ajusta de mejor manera a la evidencia empírica y agroecológica de la zona. De esta forma, se determinaron cinco grupos de acuerdo al criterio de corte del historial de conglomeración (Anexo 10), el cual señala que el número óptimo de clústers se obtiene al primer cambio de pendiente importante en la curva de los coeficientes.

De este modo, se determinan cinco clústers que quedan conformados de acuerdo al dendrograma (Anexos 11a, 11b y 11c). Así se determinó la existencia de dos parroquias de valores atípicos: Sumaco, debido a la diferencia en población con respecto al resto, pues según el Censo 2010 tan solo posee una población residual de 39 habitantes; y Oyacachi, parroquia que posee la mayor altitud media de la cuenca y además posee la mayor superficie parroquial, quedando las restantes diez parroquias reunidas en tres grupos con características distintas, tal como lo muestra el Anexo 11.

Así, la agrupación de parroquias queda establecida de acuerdo a la siguiente distribución espacial en la cuenca (Figura 27).

### Características socio-económicas generales del territorio de la cuenca del río Quijos

La tipificación elaborada por Celis y Escobar (2012) identifica dos parroquias de valores atípicos y cinco conglomerados dentro de los cuales se agrupan las

12 parroquias de la cuenca del río Quijos. En esta parte específica, se incluyen secciones que resaltan las principales características de la población, sus actividades económicas, su participación en el mercado laboral y sus condiciones de vida, expresadas por indicadores de educación, salud y calidad de vivienda. Se incluye también información sobre la incidencia y niveles de pobreza, tanto de origen por consumo como de situación por NBI. Se basa principalmente en los datos presentados en el Anexo 12: Medias de variables descriptivas de conglomerados/clústers, y resultados del Censo de Población y Vivienda 2012 de Ecuador.

Parroquias con valores atípicos:

- Oyacachi (parroquia rural)
- Sumaco (parroquia rural)

La agrupación de parroquias es la siguiente:

**Grupo 1:** (Parroquias urbanas, cabeceras cantonales)  
– Corresponde al grupo formado por las parroquias de El Chaco y Baeza.



Figura 27. Distribución espacial de la tipificación de parroquias en la cuenca del río Quijos.  
FUENTE: Celis y Escobar (2012).

**Grupo 2:** (Parroquias rurales silvoagropecuarias pequeñas en la cuenca media/baja) – Cosanga, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares y Santa Rosa.

**Grupo 4:** (Parroquias rurales grandes en la cuenca alta/media, con baja participación en la agricultura) – Cuyuja, Papallacta, San Francisco de Borja y Sardinias.

De los 12 municipios que conforman la cuenca del río Quijos, diez son considerados rurales. Los dos municipios identificados como zona urbana son Baeza (1.946 habitantes) y El Chaco (4.816 habitantes), ambos cabeceras cantonales. Los municipios rurales que concentran la mayor población son: Santa Rosa (1.243) y San Francisco de Borja (2.200). El resto de la población se distribuye de la siguiente manera: 39 (Sumaco); 209 (Linares); 505 (Cosanga); 535 (Gonzalo Díaz de Pineda); 537 (Sardinias); 614 (Cuyuja); 620 (Oyacachi) y 920 (Papallacta). Se trata de una población joven, el 51,9% tiene menos de 25 años (Figura 28).

El promedio de población rural registrado por Celis y Escobar (2012) es de 85,8%. El grupo étnico más importante está constituido por los mestizos (promedio del 77,3% de los habitantes de la cuenca), seguido por los indígenas (15,6%). Un promedio del 3,2% y del 2,6% se identifica como blanco y afroecuatoriano, respectivamente.

Dentro de los cinco conglomerados de Celis y Escobar (2012), se encuentra un promedio de 918 personas en edad de trabajar, de las cuales 547 forman parte de la población económicamente activa (PEA). La mayor parte de la PEA se dedica a actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (41,9% en promedio). El resto se distribuye entre distintos sectores (administración pública, enseñanza y salud, industrias manufactureras, comercio al por mayor y al detal).

Por ser mayoritaria la población rural de la cuenca del río Quijos, se esperaría encontrar altos niveles de pobreza en esta región, suposición que

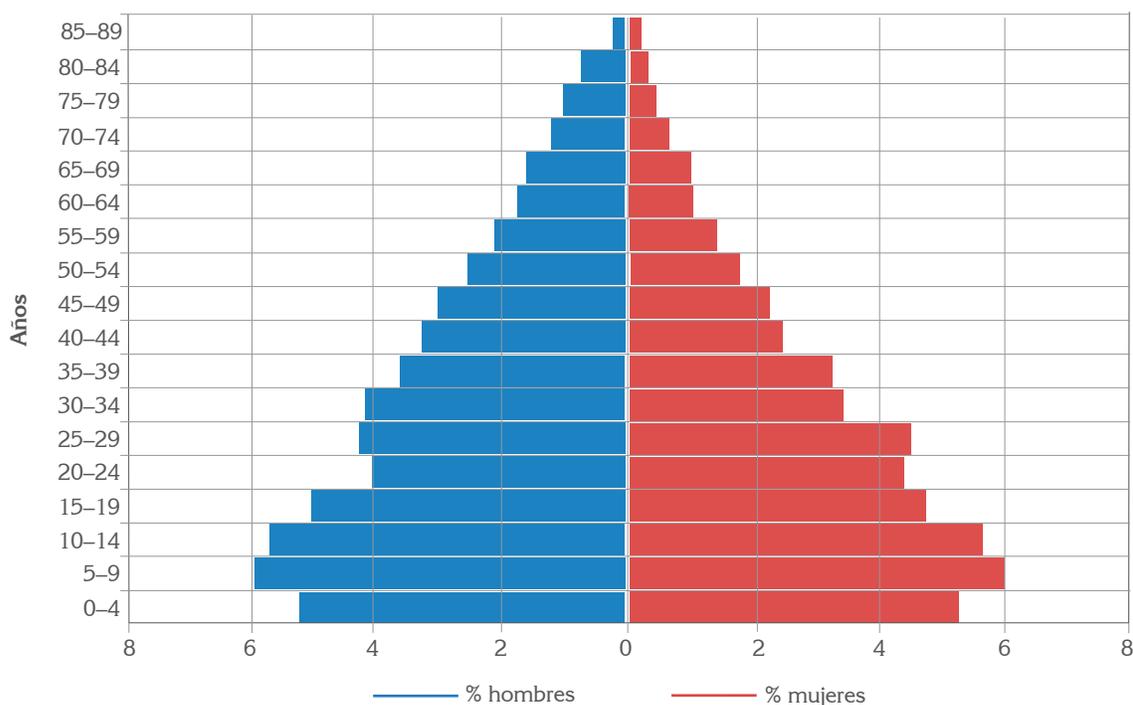


Figura 28. Pirámide poblacional de los cantones El Chaco y Quijos.  
FUENTE: Adaptado según datos del INEC (2010).

está confirmada por los promedios de pobreza por NBI evaluados con base en el censo 2010 (76,7%). El promedio de pobreza extrema por NBI es del 20,8%. La tasa alta de pobreza por NBI está reflejada en los indicadores de calidad de vida encontrados en el área de la cuenca. Datos de desarrollo infantil indican que el 10,9% de los niños del área trabajan. La tasa de asistencia neta básica presenta un promedio del 93,9%. De las condiciones de vivienda, las variables de acceso a redes de acueducto y alcantarillado representan las mayores privaciones: el 64,2% de las viviendas no tiene acceso a agua por red pública dentro de la vivienda y el 43,4% no tiene acceso a red de alcantarillado.

Ahora bien, si las medias de variables descriptivas de clústers ilustran las condiciones de vida a nivel de la cuenca, las medias por clústers permiten resaltar las diferencias entre los indicadores socio-económicos de grupos de aglomeración diferenciados por el trabajo de Celis y Escobar (2012). A continuación, se presentan los principales indicadores socio-económicos por parroquias con valores atípicos, grupos de parroquias y las parroquias que las conforman.

### *Indicadores socio-económicos por valores atípicos y grupos de parroquias*

#### Oyacachi

Parroquia con 620 habitantes (Censo 2010), quienes se identifican en un 92,6% como indígenas. Es una de las parroquias de mayor territorio en la cuenca (851,1 km<sup>2</sup>). El 100% de su población es rural, dado que la mayoría de la PEA de esta parroquia se dedica a actividades primarias de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (57,6% de su población). El Anexo 13 presenta datos de ingresos provenientes de la producción lechera en Oyacachi. El bajo nivel de ingresos reportados puede significar que los productores se dedican a otra actividad económica. En efecto, otro sector importante que concentra mano de obra es la industria manufacturera con un 15,5% de la PEA y en menor proporción la construcción, que concentra el 6,5%. En la actualidad, hay un número de personas dedicadas al ecoturismo y Oyacachi se encuentra dentro de los principales circuitos

turísticos de su tipo que ofrece Ecuador. La tasa bruta de participación laboral es del 49,5%, un poco más alta que el promedio del área de la cuenca (48,4%).

Según los datos censales reportados para Oyacachi, los niveles de educación se encuentran principalmente concentrados en la educación primaria con un porcentaje del 66,7%. Una baja proporción estimada en 25,1% de la población cursó la secundaria completa, mientras que el 7,1% asiste a algún tipo de institución de enseñanza superior<sup>7</sup>, menos de la mitad de la tasa del área de la cuenca en su totalidad (15,6%). El 13,8% posee los mayores niveles de analfabetismo. La alta incidencia de trabajo infantil (17,6%) puede ser un factor que justifique el bajo logro escolar encontrado en la parroquia.

Oyacachi presenta una alta incidencia de la pobreza total por NBI (78,7%). La alta tasa de NBI se atribuye principalmente a la falta de servicios adecuados para las viviendas (65,5%), tal como se puede observar en el Cuadro 18. La conexión del

Cuadro 18. Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de valores atípicos: Oyacachi y Sumaco, 2010.

	Oyacachi (%)	Sumaco (%)
Pobreza por NBI	78,7	100,0
Extrema pobreza por NBI	23,3	12,8
Inasistencia escolar	3,7	0,4
Alta dependencia económica	3,6	12,8
Hacinamiento crítico	29,1	0,0
Vivienda con características inadecuadas	3,2	0,0
Vivienda con servicios inadecuados	65,5	100,0

FUENTE: Adaptado según datos del INEC (2010).

7. El nivel de enseñanza superior se refiere a estudios superiores no universitarios, universitarios y de posgrado niveles 4, 5 y 6, según la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco).

agua representa la principal carencia: el 52,2% de las viviendas en Oyacachi no cuentan con servicio de acueducto. El 27% no tiene conexión a red pública de alcantarillado. Los hogares de esta población poseen los mayores niveles de hacinamiento (21,3%), con el mayor índice de miembros por hogar en toda la cuenca (5,1 hab/hogar). La tenencia de vivienda es la más alta de la zona con el 91,8% de los hogares con vivienda propia.

El gasto en consumo en Oyacachi para el período 2001–2006 es el más bajo de la zona (US\$40,60 mensualmente), mientras la pobreza de consumo alcanza el 73%, aunque el menor Gini de la cuenca (0,275) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de valores atípicos: Oyacachi y Sumaco, 2001–2006.

	Oyacachi	Sumaco
Consumo (US\$)	40,60	n/d
Pobreza (%)	73,0	n/d
Gini	0,275	n/d

FUENTE: Adaptado según datos de Larrea et al. (2008).

### Sumaco

Sumaco es la parroquia que presenta la menor población de la cuenca (39 habitantes<sup>8</sup>). Es rural al 100% al igual que Oyacachi. El 61,5% se identifica como mestiza y el 33,3% como indígena. La actividad principal de la PEA no es la agricultura, pues solo el 30,4% se desempeña en el sector agropecuario. Un 4,3% se dedica a actividades relacionadas con la industria manufacturera, siendo la principal actividad identificada como “no especificada/otra” (43,5%), aunque presumiblemente sea en actividades ligadas al turismo por el Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras. La parroquia de Sumaco ya en la llanura

8. Según los datos del Censo 2001, la parroquia de Sumaco no tenía asentamientos de poblaciones. Sin embargo, los datos del Censo 2010 indican la presencia de una población de 39 personas viviendo dentro de los límites de la parroquia.

amazónica tiene clima templado y húmedo (Gobierno de Quijos, [s.f.]).

Esta pequeña comunidad se caracteriza por tener la mayor tasa de trabajo infantil de la cuenca (41,7%) y la mayor tasa global de participación laboral (71,9%). Los niveles de educación son bajos: el 25% de la población tiene educación básica completa (44,1% en promedio para el área) y el 11,1% tiene nivel de secundaria completa (31,8% en promedio para el área). Tiene el 100% de incidencia de pobreza total por NBI, el mayor de toda la cuenca, tal como se puede observar en el Cuadro 18. Esa cifra se debe a criterios de vivienda, si bien ninguna está construida con material considerado inadecuado, el 100% de las viviendas tiene servicios inadecuados, pues solo el 20% tiene acceso a agua por red pública dentro de la vivienda. El 60% tiene acceso a red de alcantarillado, el mismo porcentaje de las viviendas tienen acceso a sistema de eliminación de excretas. Debido a que los asentamientos poblacionales en Sumaco solo empezaron a registrarse en el Censo del 2010, no existen datos de consumo y de pobreza anterior a esta fecha para la parroquia.

### **Grupo 1: Parroquias urbanas, cabeceras cantonales**

El Grupo 1 corresponde al formado por las parroquias de El Chaco (4.816 habitantes) y Baeza (1.946 habitantes), que se encuentran en la cuenca media aproximadamente a 1.800 msnm. Su población representa el 47,7% de la población del área de la cuenca, de la cual el 85,2% vive en zonas rurales. La mayor parte se identifica como mestiza (60% en Baeza y 81,8% en El Chaco), pero una proporción importante es indígena, particularmente en Baeza (25,1 vs. 12,3% de población indígena en El Chaco).

Baeza y El Chaco son parroquias rurales y tienen al 20,5% de su PEA ocupado en actividades silvoagropecuarias o pesca, el resto se concentra en los sectores de comercio (12,2%), administración pública y defensa (10,9%), así como salud y educación (10,7%). Baeza y El Chaco tienen una división de la PEA bastante similar entre ellas, por lo que estas cifras promedio reflejan con bastante certeza la división de la PEA en cada una de estas parroquias.

En materia de educación, las parroquias del Grupo 1 poseen la menor tasa de analfabetismo de la cuenca (4,9 vs. 7,5% en promedio) y los niveles de educación básica<sup>9</sup> y secundaria más elevados de la zona (73,7 y 50,7% respectivamente para la población de 19 años y más). Baeza presenta niveles educacionales levemente mayores a los de El Chaco en la secundaria (49,4 vs. 40,7%) y la educación superior (23,7 vs. 17%). Baeza también tiene menos niños que no asisten a la escuela (0,4 vs. 2,2% en El Chaco), uno de los criterios utilizados para definir NBI (Cuadro 20). La incidencia de trabajo infantil es del 6%, la más baja del conjunto.

Ambas parroquias se caracterizan por tener el menor número de hogares viviendo en condiciones de pobreza con 47,6% de pobreza por NBI y 10,1% de pobreza extrema, en promedio. Individualmente, Baeza presenta una proporción menor de hogares en situación de NBI que El Chaco (39,8 vs. 55,2%, respectivamente). La tasa de extrema pobreza por NBI en El Chaco representa el doble de la tasa de Baeza (13,4 vs. 6,6%, respectivamente). Si bien las viviendas con características inadecuadas son pocas en ambas parroquias (1,7% en Baeza y 2,2%

en El Chaco), la falta de acceso a servicios adecuados en la vivienda afecta al 28,6% de los hogares en Baeza y al 40,7% en El Chaco. La principal carencia se observa en el acceso al agua: el 34,9% de las viviendas en El Chaco no cuentan con servicio de acueducto, en Baeza es el 22,4%. Sin embargo, en promedio las viviendas en Baeza y El Chaco son las que presentan las mejores condiciones del área: el 69,1% tiene acceso al agua por red pública dentro de los hogares, el acceso a red de alcantarillado y a sistema de eliminación de excretas está presente en el 85,4 y el 93%, respectivamente.

En el Cuadro 21, se observan los datos de nivel de consumo, pobreza y Gini para Baeza y El Chaco. La pobreza en estas parroquias es más alta que la pobreza nacional para el mismo período (38,3%), pero menos elevada que la pobreza en la región de la Amazonia (59,7%). El consumo promedio en Baeza es significativamente mayor que en El Chaco (US\$123 vs. \$83,5 respectivamente), lo que genera un mayor valor del Gini en Baeza (0,49 vs. 0,45 en El Chaco). Estas dos parroquias poseen las mayores desigualdades de gasto en consumo con un índice de Gini en el período 2001–2006 del 0,47.

Cuadro 20. Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de Baeza y El Chaco, 2010.

	Baeza %	El Chaco %
Pobreza por NBI	39,8	55,2
Extrema pobreza por NBI	6,6	13,4
Inasistencia escolar	0,4	2,2
Alta dependencia económica	2,8	5,6
Hacinamiento crítico	13,5	19,7
Vivienda con características inadecuadas	1,7	2,2
Vivienda con servicios inadecuados	28,6	40,7

FUENTE: Adaptado según datos del INEC (2010).

## Grupo 2: Parroquias silvoagropecuarias pequeñas en la cuenca media/baja

Corresponde a cuatro parroquias (Cosanga, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares y Santa Rosa) ubicadas principalmente en la cuenca baja/media (2.013 msnm). Poseen en promedio 623 habitantes (desde 209 en Linares hasta 1.243 habitantes en Santa Rosa). La población es mayoritariamente mestiza (87,5%). Los indígenas representan el segundo grupo étnico más importante (6,2% en total). Cosanga es la parroquia donde se encuentra la mayor proporción de población indígena (10,5%).

Cuadro 21. Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de Baeza y El Chaco, 2001–2006.

	Baeza	El Chaco
Consumo (US\$)	123,0	83,5
Pobreza (%)	50,5	53,1
Gini	0,49	0,45

FUENTE: Adaptado según datos de Larrea et al. (2008).

9. En el sistema vigente, la educación básica comprende desde primero hasta décimo año de básica. La educación primaria, referente del sistema anterior y de indicadores internacionales, por ejemplo, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), se refiere a los 6 años del nivel primario en el sistema educativo regular.

El 58,9% de su PEA se dedica a actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Otros sectores de importancia son administración pública y defensa (6,6%) y construcción (5,6%). La parroquia con la mayor proporción de PEA dedicada a la agricultura es Linares (73,7%). La tasa bruta de participación laboral tiene un promedio del 46,4%.

Los indicadores sociales y de pobreza indican una fuerte precariedad en las condiciones de vida en estas parroquias. La tasa de analfabetismo llega al 9,3%, mientras la tasa de educación básica (16 años y más) es del 48,9%, la más baja del conjunto. Lo mismo para la secundaria completa que alcanza el 38,8% en la población de 19 años y más, tasa similar a la del Grupo 4. A nivel parroquial, Linares presenta los niveles educacionales más críticos: 29,5% de educación básica completa y 19,2% de educación secundaria, mientras Santa Rosa presenta los niveles más altos (41,4% de educación básica completa y 30% de educación secundaria). Sin embargo, la tasa de asistencia neta básica alcanza el 94%, mientras la proporción de la población con título universitario dentro de este grupo varía entre 4,1% en Linares y 9,1% en Santa Rosa.

La incidencia de pobreza total por NBI alcanza al 86,5% en promedio, con un Gini de 0,39. La parroquia con mayor proporción de NBI es Cosanga, dado que casi la totalidad de su población vive en situación de NBI (91,4%). Santa Rosa es la parroquia que menor pobreza por NBI tiene (79,6%). La extrema pobreza por NBI presenta

cifras elevadas, lo que significa que una importante proporción de esta población presenta dos o más de las condiciones que definen a un hogar como pobre por NBI. Las cifras de extrema pobreza por NBI se distribuyen de la siguiente forma: Cosanga (21,5%); Gonzalo Díaz de Pineda (25,9%); Linares (41,1%); Santa Rosa (26,8%) (Cuadro 22).

La proporción de hogares hacinados es muy alta, dado que llega al 31,5% en Linares, 25,4% en Gonzalo Díaz de Pineda, 24,5% en Santa Rosa y 19,8% en Cosanga. Sin embargo, al igual que en las parroquias de valores atípicos y en las de los Grupos 1 y 4, los servicios inadecuados en la vivienda son el factor que justifica la mayor proporción de los casos de NBI (del 74% en Santa Rosa hasta el 88,9% en Cosanga). La conexión al servicio de acueducto en las viviendas es baja (20% en promedio), así como la proporción de viviendas con acceso a red de alcantarillado (41,9 vs. 56,6% en promedio en el área). En este grupo también se registran las tasas más altas de viviendas sin suministro eléctrico: 12,3% (Santa Rosa), 13,5% (Cosanga) y 13,5% (Linares).

Si bien las parroquias del Grupo 2 presentan menor pobreza que las cabeceras cantonales del Grupo 1, estas presentan aproximadamente la misma proporción de hogares en situación de pobreza que el Grupo 4. Así, más de la mitad de la población del Grupo 2 vive en situación de pobreza de consumo: Cosanga (53,4%), Santa Rosa (61,9%), Linares (65,6%) y Gonzalo Díaz de Pineda (66,6%). El menor Gini se encuentra en Linares (0,34) y el mayor en Cosanga (0,43) (Cuadro 23).

Cuadro 22. Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de Cosanga, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares y Santa Rosa, 2010.

	<b>Cosanga</b> %	<b>Gonzalo Díaz de Pineda</b> %	<b>Linares</b> %	<b>Santa Rosa</b> %
Pobreza por NBI	91,4	85,7	88,9	79,6
Extrema pobreza por NBI	21,5	25,9	41,1	26,8
Inasistencia escolar	1,9	1,1	2,3	2,4
Alta dependencia económica	2,9	8,5	6,2	4,9
Hacinamiento crítico	19,8	25,4	31,5	24,5
Vivienda con características inadecuadas	0,1	1,4	12,4	3,9
Vivienda con servicios inadecuados	88,9	80,0	82,7	74,0

FUENTR: Adaptado según datos del INEC (2010).

Cuadro 23. Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de Cosanga, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares y Santa Rosa, 2001–2006.

	Cosanga	Gonzalo Díaz de Pineda	Linares	Santa Rosa
Consumo (US\$)	69,9	57,8	67,3	81,3
Pobreza (%)	53,4	66,6	65,6	61,9
Gini	0,43	0,40	0,34	0,38

FUENTE: Adaptado según datos de Larrea et al. (2008).

#### Grupo 4: Parroquias grandes en la cuenca alta/media, con baja participación en la agricultura

Las parroquias del Grupo 4 son Cuyuja, Papallacta, San Francisco de Borja y Sardinas y se encuentran en una altura media de 2.416 msnm. Poseen 1.068 habitantes en promedio, siendo San Francisco de Borja la parroquia más poblada. Le sigue Papallacta (920 habitantes), Cuyuja (614 habitantes) y Sardinas (537 habitantes). El 85% de la población se identifica como mestiza, el 6,3% como indígena y el 3,9% como blanca. La parroquia con la mayor proporción de población indígena es Papallacta (8,6%).

La PEA se desempeña en actividades primarias ligadas a la rama silvoagropecuaria y/o pesca (solo llega al 34,5%), al igual que en una variedad de actividades de alta relevancia: administrativas y de defensa (7,9%), enseñanza y atención a la salud (6,9%) y alojamiento y servicios de alimentación (6,9%), entre otras. A nivel de parroquia, la PEA se distribuye de manera distinta. Sin embargo, es de notar el alto porcentaje de PEA que integra la categoría Otros/no declarados (23% en promedio). En San Francisco de Borja, la parroquia más poblada, el 28,2% de la PEA trabaja en el sector de la agricultura, en contraste con el 50,2% en Cuyuja, 43,9% en Sardinas y 15,6% en Papallacta. La considerable proporción de PEA que trabaja en el sector de actividades de alojamiento y servicios de alimentación (17,2%) en Papallacta se podría justificar por el incremento reconocido en la recepción de turismo nacional con su complejo de termas y los encadenamientos económicos que se derivan de esas actividades. En Papallacta también es importante la crianza de animales, asociada especialmente a la producción de leche. En el Anexo 13, se detalla información sobre capital de

ganadería e ingresos en Papallacta, además de datos de ingresos de los productores lecheros de esta parroquia. La leche es el producto agropecuario más importante de Papallacta, aunque algunas familias también se dedican a la producción de queso de forma marginal, la cual representa una importante fuente de ingresos.

Papallacta presenta un menor analfabetismo (5,3%) e indicadores de educación básica completa mayor al promedio del área (65,6 vs. 44,1%, respectivamente), además de presentar el mayor porcentaje de madres jóvenes con secundaria completa (50,7%). El nivel de escolaridad es de 9,3 años, alto para el área, lo que podría explicar la alta tasa de asistencia neta superior. Posee un nivel de hogares hacinados (11,3%) similar a las cabezas cantonales. En este Grupo, la incidencia de pobreza por NBI es levemente menor al Grupo 2 (75,1%) al igual que su Gini (0,36), aunque sí existen diferencias mayores en la incidencia de pobreza extrema (19,6% en este Grupo vs. 28,9% en el Grupo 2). A nivel de parroquias, Cuyuja es la entidad con más pobreza y extrema pobreza por NBI (83,5 y 26,5%), mientras San Francisco de Borja presenta las tasas más bajas (66,0 y 12,1%, respectivamente). Cuyuja también presenta el mayor número de viviendas con servicios inadecuados (81,2%) y de hacinamiento crítico (25,5%), mientras San Francisco de Borja presenta la menor proporción de carencias, menos en la categoría de Inasistencia escolar (Cuadro 24).

El servicio básico que presenta las mayores carencias es el servicio de acueducto dentro de las viviendas, el cual está presente solamente en el 37,1%. El 52% de las viviendas tienen acceso a red de alcantarillado y el 73,7% tienen acceso a sistemas de eliminación de excretas.

Cuadro 24. Pobreza por NBI y sus criterios – Parroquias de Cuyuja, Papallacta, San Francisco de Borja y Sardinas, 2010.

	Cuyuja %	Papallacta %	San Francisco de Borja %	Sardinas %
Pobreza por NBI	83,5	75,5	66,0	75,4
Extrema pobreza por NBI	26,5	19,1	12,1	20,4
Inasistencia escolar	2,6	0,4	1,2	4,4
Alta dependencia económica	2,1	2,5	3,5	5,2
Hacinamiento crítico	25,5	17,8	10,7	17,1
Vivienda con características inadecuadas	0,4	11,3	0,4	0,9
Vivienda con servicios inadecuados	81,2	67,3	63,0	71,3

FUENTE: Adaptado según datos del INEC (2010).

Según indican los datos del Cuadro 25, Sardinas es la parroquia del Grupo 4 que presenta el mayor nivel de pobreza de consumo (72,4%). Le sigue Cuyuja con el 65,5%. Papallacta y San Francisco de Borja presentan valores que están más cercanos al promedio regional para la Amazonia (59,7%). San Francisco de Borja, la parroquia más poblada del Grupo, también presenta el mayor nivel de consumo promedio (US\$97,0 mensuales), mientras que en Sardinas este valor es de US\$69,8 al mes (Cuadro 25).

#### *Mirada general a la pobreza por grupos de tipificación y parroquias de valores atípicos*

Oyacachi (clúster 3) es la parroquia con los menores gastos en consumo mensual de la cuenca en el período 2001–2006 (Cuadro 26). Como se señaló anteriormente, gran parte de su mano de

obra se concentra en la actividad silvoagropecuaria (Anexo 12), con alrededor del 57,6%. Estos niveles son similares a los del clúster 2 que no presenta diferencias significativas en la participación de la PEA en dicha actividad (58,9%), pero sí en cuanto a sus gastos en consumo promedio mensual, que son alrededor de un 42%, mayores que los de Oyacachi. Esta realidad ha cambiado poco con el paso del tiempo, pues al 2010, a pesar de que no se dispone exactamente del mismo indicador, se encuentran algunas diferencias entre los diversos grupos identificados, en las cuales Oyacachi registra una menor incidencia de pobreza, tanto total como extrema, con respecto al clúster 2, por lo que se deduce que en este último se ha deteriorado el bienestar no monetario de sus habitantes en dicho período en mayor proporción que en Oyacachi (Cuadro 26).

Cuadro 25. Consumo, pobreza y Gini – Parroquias de Cuyuja, Papallacta, San Francisco de Borja y Sardinas, 2010.

	Cuyuja	Papallacta	San Francisco de Borja	Sardinas
Consumo (US\$)	86,70	92,3	97,0	69,8
Pobreza (%)	65,5	59,2	55,4	72,4
Gini	0,36	0,35	0,42	0,31

FUENTE: Adaptado según datos de Larrea et al. (2008).

Cuadro 26. Pobreza monetaria de acuerdo a tipificación 2001–2006.

Variable	Número de clúster					Promedio total
	1	2	3	4	5	
Consumo mensual (US\$) 2001–2006	103,2	69,0	40,3	86,4		79,0
Gini 2001–2006	0,47	0,39	0,27	0,36		0,38

FUENTE: Adaptado según datos de Larrea et al. (2008).

Por otra parte, en el caso de las parroquias del clúster 1 (parroquias de cabeceras cantonales), que poseen porcentajes menores de población rural, son sistemáticamente las que presentan mayores gastos en consumo y desigualdad y menor incidencia de pobreza por NBI de toda la cuenca, tanto para el caso de pobreza total como extrema (Cuadro 27).

En el caso del clúster 5, al poseer una población tan pequeña (39 habitantes – Censo 2010), se comporta como variable de valor atípico dentro del modelo desarrollado por Larrea et al. (2008), al no haberse podido determinar su estimador Gini. Además, dentro de la tipificación realizada en este estudio, su comportamiento como variable de valor atípico ofrece información no concluyente.

De la misma forma, el clúster de las parroquias de cabeceras cantonales que poseen porcentajes menores de población rural es, sistemáticamente, el que presenta mayor gasto en consumo y desigualdad, y menor incidencia de pobreza por NBI de toda la cuenca, tanto para el caso de pobreza total como extrema.

Como se señaló anteriormente, el objetivo último de este estudio descriptivo de la cuenca es proporcionar la línea base para la evaluación *ex-post* del desempeño de los mecanismos de distribución de los beneficios implementados, que en este caso es un esquema de pagos por servicios ambientales (PSA). Para este fin, se debe contar con la publicación periódica del mapa de pobreza a nivel parroquial o bien realizar una encuesta que permita tener este nivel de representatividad a nivel de cuenca alta/media/baja para lograr determinar las dinámicas territoriales intertemporales. Parte de esta información se puede encontrar en la Encuesta

Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos (ENIGHU) 2012 y la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) 2012, disponibles en INEC. Sin embargo, al hacer uso directo de las encuestas mencionadas, es necesario revisar el nivel de representatividad de las mismas, porque se requiere que sean representativas de parroquias o de clústers y estimar los factores de expansión con el fin de estimar los gastos medios en consumo por parroquia y por cuenca.

## Consideraciones generales y conclusiones

En conclusión, el estudio de tipificación de parroquias evidenció la presencia de parroquias urbanas más pobladas (El Chaco y Quijos), que presentan mayor diversidad de actividades económicas y menores niveles de pobreza por NBI. Las parroquias rurales que presentan los mayores indicadores de calidad de vida (educación, desarrollo infantil, condiciones de vivienda) corresponden al Grupo 2 de la tipificación, conformado por las parroquias más pobladas con menos proporción de PEA que trabaja en el sector agropecuario. De forma más general, se puede resaltar que las parroquias que conforman la cuenca del río Quijos tienen características definidas de pobreza, con población joven pero reducida y con niveles de educación deficientes; están localizadas en zonas de paso con atractivos limitados por temperatura e infraestructura turística y con circunstancias que, en general, no facilitan la formación ni el crecimiento de flujos económicos que amplíen las posibilidades y generen encadenamientos importantes para afectar positivamente el empleo, el consumo de bienes y servicios ni la acumulación que contribuya a la formación de capitales por actividades endógenas.

Cuadro 27. Pobreza no monetaria de acuerdo a tipificación 2010.

Variable	Número de clúster					Promedio total
	1	2	3	4	5	
Incidencia de pobreza por NBI (%)	47,6	86,5	78,7	75,1	100	76,7
Incidencia de pobreza extrema por NBI (%)	10,1	28,9	23,3	19,6	12,8	20,8

FUENTE: Adaptado según datos del MCDS-Siise (2012).

La lectura de la sección anterior permite resaltar la importancia del mejoramiento de indicadores como educación básica y secundaria completa para el desarrollo socio-económico de la zona. Los logros educativos del área son susceptibles de ser más bajos que los encontrados en zonas más urbanas, debido a la tradicional brecha urbano-rural en materia de educación. Sin embargo, la alta tasa de asistencia escolar neta básica (93,9% en promedio) concuerda con el progreso que se ha hecho a nivel nacional en donde la tasa neta de matrícula primaria ha pasado del 89,3 al 93,2% en el período 2006–2010 (PNUI, s.f.). Una alta tasa de asistencia primaria puede a largo plazo contribuir a aumentar el nivel de escolaridad, la tasa de asistencia secundaria y del mismo modo aumentar el nivel de población con secundaria completa, las posibilidades de movilidad social y, por lo tanto, de superar la pobreza (PNUI, 2012).

Mayores niveles educativos también podrían contribuir a mejorar las capacidades técnicas de la PEA, incrementar la productividad y del mismo modo elevar el nivel de ingresos de la población. Las necesidades relacionadas con la capacitación técnica y la transferencia de tecnologías son susceptibles de ser distintas entre las zonas rurales y urbanas, dada la importancia económica del sector agropecuario y las altas tasas de pobreza en el área rural. Chiriboga y Wallis (2010) identificaron tres enfoques de política pública y estrategia nacional para combatir la pobreza rural: (1) desarrollo territorial rural, (2) política sectorial de agricultura y (3) redistribución y acceso a activos productivos. Bajo estos enfoques, se encuentran programas que buscan elevar los ingresos de los campesinos para mejorar sus condiciones de vida, fortalecer la democracia a nivel local, proporcionar asistencia técnica y facilitar el acceso al crédito a pequeños productores, además de promocionar la asociatividad a este nivel. También existen programas para facilitar el acceso a activos productivos, incluidos tierra, agua y crédito para campesinos con poca o ninguna tierra.

A nivel local, el Plan de Desarrollo del cantón de Quijos identifica los sectores de la agricultura, ganadería y turismo como las actividades económicas con mayor potencial, por lo que se debe mejorar su producción y productividad y

fortalecer los programas de investigación, capacitación y transferencia de tecnología. Sistemas eficientes de infraestructura básica (por ejemplo, el mejoramiento de las vías de acceso a la zona), la sostenibilidad de los servicios básicos para los atractivos turísticos y la disponibilidad de servicios de comunicación también son fundamentales para el dinamismo de la actividad económica (Gobierno municipal de Quijos, s.f.; Gobierno municipal del cantón El Chaco, s.f.).

Los datos de pobreza por NBI presentados en la sección anterior evidencian que la falta de acceso a servicios básicos no solo afecta el desarrollo económico, sino las condiciones de vida de la población en general. En el cantón El Chaco, el 53,7% de las viviendas no tienen acceso a servicios adecuados. La proporción es del 56,6% en el cantón Quijos. Sin embargo, los promedios cantonales esconden una desigualdad en el acceso a servicios básicos entre sectores urbanos y rurales que se traducen en un centralismo y desequilibrio en la atención del Gobierno local, ya que parroquias urbanas tales como El Chaco y Baeza cuentan con la mayoría de los servicios, mientras que las demás solo dotación moderada o baja (Gobierno municipal del cantón El Chaco, s.f.). A modo de ejemplo, la conexión a servicio de acueducto dentro de las viviendas, la principal carencia observada en materia de servicios básicos, es del 77,6% en Baeza y del 65,1% en El Chaco, mientras presenta tasas tan bajas como 28,8% en Linares y 21,8% en Gonzalo Díaz de Pineda. De todas las parroquias rurales, San Francisco de Borja se destaca por tener el mayor acceso a servicios básicos.

Resulta paradójico observar una falta de acceso a servicios de agua potable en una zona que cuenta con las instalaciones para abastecer agua a aproximadamente un millón de personas ubicadas a una distancia de 60 km (Vallejo, 2011). Del mismo modo, tiene poco sentido encontrar parroquias en las cuales el 13,5% de las viviendas no tienen ningún suministro de electricidad (Cosanga y Linares), en una zona en donde está ubicada una central hidroeléctrica. El acceso al agua, la presencia de servicios de alcantarillado y el manejo de desechos sólidos y líquidos tienen una repercusión directa en la salud de la población (Gobierno municipal de Quijos, s.f.). Con el propósito de desarrollar

programas de empleo y mejorar la calidad del hábitat, el Cismil (2007) propone la contratación por parte del Gobierno nacional y los Gobiernos locales de “personas para trabajar en el desarrollo de infraestructura física, vialidad, redes de agua y alcantarillado y su mantenimiento, canales, planes de reforestación y vivienda, entre otros”.

Desde el punto de vista de la oportunidad de potencializar el diseño de un esquema que

distribuya de mejor manera los beneficios derivados de los servicios ambientales hidrológicos que brindan los ecosistemas de estas parroquias, la disponibilidad de agua para consumo humano de Quito es una oportunidad para que, al reconocer su valor, se puedan incrementar los ingresos colectivos y estos a su vez deriven inversiones que en el mediano plazo contribuyan a suavizar las actuales condiciones de NBI y a generar puestos de trabajo para canalizar las inversiones.

## **Evaluar el potencial productivo de la zona alta y la factibilidad de mejorar los sistemas pecuarios actuales (Objetivo 4)**

### **Introducción**

El reconocimiento de la importancia de la zona alta de la cuenca del río Quijos como proveedora de agua es explícito también en el plan de desarrollo de las parroquias de Papallacta y Oyacachi. Este plan se basa en acciones en torno a la conservación del agua. Sin embargo, también está orientado a promover la tecnificación de la producción agropecuaria (la actividad económica más importante de la zona es la ganadería para la producción de leche), como estrategia para mejorar los bajos niveles de productividad, justificados por la mala alimentación animal, el bajo potencial genético del ganado y la ausencia de pasturas renovadas (CESA y Fonag, 2006).

Esta situación ha hecho que algunos actores se preocupen por ofrecer alternativas para el uso de la tierra que permitan frenar otras prácticas de manejo que pueden deteriorar la capacidad de estos ecosistemas, a fin de asegurar el rendimiento y la regulación hídrica de la cuenca. Asimismo, estas alternativas son presentadas en muchos casos como acciones compensatorias para los actores que habitan esta zona, por los servicios ambientales allí prestados. Gran parte de estos esfuerzos comprende inversiones orientadas a modificar los sistemas de pastoreo extensivo en estas zonas hacia sistemas de pastoreo con otro manejo que permita mejorar o mantener los rendimientos hídricos de la zona y aumentar la productividad lechera. Esfuerzos de la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA), el Fondo para la Protección del Agua (Fonag) y Ecobona parten de la premisa de que existe una relación de ventajas vs. desventajas bastante competitiva entre la ganadería extensiva y el rendimiento hídrico. Por lo tanto, se espera que el cambio hacia un sistema con un hato estable y confinado incremente la productividad pecuaria y mejore el uso del recurso natural, al liberar áreas de pasturas para la conservación. Adicionalmente, ven en la ganadería la inversión más sólida para reducir los niveles de pobreza de estas zonas (descritos en la sección anterior). Los cultivos semestrales ya fueron

descartados, por las mismas instituciones, al no lograr producciones razonables.

Los trabajos implementados por los fondos de inversión de estas organizaciones se han orientado a incrementar la carga animal y mejorar la calidad del forraje en sitios específicos, y a liberar áreas para recuperación natural. Para tal fin, han impulsado la siembra de pasturas mejoradas en mezclas de gramíneas (como raigrás, pasto azul) y leguminosas (trébol, lotus y *Vicias*). Con esta alternativa, se espera aumentar la carga animal de 0,6 a 2 U/B/ha e incrementar los rendimientos de 5 a 9 litros de leche por vaca por día (Fonag et al., 2004).

Los fondos a su vez han creado mecanismos adicionales de crédito y asistencia técnica para impulsar este cambio. Se han establecido parcelas demostrativas durante 3 años, en diferentes lugares y, a pesar de las ventajas de productividad obtenidas en ellas, el sistema no ha sido adoptado. Vale la pena mencionar que estos proyectos comenzaron en el 2004 y 2005 y ya ha pasado un tiempo prudencial para evidenciar la adopción temprana de estas tecnologías o evaluar cuáles son las principales limitaciones identificadas por los productores. Esta situación puede deberse a la baja rentabilidad y competitividad de los sistemas alternos planteados o a la inviabilidad de algunos forrajes propuestos. En estas condiciones, la falta de respuesta de las comunidades puede ser muy racional. En esta sección, se discuten algunos elementos que pueden ayudar a explicar la no adopción de sistemas intensivos de ganadería y su potencial desde el punto de vista biofísico.

### **Metodología**

#### *Viabilidad biológica de nuevos forrajes*

Como se mencionó anteriormente, nuevas alternativas de manejo pecuario en la parte alta de la cuenca del río Quijos se orientan a la producción de forraje de mejor calidad. Sin embargo, no es de conocimiento de este proyecto la existencia de algún estudio preliminar que evalúe la viabilidad de nuevos forrajes en esta zona desde el punto de vista biofísico. Por tal razón, esta sección se enfoca en analizar esta viabilidad.

Para esto, el análisis se orienta hacia el potencial de crecimiento de posibles especies forrajeras para esta zona, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y físicas del territorio. En particular, se han seleccionado tres criterios: temperatura, precipitación y pendiente. Desde el punto de vista climático, se han estimado los grados térmicos (GT) en la zona con base en la temperatura diaria promedio y se han utilizado para estimar la producción potencial de biomasa de alfalfa según las condiciones de temperatura de la zona y las temperaturas base y óptimas que requiere el cultivo para crecer. La evaluación se hizo para alfalfa ya que es un forraje representativo de los que podrían darse en esta zona alta (como trébol, raigrás y lotus). Estas pasturas son las consideradas en este estudio ya que, durante un recorrido de campo efectuado en la zona, se encontraron vestigios de estas especies, lo que permite evidenciar que en alguna época se sembraron, pero por alguna razón no han persistido en la era moderna.

Los grados térmicos fueron calculados con la ecuación:

$$GT = \frac{(tma - tmi)}{2} - tb$$

En donde *tma* es temperatura diaria máxima, *tmi* es temperatura diaria mínima y *tb* es temperatura base. La temperatura base es la temperatura necesaria para que la planta emita sus primeras hojas (ODA, 1998). Esta aproximación es mucho más precisa que solo utilizar temperaturas diarias promedio para evaluar el potencial de crecimiento de las plantas, ya que la temperatura base puede variar entre las especies y, por ende, su capacidad para emitir hojas. Por ejemplo, la temperatura base puede variar entre 0 y 10 °C en cultivos de raigrás (*tb* = 0 °C), alfalfa y papa (*tb* = 4 °C), kikuyo (*tb* = 8 °C) y maíz (*tb* = 10 °C). Adicionalmente, cada especie requiere un total de grados térmicos acumulados a través del tiempo para llegar a su madurez fisiológica (por ejemplo, maíz = 1.200 GT y alfalfa = 770 GT), o para que la hoja llegue a la senescencia (por ejemplo, en raigrás = 330 GT). Estas diferencias en términos de requerimientos de grados térmicos ocasionan una gran variación en el tiempo calendario entre siembra y cosecha y, por lo tanto, en el caso de los pastos de altura, su rotación puede variar entre 30 y

90 días, dependiendo de la temperatura diaria durante el año (Yzarra et al., 2009). Asimismo, los grados térmicos no solo influyen en el tiempo calendario que se requiere para que un cultivo crezca y se desarrolle, sino también en la producción de biomasa. Varios trabajos han demostrado que existe una alta correlación entre los grados térmicos, el índice del área foliar y la producción (Gilmore y Rogers, 1958; Arnold, 1959; Yzarra et al., 2009).

Una vez determinados los grados térmicos para la parte alta de la cuenca del río Quijos, se estimó el potencial de productividad de biomasa de alfalfa en tres rangos altitudinales: por encima de 3.400 msnm, entre 2.800 y 3.400 msnm y por debajo de 2.800 msnm. La producción de biomasa para estas alturas se puede ver en la Figura 29.

Con base en la metodología desarrollada de grados térmicos, se hizo una primera aproximación de producción de biomasa para los forrajes alfalfa y raigrás, teniendo en cuenta indicadores de productividad reportados en sitios donde se conocían las temperaturas diarias (y los grados térmicos). Por ejemplo, en sitios con una temperatura promedio de 23 °C, la producción mensual puede llegar a 3.000 kg de materia seca (MS) por hectárea/mes de alfalfa. Con esta temperatura se obtienen 19 grados térmicos diarios (570 grados térmicos/mes) para alfalfa y por lo tanto se deduce que se puede producir entre 5 y 5,5 k MS/ha/grado térmico. Con esta relación y los grados térmicos obtenidos para alfalfa en la cuenca alta del río Quijos, se estimó la producción potencial de biomasa.

En un paso posterior, se consideraron las condiciones de precipitación para la zona con información del modelo WorldClim y posteriormente se determinó el balance hídrico que puede resultar si se siembra alfalfa. De esta manera, se hizo una aproximación sobre si la precipitación puede ser un factor limitante para el cultivo de alfalfa.

Para la estimación del balance hídrico, se tuvo en cuenta un valor aproximado del consumo de agua de la alfalfa. Saber este valor con exactitud (consumo de agua por kg de MS) es complejo en el caso de la alfalfa debido a la capacidad de su sistema radicular para profundizar hasta 6 m y extraer agua de acuíferos superficiales. Por lo general, este consumo

no se mide en los estudios. Mediciones efectuadas en Arequipa, Perú (Flórez, 2001), indicaron que un cultivo de alfalfa consume en promedio con el sistema de riego por gravedad entre 40.000 y 60.000 m<sup>3</sup>/ha/año y con el sistema de riego por aspersión 20.000 m<sup>3</sup>/ha/año. Los valores de uso de agua varían entre 0,65 a 1,3 m<sup>3</sup>/kg de MS y la producción promedio reportada es de 30.000 kg de MS.

Con esta información y la estimación de la producción de materia seca de biomasa para alfalfa, se estimó la cantidad de agua requerida para alcanzar los niveles de producción de biomasa estimados. Tomando como referencia el consumo de agua en sistemas de riego por aspersión (lo más parecido a un sistema alimentado únicamente por lluvias), se estimó un consumo de 1 m<sup>3</sup>/kg de MS (después de descontar el agua que por la fluctuación de la precipitación natural no entraría al sistema). Dado el sistema radicular de la alfalfa, el alto contenido de materia orgánica de los suelos y los niveles de la precipitación (1.000–1.500 mm/año), se asume que casi toda la precipitación en la cuenca alta del río Quijos puede ser utilizada por la planta para su crecimiento. Con estos supuestos, se calculó el balance hídrico, considerando la precipitación (m<sup>3</sup>/ha) y restando el agua necesaria para la producción de biomasa.

La información del balance hídrico y de los grados térmicos se utilizó para determinar las zonas de la parte alta de la cuenca del río Quijos que son aptas para el crecimiento de alfalfa. Posteriormente, se aplicó un tercer filtro dado por las condiciones de pendiente, de tal manera que las zonas con pendientes mayores de 40% fueron excluidas de las zonas potenciales para el cultivo de alfalfa u otro forraje.

## Resultados

En la Figura 30, se muestran los grados térmicos promedio diarios previstos en la zona para el crecimiento de alfalfa (o trébol o lotus que tienen la misma temperatura base). Como la temperatura base de la alfalfa es de 4, a medida que los grados térmicos aumentan por encima de 4, se espera una mayor producción de biomasa. En la Figura 29, se muestra la productividad esperada de biomasa anual

de alfalfa. La precipitación estimada para toda la zona se puede observar en la Figura 31, y el balance hídrico resultante después de estimar la producción de biomasa con alfalfa se observa en la Figura 32. En las Figuras 33 y 34, se observan las zonas con pendientes inferiores al 40% que serían aptas para el cultivo de alfalfa.

Para las zonas por encima de 3.400 msnm, gran parte de la zona ofrece 4 grados térmicos para la producción de alfalfa, como se puede apreciar en la Figura 30. Asimismo, se puede deducir que estas mismas zonas no son propicias para la producción de pasto kikuyo ya que esos 4 grados térmicos con base en alfalfa corresponden a cero grados térmicos en kikuyo (su requerimiento de temperatura base es de 8 °C). Es decir, si se siembra kikuyo en la mayoría de la parte alta de la cuenca, es posible que esta pastura emita estolones, pero no produzca biomasa aérea. Por lo tanto, en este rango altitudinal la alfalfa y otros cultivos con requerimientos de temperatura base similares son viables en la zona desde el punto de vista de condiciones de temperatura; sin embargo, el potencial productivo es bajo. La producción de biomasa prevista en gran parte de la zona sería de 8.000 kg de MS/ha (Figura 29), lo cual indica que muy probablemente la rentabilidad de invertir en alfalfa sería baja considerando la inversión relativamente alta que debería hacerse para sembrarla. Teniendo en cuenta otros aspectos, como la presencia de heladas y limitaciones físicas del terreno como la pendiente, este potencial de producción de alfalfa podría o no modificarse.

Desde el punto de vista de pendientes, las zonas por encima de los 3.400 msnm presentan varios sitios con pendientes suaves, en especial en Papallacta. Es decir, este factor no estaría limitando significativamente la siembra de alfalfa en comparación con otros sitios de la cuenca. Sin embargo, ocurre lo contrario con el factor de incidencia de las heladas.

Estudios realizados (Estrada y Uribe, 2009) en estas alturas han mostrado que se pueden presentar 3,6 heladas por año que quemarían la biomasa aérea y que esta pérdida podría representar unos 1.600 kg de MS/ha, lo que haría imposible sostener una carga animal estable (20% del tiempo sin forraje para los animales). Bajo esta situación, aunque

fisiológicamente puede ser viable producir alfalfa en este rango altitudinal, las heladas afectarían el potencial máximo de producción y, por lo tanto, estos forrajes deberían ser producidos en zonas con menos influencia de heladas (por ejemplo, por debajo de los 3.400 msnm).

Por tanto, el análisis integrado de todos los factores que pueden afectar el potencial de producción de pasturas como la alfalfa (como grados térmicos, balance hídrico positivo, pendiente e incidencia de heladas) muestran que el factor más limitante en áreas superiores a 3.400 msnm es la incidencia de las heladas, seguido de los grados térmicos y las pendientes. El agua no es un factor limitante ya que, con los bajos niveles de producción de biomasa, el balance hídrico sería positivo (Figura 32). Siendo las heladas y los grados térmicos factores no controlables, la producción de biomasa de pasturas para mantener una ganadería estable no es posible desde el punto de vista biológico en este rango altitudinal.

Entre 2.800 y 3.400 msnm, el crecimiento de lotus, alfalfa, trébol y raigrás sería factible, considerando únicamente los requerimientos de temperatura. Sin embargo, los excedentes de agua (Figura 32) solo harían viables el raigrás puro y las mezclas con trébol y lotus (para balancear los contenidos de proteína y energía). Con los niveles de excedente de agua de 6.000 m<sup>3</sup>/ha, la alfalfa perdería su ventaja comparativa (raíces profundas que, bajo condiciones de escasez de agua, le permiten competir bien) y sería muy susceptible a enfermedades. Bajo estas circunstancias, sería posible producir entre 8.000 y 12.000 kg de MS/ha/año con raigrás, trébol o lotus en gran parte de esta zona. Sin embargo, la disponibilidad de pocas zonas con pendientes menores de 40% limita el alto potencial desde el punto de vista de temperatura y balance hídrico de raigrás, lotus y trébol. Estas áreas son muy pocas, como se puede ver en la Figura 33, y corresponden a las márgenes alrededor de los ríos, especialmente en Oyacachi.

Por debajo de 2.800 msnm, es factible la producción de raigrás solo o mezclado con trébol y lotus, teniendo en cuenta sus requerimientos de grados térmicos. También es factible el crecimiento de kikuyo solo o en combinación con trébol y lotus.

Sin embargo, es muy posible que el nivel de persistencia de la pastura sea mayor para kikuyo que para las otras pasturas, debido a su forma de crecimiento por estolones que le confiere una ventaja en crecimiento sobre los otros pastos. Para asegurar una persistencia larga con raigrás, se requeriría efectuar cortes frecuentes (para evitar el pisoteo del ganado y así evitar daños que no le permitan competir bien con el kikuyo), lo que posiblemente implicaría un manejo no solamente más cuidadoso sino también más costoso de la pastura. Para el pasto kikuyo, se puede esperar una producción de 10.000 kg de MS/ha/año con rotaciones y unos 7.000 kg de MS/ha/año con pastoreo continuo.

Desde el punto de vista de las condiciones de pendiente de esta área, son muy pocas las zonas disponibles con pendientes menores de 40%, lo cual indica que, aunque desde el punto de vista de condiciones climáticas es apta para varias pasturas, solo pocas áreas no tienen limitaciones por pendiente.

En resumen, teniendo en cuenta todos los factores que pueden incidir en el potencial de producción de mejores forrajes en las parroquias de Papallacta y Oyacachi, solo habrían alrededor de 1.548 ha con potencial para producir raigrás con o sin mezcla de trébol y lotus, en un rango de 9.125–14.600 kg MS/ha/año en las zonas por debajo de 3.400 msnm. La distribución espacial de estas zonas se observa en la Figura 34.

## Conclusiones

En conclusión, el análisis de los factores que pueden determinar el crecimiento y desarrollo de forrajes de mejor calidad a los ya existentes en la zona de Papallacta y Oyacachi permite concluir que las posibilidades de incrementar sustancialmente la producción de pasturas son muy pocas en estas dos parroquias. En las zonas más altas (por encima de 3.600 msnm), las heladas reducirían en gran parte la producción potencial máxima de forrajes como la alfalfa. En la zona entre 2.800 y 3.600 msnm y por debajo de 2.800 msnm, aunque las condiciones de temperatura son propicias para el crecimiento de raigrás, trébol, lotus y kikuyo, las condiciones de pendiente en gran parte del territorio limitan su producción intensiva y el pastoreo. Es decir, solo habría pocas áreas en estas zonas con alto potencial.

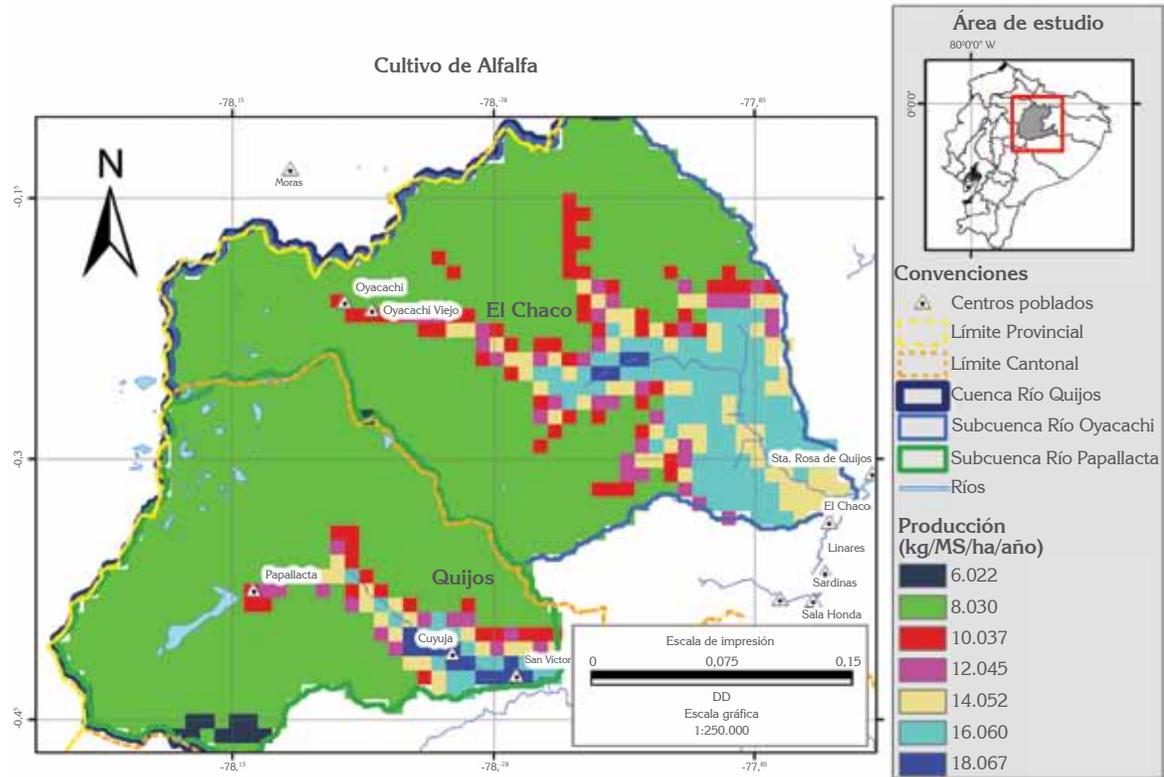


Figura 29. Producción de biomasa de alfalfa en las subcuencas de Papallacta y Oyacachi.

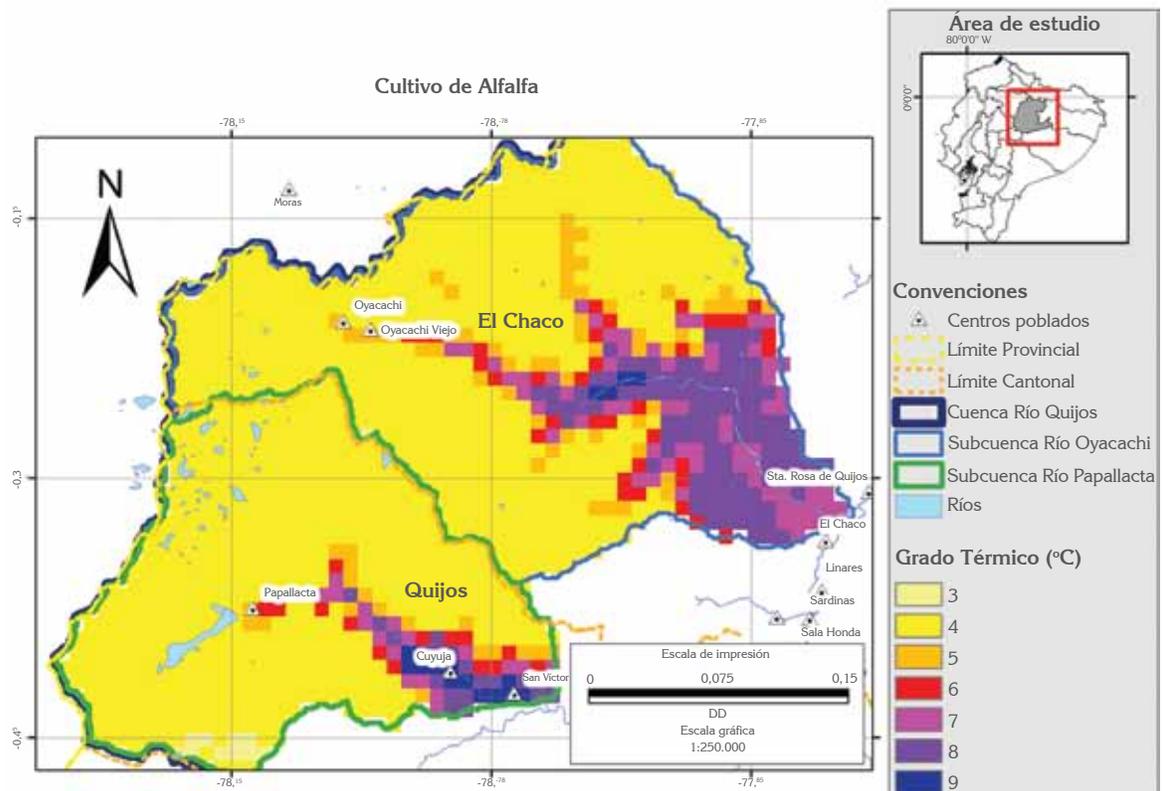


Figura 30. Grados térmicos para alfalfa en las subcuencas de Papallacta y Oyacachi.

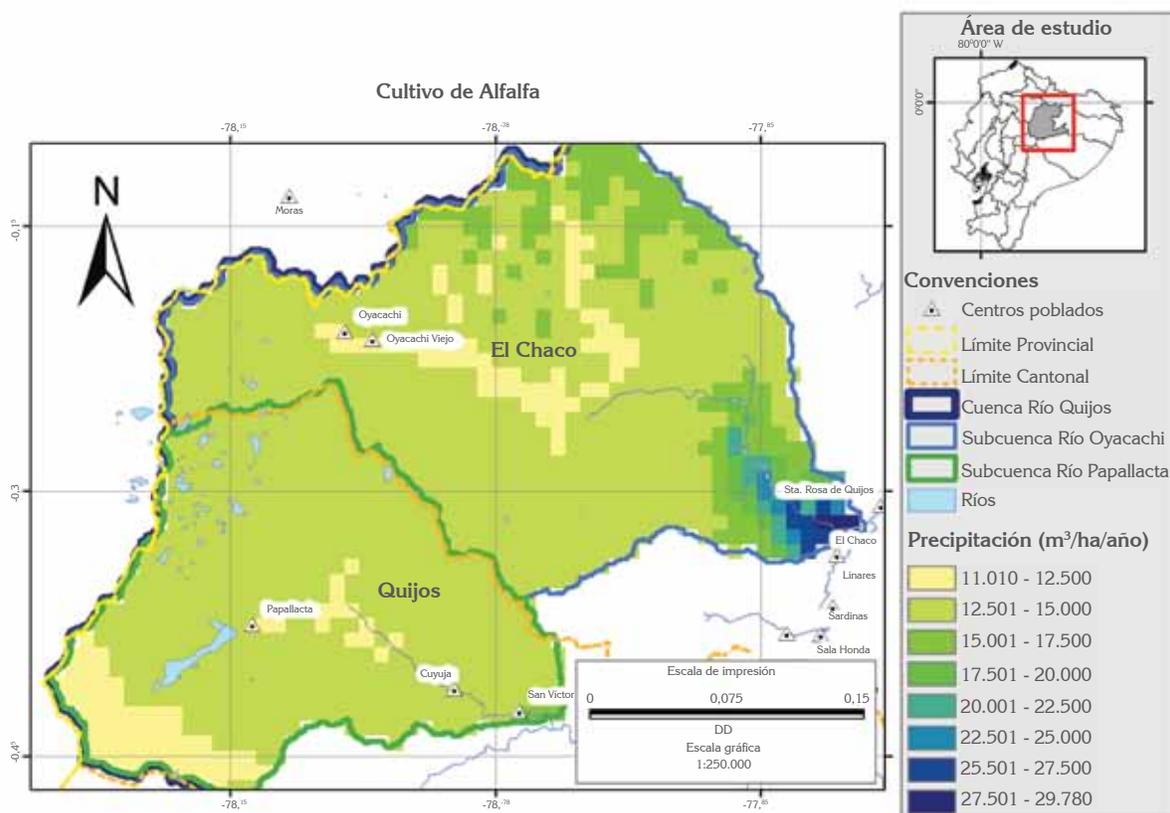


Figura 31. Precipitación anual en la cuenca alta del río Quijos.

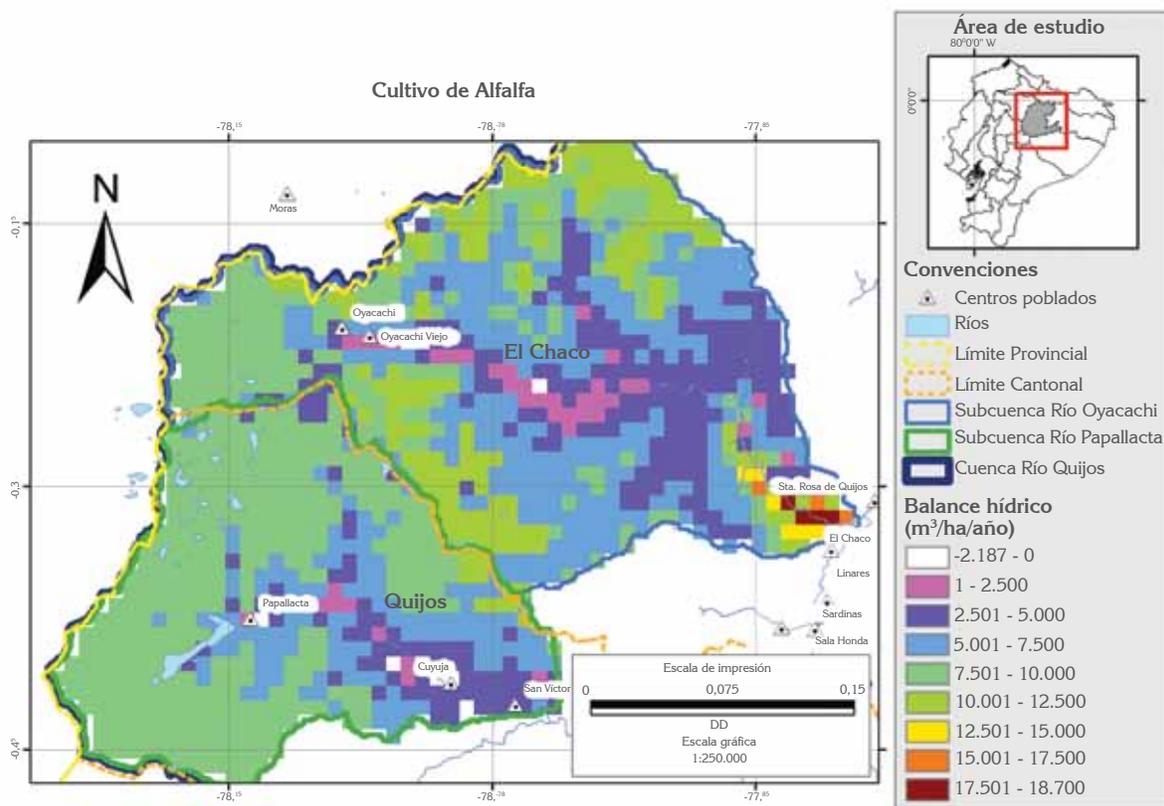


Figura 32. Balance hídrico con cultivo de alfalfa en la cuenca alta del río Quijos.

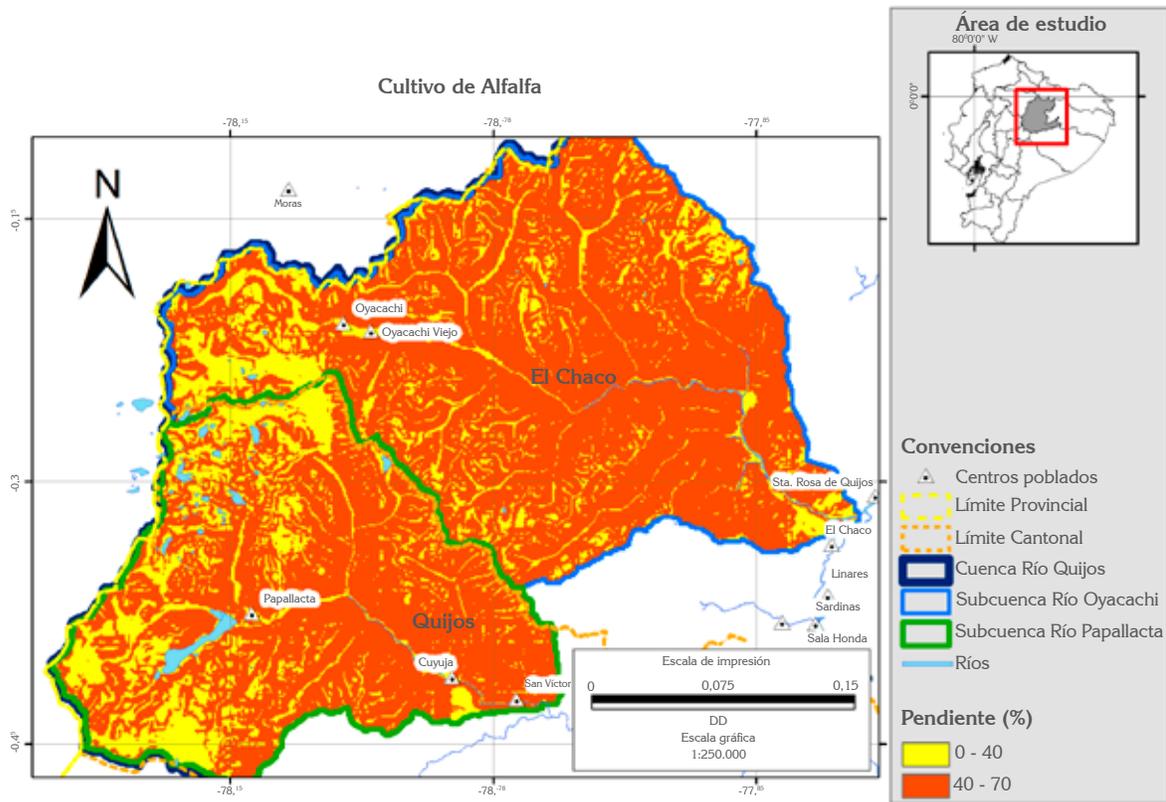


Figura 33. Pendientes.

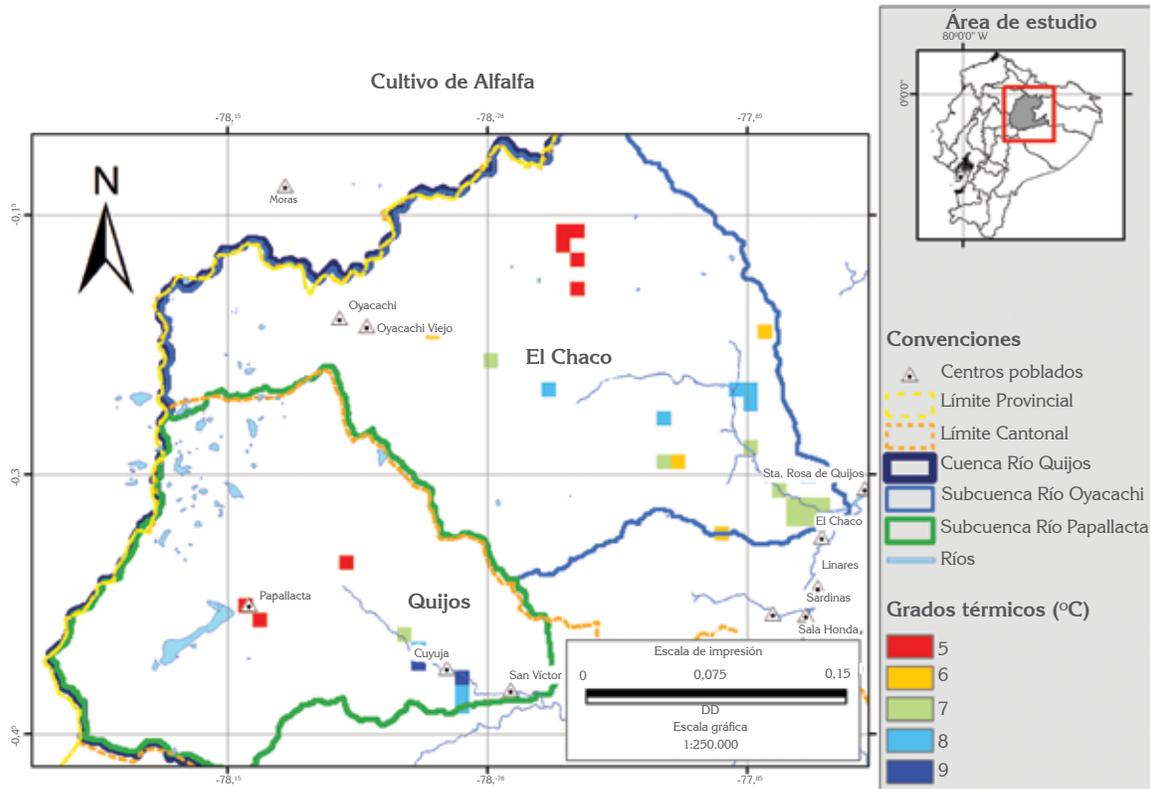


Figura 34. Ubicación espacial de zonas con potencial para mejorar la producción de forraje en las parroquias de Papallacta y Oyacachi.

## Conclusiones y recomendaciones finales

Por medio de los estudios realizados en la primera etapa de este proyecto y con la información recopilada, ha sido posible constatar que la cuenca del río Quijos posee un capital natural importante en la medida que este provee servicios ambientales hidrológicos (SAH) que en su cantidad y calidad benefician a diversos actores en la cuenca. Esta importancia se ve reflejada en la existencia de por lo menos cinco proyectos que usan el recurso hídrico en gran magnitud (incluidos proyectos existentes y previstos) y de seis áreas de conservación natural. Por otro lado, este capital natural contrasta con la baja factibilidad biofísica de actividades agropecuarias y con los altos niveles de pobreza de los pobladores de zonas estratégicas en la provisión de agua para los proyectos mencionados.

Esta situación contrastante pareciese ser el motor tras los actores de la cuenca que ven la posibilidad de recibir retribuciones por el aprovechamiento de los SAH. Sin embargo, estas intenciones son sustentadas con argumentos orientados a demostrar posibles afectaciones negativas de las actividades que utilizan en gran magnitud el agua de la cuenca y no en argumentos que traten de evidenciar las asimetrías económicas y de poder de la cuenca y la necesidad de que, a través del reconocimiento de estos servicios ambientales, estas asimetrías se equilibren mejor. En este sentido, el principal aporte de los estudios aquí presentados es brindar conocimiento para descartar o reforzar algunos de estos argumentos.

Según los hallazgos, es evidente que la cuenca está lejos de sufrir un desabastecimiento de agua en la parte baja por causa de las captaciones en la parte alta. Sin embargo, esto no le resta valor a estas zonas que están beneficiando a la ciudad de Quito y a posibles nuevos proyectos hidroeléctricos. Asimismo, con la información disponible hasta este momento, parece improbable que las nuevas

captaciones proyectadas con el proyecto Ríos Orientales afecten a los caudales del río en la localidad del cantón Quijos al punto de alterar la afluencia de turistas que practican el canotaje. Por otro lado, la información socio-económica de la zona alta, aunque algo desactualizada, muestra condiciones de pobreza por ingresos y consumo que, combinadas con las pocas posibilidades para aumentar la productividad en los sistemas ganaderos, dejan a la población con pocas posibilidades para mejorar su situación por las vías tradicionales de generación de ingresos.

Ante esta situación, se evidencian dos oportunidades para la cuenca del río Quijos que deberían ser parte de los argumentos en torno al posible diseño de un esquema para compartir los beneficios derivados de los SAH y, por qué no, de la estrategia de desarrollo rural de la provincia de Napo, a la cual corresponde esta cuenca. Estas oportunidades son:

El reconocimiento de los beneficios de los SAH que la cuenca alta del río Quijos provee a la ciudad de Quito puede ser la base para estructurar un mecanismo que retribuya estos beneficios y que esta retribución se transforme en opciones reales de desarrollo sostenible para esta zona. Es decir, estas retribuciones no necesariamente deben orientarse a apoyar actividades relacionadas con el uso agropecuario de la tierra ni tampoco deben supeditarse a aquellas que puedan incrementar los SAH (lo cual podría no ser factible), sino más bien a apoyar actividades que puedan tener un efecto importante en el desarrollo sin deteriorar la provisión actual de los SAH. La identificación de las NBI aporta información valiosa al respecto. De esta manera, un mecanismo de este tipo —para compartir los beneficios de los servicios ambientales— propiciaría más equidad, reciprocidad y transferencias de recursos entre

sectores, estimuladas por el reconocimiento de externalidades ambientales positivas que aún no se reconocen en los acuerdos, instituciones o transacciones actuales.

La problemática de la cuenca del río Quijos se ha centrado en gran medida en la relación entre la parte alta de la cuenca y la ciudad de Quito. Sin embargo, los beneficios derivados de los SAH provistos por esta cuenca no son únicamente percibidos por la ciudad de Quito. Existen otros actores que se benefician (o se beneficiarán) significativamente de estos servicios, como son los futuros proyectos hidroeléctricos. En este sentido, y teniendo en cuenta una visión integral de la cuenca, existe una gran oportunidad en propiciar un mecanismo que convoque a varios de estos beneficiarios para que de manera conjunta retribuyan a la cuenca. En esta misma medida, esto requeriría de un plan para toda la cuenca orientado a invertir estas retribuciones en actividades que forjen su desarrollo sostenible, garantizando la conservación de estos SAH.

Estas oportunidades traen consigo grandes retos:

1. Lograr que los actores y tomadores de decisiones de la cuenca conozcan mejor su territorio, en especial sus características hidrológicas.
2. Conseguir que estos actores refinen sus argumentos de negociación con base en los resultados obtenidos en estos estudios, aceptando que no necesariamente deben argumentar supuestos perjuicios para reclamar compensaciones, sino demostrar la importancia de los SAH de la cuenca para otros actores externos y cómo estos SAH constituyen una de las pocas opciones que pueden utilizar como motor de desarrollo.
3. Propiciar un diálogo ecuánime en términos de argumentos, representatividad e información con los actores locales de la cuenca y los beneficiarios de los SAH para explorar la viabilidad de crear un mecanismo para compartir los beneficios de esta cuenca.
4. Identificar alternativas que permitan retribuir a la cuenca sus beneficios, que sean viables para los habitantes, que no vayan en detrimento de los SAH que ella brinda y que promuevan el mejoramiento de sus condiciones de bienestar y la generación de ingresos.

# Anexos

## Anexo 1. Información estadística del modelo Sarima seleccionado

Modelos

(A) ARIMA(0,0,0)x(2,1,2)<sub>12</sub> con constante

(B) ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)<sub>12</sub> con constante

Período de estimación

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	
(A)	16,267	9,40164	20,6085	0,798385	-4,07523	
(B)	15,8733	8,71937	18,676	0,718736	-2,94627	
Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEDIA	VAR
(A)	16,267	OK	*	***	OK	OK
(B)	15,8733	OK	OK	**	OK	OK

Clave

RMSE = Root Mean Squared Error (Raíz del Cuadrado Medio del Error)

RUNS = Prueba corridas excesivas arriba y abajo

RUNM = Prueba corridas excesivas arriba y abajo de la mediana

AUTO = Prueba de Box-Pierce para autocorrelación excesiva

MEDIA = Prueba para diferencia en medias entre la 1ª mitad y la 2ª mitad

VAR = Prueba para diferencia en varianza entre la 1ª mitad y la 2ª mitad

OK = no significativo ( $p \geq 0,05$ )

\* = marginalmente significativo ( $0,01 < p \leq 0,05$ )

\*\* = significativo ( $0,001 < p \leq 0,01$ )

\*\*\* = altamente significativo ( $p \leq 0,001$ )

Resumen de modelo ARIMA

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
AR(1)	0,73493	0,232825	3,15657	0,002434
MA(1)	0,514277	0,294635	1,74547	0,085703
SAR(1)	1,00267	0,0833881	12,0241	0
SAR(2)	-0,675988	0,0601858	-11,2317	0
SMA(1)	1,58411	0,0736801	21,4999	0
SMA(2)	-0,708686	0,0649899	-10,9045	0
Media	1,78804	2,55304	0,700356	0,486243
Constante	0,319125			

## Comparación de modelos

Variable de datos: Col\_1

Número de observaciones = 83

Índice inicial = 2/04

Intervalo de muestra = 1,0 mes

Longitud de la estacionalidad = 12

## Autocorrelaciones estimadas para residuos

Variable de datos: Col\_1

Modelo: ARIMA(1,0,1)x(2,1,2)<sub>12</sub> con constante

Retraso	Autocorrelación	Error Estd.	Límite en 95,0%	
			Inferior	Superior
1	-0,0605655	0,118678	-0,232605	0,232605
2	0,201003	0,119113	-0,233457	0,233457
3	-0,0664832	0,123798	-0,24264	0,24264
4	-0,0345457	0,1243	-0,243624	0,243624
5	0,00067441	0,124435	-0,243888	0,243888
6	-0,0437915	0,124435	-0,243889	0,243889
7	0,0833652	0,124652	-0,244314	0,244314
8	0,0199488	0,125435	-0,245848	0,245848
9	0,050424	0,125479	-0,245935	0,245935
10	-0,0350607	0,125764	-0,246494	0,246494
11	0,128091	0,125902	-0,246764	0,246764
12	-0,508652	0,127724	-0,250335	0,250335
13	-0,0448842	0,153628	-0,301106	0,301106
14	-0,349568	0,153813	-0,301468	0,301468
15	-0,00318772	0,164622	-0,322655	0,322655
16	-0,0977817	0,164623	-0,322656	0,322656
17	-0,0264576	0,165439	-0,324256	0,324256
18	0,0822211	0,165499	-0,324372	0,324372
19	-0,107564	0,166073	-0,325498	0,325498
20	0,0289878	0,167052	-0,327416	0,327416
21	-0,0425585	0,167122	-0,327554	0,327554
22	-0,0357924	0,167275	-0,327853	0,327853
23	-0,140454	0,167383	-0,328065	0,328065

**Anexo 2. Proyecciones a 2050 de flujos de turistas por grupos de deportistas**

Año	Nacionales		Extranjeros		Total
	Novatos	Profesionales	Novatos	Profesionales	
2011	326	81	81	54	543
2012	367	92	92	61	612
2013	401	100	100	67	669
2014	417	104	104	70	695
2015	419	105	105	70	698
2016	421	105	105	70	701
2017	422	106	106	70	704
2018	424	106	106	71	707
2019	426	107	107	71	710
2020	428	107	107	71	713
2021	430	107	107	72	716
2022	432	108	108	72	719
2023	433	108	108	72	722
2024	435	109	109	73	726
2025	437	109	109	73	729
2026	439	110	110	73	732
2027	441	110	110	74	735
2028	443	111	111	74	738
2029	445	111	111	74	741
2030	447	112	112	74	745
2031	449	112	112	75	748
2032	451	113	113	75	751
2033	453	113	113	75	754
2034	455	114	114	76	758
2035	457	114	114	76	761
2036	458	115	115	76	764
2037	460	115	115	77	767
2038	462	116	116	77	771
2039	464	116	116	77	774
2040	466	117	117	78	777
2041	468	117	117	78	781
2042	470	118	118	78	784
2043	473	118	118	79	788
2044	475	119	119	79	791
2045	477	119	119	79	794
2046	479	120	120	80	798
2047	481	120	120	80	801
2048	483	121	121	80	805
2049	485	121	121	81	808
2050	487	122	122	81	812

### Anexo 3. Proyecciones de los ingresos mensuales (en US\$) de las operadoras locales de canotaje por concepto de esta práctica (2011 – 2050)

Canotaje	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
2011	2.100	4.310	1.823	1.492	2.321	1.271	1.492	1.989	2.100	2.210	6.741	2.155
2012	2.542	3.868	1.989	1.658	2.265	1.492	1.823	2.321	2.652	2.763	7.127	3.315
2013	2.928	4.089	2.100	1.713	2.431	1.658	1.934	2.376	2.818	2.928	8.122	3.868
2014	3.039	4.696	2.155	1.823	2.652	1.768	1.934	2.210	2.707	2.818	8.895	3.702
2015	2.984	5.249	2.210	1.879	2.873	1.823	1.934	2.100	2.486	2.707	9.061	3.260
2016	2.996	5.271	2.220	1.887	2.885	1.831	1.942	2.109	2.497	2.719	9.100	3.274
2017	3.009	5.294	2.229	1.895	2.898	1.839	1.950	2.118	2.508	2.731	9.139	3.288
2018	3.022	5.317	2.239	1.903	2.910	1.847	1.959	2.127	2.519	2.742	9.179	3.302
2019	3.035	5.340	2.248	1.911	2.923	1.855	1.967	2.136	2.529	2.754	9.219	3.316
2020	3.049	5.363	2.258	1.919	2.936	1.863	1.976	2.145	2.540	2.766	9.258	3.331
2021	3.062	5.386	2.268	1.928	2.948	1.871	1.984	2.155	2.551	2.778	9.298	3.345
2022	3.075	5.410	2.278	1.936	2.961	1.879	1.993	2.164	2.562	2.790	9.339	3.360
2023	3.088	5.433	2.288	1.944	2.974	1.887	2.002	2.173	2.573	2.802	9.379	3.374
2024	3.102	5.456	2.297	1.953	2.987	1.895	2.010	2.183	2.585	2.814	9.419	3.389
2025	3.115	5.480	2.307	1.961	3.000	1.904	2.019	2.192	2.596	2.827	9.460	3.403
2026	3.128	5.504	2.317	1.970	3.013	1.912	2.028	2.201	2.607	2.839	9.501	3.418
2027	3.142	5.527	2.327	1.978	3.026	1.920	2.036	2.211	2.618	2.851	9.542	3.433
2028	3.155	5.551	2.337	1.987	3.039	1.928	2.045	2.221	2.630	2.863	9.583	3.448
2029	3.169	5.575	2.347	1.995	3.052	1.937	2.054	2.230	2.641	2.876	9.625	3.463
2030	3.183	5.599	2.358	2.004	3.065	1.945	2.063	2.240	2.652	2.888	9.666	3.477
2031	3.197	5.624	2.368	2.013	3.078	1.953	2.072	2.249	2.664	2.901	9.708	3.493
2032	3.210	5.648	2.378	2.021	3.091	1.962	2.081	2.259	2.675	2.913	9.750	3.508
2033	3.224	5.672	2.388	2.030	3.105	1.970	2.090	2.269	2.687	2.926	9.792	3.523
2034	3.238	5.697	2.399	2.039	3.118	1.979	2.099	2.279	2.698	2.938	9.834	3.538
2035	3.252	5.721	2.409	2.048	3.132	1.987	2.108	2.289	2.710	2.951	9.877	3.553
2036	3.266	5.746	2.419	2.056	3.145	1.996	2.117	2.298	2.722	2.964	9.920	3.569
2037	3.280	5.771	2.430	2.065	3.159	2.005	2.126	2.308	2.734	2.977	9.962	3.584
2038	3.294	5.796	2.440	2.074	3.172	2.013	2.135	2.318	2.745	2.989	10.005	3.600
2039	3.309	5.821	2.451	2.083	3.186	2.022	2.145	2.328	2.757	3.002	10.049	3.615
2040	3.323	5.846	2.461	2.092	3.200	2.031	2.154	2.338	2.769	3.015	10.092	3.631
2041	3.337	5.871	2.472	2.101	3.214	2.039	2.163	2.349	2.781	3.028	10.136	3.646
2042	3.352	5.897	2.483	2.110	3.228	2.048	2.172	2.359	2.793	3.041	10.179	3.662
2043	3.366	5.922	2.494	2.119	3.242	2.057	2.182	2.369	2.805	3.055	10.223	3.678
2044	3.381	5.948	2.504	2.129	3.256	2.066	2.191	2.379	2.817	3.068	10.268	3.694
2045	3.395	5.973	2.515	2.138	3.270	2.075	2.201	2.389	2.829	3.081	10.312	3.710
2046	3.410	5.999	2.526	2.147	3.284	2.084	2.210	2.400	2.842	3.094	10.356	3.726
2047	3.425	6.025	2.537	2.156	3.298	2.093	2.220	2.410	2.854	3.108	10.401	3.742
2048	3.440	6.051	2.548	2.166	3.312	2.102	2.229	2.420	2.866	3.121	10.446	3.758
2049	3.454	6.077	2.559	2.175	3.326	2.111	2.239	2.431	2.879	3.135	10.491	3.774
2050	3.469	6.104	2.570	2.184	3.341	2.120	2.249	2.441	2.891	3.148	10.537	3.791

#### Anexo 4. Proyecciones de los ingresos mensuales locales (en US\$) por concepto de otros gastos diferentes al canotaje por parte de turistas que visitan la localidad con el propósito de practicar este deporte (2011 – 2050)

Otros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
2011	1.948	3.998	1.691	1.384	2.153	1.179	1.384	1.845	1.948	2.050	6.253	1.999
2012	2.358	3.588	1.845	1.538	2.101	1.384	1.691	2.153	2.460	2.563	6.611	3.075
2013	2.716	3.793	1.948	1.589	2.255	1.538	1.794	2.204	2.614	2.716	7.534	3.588
2014	2.819	4.356	1.999	1.691	2.460	1.640	1.794	2.050	2.511	2.614	8.251	3.434
2015	2.768	4.869	2.050	1.743	2.665	1.691	1.794	1.948	2.306	2.511	8.405	3.024
2016	2.779	4.890	2.059	1.750	2.677	1.699	1.801	1.956	2.316	2.522	8.441	3.037
2017	2.791	4.911	2.068	1.758	2.688	1.706	1.809	1.964	2.326	2.533	8.478	3.050
2018	2.804	4.932	2.077	1.765	2.700	1.713	1.817	1.973	2.336	2.544	8.514	3.063
2019	2.816	4.953	2.086	1.773	2.711	1.721	1.825	1.981	2.346	2.555	8.551	3.076
2020	2.828	4.975	2.095	1.780	2.723	1.728	1.833	1.990	2.356	2.566	8.588	3.090
2021	2.840	4.996	2.104	1.788	2.735	1.736	1.841	1.999	2.367	2.577	8.625	3.103
2022	2.852	5.018	2.113	1.796	2.747	1.743	1.849	2.007	2.377	2.588	8.662	3.116
2023	2.865	5.040	2.122	1.804	2.759	1.751	1.857	2.016	2.387	2.599	8.700	3.130
2024	2.877	5.061	2.131	1.811	2.770	1.758	1.865	2.025	2.397	2.611	8.737	3.143
2025	2.889	5.083	2.140	1.819	2.782	1.766	1.873	2.033	2.408	2.622	8.775	3.157
2026	2.902	5.105	2.150	1.827	2.794	1.773	1.881	2.042	2.418	2.633	8.813	3.171
2027	2.914	5.127	2.159	1.835	2.806	1.781	1.889	2.051	2.429	2.645	8.851	3.184
2028	2.927	5.149	2.168	1.843	2.819	1.789	1.897	2.060	2.439	2.656	8.889	3.198
2029	2.940	5.172	2.178	1.851	2.831	1.796	1.905	2.069	2.450	2.667	8.928	3.212
2030	2.952	5.194	2.187	1.859	2.843	1.804	1.914	2.078	2.460	2.679	8.966	3.226
2031	2.965	5.216	2.196	1.867	2.855	1.812	1.922	2.087	2.471	2.691	9.005	3.240
2032	2.978	5.239	2.206	1.875	2.868	1.820	1.930	2.096	2.482	2.702	9.044	3.254
2033	2.991	5.262	2.215	1.883	2.880	1.828	1.938	2.105	2.492	2.714	9.083	3.268
2034	3.004	5.284	2.225	1.891	2.892	1.836	1.947	2.114	2.503	2.726	9.122	3.282
2035	3.017	5.307	2.235	1.899	2.905	1.844	1.955	2.123	2.514	2.737	9.162	3.296
2036	3.030	5.330	2.244	1.908	2.918	1.851	1.964	2.132	2.525	2.749	9.201	3.310
2037	3.043	5.353	2.254	1.916	2.930	1.859	1.972	2.141	2.536	2.761	9.241	3.325
2038	3.056	5.376	2.264	1.924	2.943	1.868	1.981	2.150	2.547	2.773	9.281	3.339
2039	3.069	5.399	2.273	1.932	2.955	1.876	1.989	2.160	2.558	2.785	9.321	3.353
2040	3.082	5.423	2.283	1.941	2.968	1.884	1.998	2.169	2.569	2.797	9.361	3.368
2041	3.096	5.446	2.293	1.949	2.981	1.892	2.006	2.178	2.580	2.809	9.402	3.382
2042	3.109	5.470	2.303	1.958	2.994	1.900	2.015	2.188	2.591	2.821	9.442	3.397
2043	3.123	5.493	2.313	1.966	3.007	1.908	2.024	2.197	2.602	2.833	9.483	3.412
2044	3.136	5.517	2.323	1.975	3.020	1.916	2.033	2.207	2.613	2.846	9.524	3.426
2045	3.150	5.541	2.333	1.983	3.033	1.925	2.041	2.216	2.625	2.858	9.565	3.441
2046	3.163	5.565	2.343	1.992	3.046	1.933	2.050	2.226	2.636	2.870	9.607	3.456
2047	3.177	5.589	2.353	2.000	3.059	1.941	2.059	2.236	2.647	2.883	9.648	3.471
2048	3.191	5.613	2.363	2.009	3.072	1.950	2.068	2.245	2.659	2.895	9.690	3.486
2049	3.204	5.637	2.374	2.018	3.086	1.958	2.077	2.255	2.670	2.908	9.732	3.501
2050	3.218	5.662	2.384	2.026	3.099	1.967	2.086	2.265	2.682	2.920	9.774	3.516

### Anexo 5. Cambio en las probabilidades de los rangos de los niveles del río Quijos con la entrada en operación de los diferentes puntos de captación del proyecto Ríos Orientales

Mes	Línea base				2015				2020			
	0,0-0,5	>0,5-1,0	>1,0-1,2	>1,2	0,0-0,5	>0,5-1,0	>1,0-1,2	>1,2	0,0-0,5	>0,5-1,0	>1,0-1,2	>1,2
	%				%				%			
Ene	28,57	46,94	8,16	16,33	28,57	46,94	8,16	16,33	28,57	46,94	8,16	16,33
Feb	21,15	59,62	7,69	11,54	21,15	59,62	7,69	11,54	21,15	59,62	7,69	11,54
Mar	45,10	39,22	5,88	9,80	45,10	39,22	3,92	11,76	45,10	39,22	3,92	11,76
Abr	12,28	54,39	10,53	22,81	14,04	52,63	10,53	22,81	14,04	52,63	10,53	22,81
May	3,45	67,24	8,62	20,69	3,45	67,24	8,62	20,69	3,45	67,24	8,62	20,69
Jun	0,00	33,33	10,53	56,14	0,00	33,33	12,28	54,39	0,00	33,33	12,28	54,39
Jul	0,00	10,00	53,33	36,67	0,00	12,90	51,61	35,48	0,00	12,90	51,61	35,48
Ago	13,33	58,33	18,33	10,00	13,33	58,33	18,33	10,00	13,33	58,33	18,33	10,00
Sept	36,73	36,73	14,29	12,24	30,51	47,46	11,86	10,17	30,51	47,46	11,86	10,17
Oct	23,08	61,54	5,77	9,62	23,08	61,54	5,77	9,62	23,08	63,46	3,85	9,62
Nov	34,29	57,14	8,57	0,00	34,29	57,14	8,57	0,00	34,29	57,14	8,57	0,00
Dic	50,00	30,00	20,00	0,00	50,00	30,00	20,00	0,00	50,00	30,00	20,00	0,00

Mes	2025				2030				2040			
	0,0-0,5	>0,5-1,0	>1,0-1,2	>1,2	0,0-0,5	>0,5-1,0	>1,0-1,2	>1,2	0,0-0,5	>0,5-1,0	>1,0-1,2	>1,2
	%				%				%			
Ene	28,6	46,9	8,2	16,3	30,6	44,9	8,2	16,3	30,6	44,9	8,2	16,3
Feb	21,2	59,6	7,7	11,5	21,2	59,6	7,7	11,5	21,2	59,6	7,7	11,5
Mar	45,1	39,2	3,9	11,8	49,0	35,3	3,9	11,8	49,0	35,3	3,9	11,8
Abr	14,0	52,6	10,5	22,8	17,5	49,1	10,5	22,8	17,5	50,9	8,8	22,8
May	3,4	67,2	8,6	20,7	5,2	65,5	8,6	20,7	5,2	67,2	6,9	20,7
Jun	0,0	33,3	12,3	54,4	0,0	33,3	12,3	54,4	0,0	35,1	10,5	54,4
Jul	0,0	12,9	51,6	35,5	0,0	16,1	48,4	35,5	0,0	16,1	48,4	35,5
Ago	13,3	58,3	18,3	10,0	13,3	58,3	18,3	10,0	15,0	60,0	15,0	10,0
Sept	30,5	47,5	11,9	10,2	32,2	45,8	11,9	10,2	32,2	45,8	11,9	10,2
Oct	23,1	63,5	3,8	9,6	28,8	57,7	3,8	9,6	28,8	57,7	3,8	9,6
Nov	34,3	57,1	8,6	0,0	34,3	57,1	8,6	0,0	34,3	57,1	8,6	0,0
Dic	50,0	30,0	20,0	0,0	50,0	30,0	20,0	0,0	50,0	30,0	20,0	0,0

**Anexo 6. Listado de variables y comunalidades**

<b>N</b>	<b>Nombre de la variable</b>	<b>Comunalidad</b>
1	Altitud (msnm)	0,726
2	Población total (n)	0,967
3	Población rural (%)	0,898
4	PEA Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (%)	0,989
5	PEA Industrias manufactureras (%)	0,988
6	PEA Construcción (%)	0,942
7	PEA Comercio al por mayor y al detal (%)	0,964
8	PEA Transporte y almacenamiento (%)	0,907
9	PEA Actividades de alojamiento y servicio de alimentación (%)	0,958
10	PEA Administración pública y defensa (%)	0,966
11	PEA Enseñanza y actividades de la atención de la salud humana (%)	0,947
12	PEA Otros / No declarado (%)	0,972
13	Área del distrito (Km <sup>2</sup> )	0,980
14	Incidencia de pobreza por NBI (%)	0,999
15	Analfabetismo (%)	0,946
16	Secundaria completa (19 años) (%)	0,959
17	Tasa médicos por 10.000 habitantes (n)	0,928
18	Tasa de natalidad (%)	0,976
19	Hogares hacinados (%)	0,980
20	Viviendas con acceso a red de alcantarillado (%)	0,937
21	Gini 2006 (n)	0,985
22	Incidencia de trabajo infantil (%)	0,990
23	Hogares con acceso a servicio telefónico convencional (%)	0,920
24	Hogares con vivienda propia (%)	0,966
25	Tasa global de participación laboral (%)	0,918
26	Tamaño hogar (n)	0,946

## Anexo 7. Extracción de factores

Componente	Varianza total explicada					
	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	9,482	36,47	36,47	9,482	36,47	36,47
2	5,458	20,991	57,461	5,458	20,991	57,461
3	3,048	11,725	69,186	3,048	11,725	69,186
4	<b>2,531</b>	<b>9,735</b>	<b>78,921</b>	<b>2,531</b>	<b>9,735</b>	<b>78,921</b>
5	1,666	6,408	85,329	1,666	6,408	85,329
6	1,381	5,31	90,639	1,381	5,31	90,639
7	1,088	4,185	94,824	1,088	4,185	94,824
8	0,638	2,454	97,278			
9	0,376	1,448	98,725			
10	0,229	0,881	99,607			
11	0,102	0,393	100			
12	1,74E-15	6,71E-15	100			
13	7,26E-16	2,79E-15	100			
14	5,02E-16	1,93E-15	100			
15	3,86E-16	1,48E-15	100			
16	2,91E-16	1,12E-15	100			
17	2,48E-16	9,53E-16	100			
18	1,75E-16	6,74E-16	100			
19	8,86E-17	3,41E-16	100			
20	-5,32E-17	-2,05E-16	100			
21	-8,92E-17	-3,43E-16	100			
22	-1,29E-16	-4,96E-16	100			
23	-3,13E-16	-1,20E-15	100			
24	-3,91E-16	-1,50E-15	100			
25	-6,39E-16	-2,46E-15	100			
26	-7,41E-16	-2,85E-15	100			

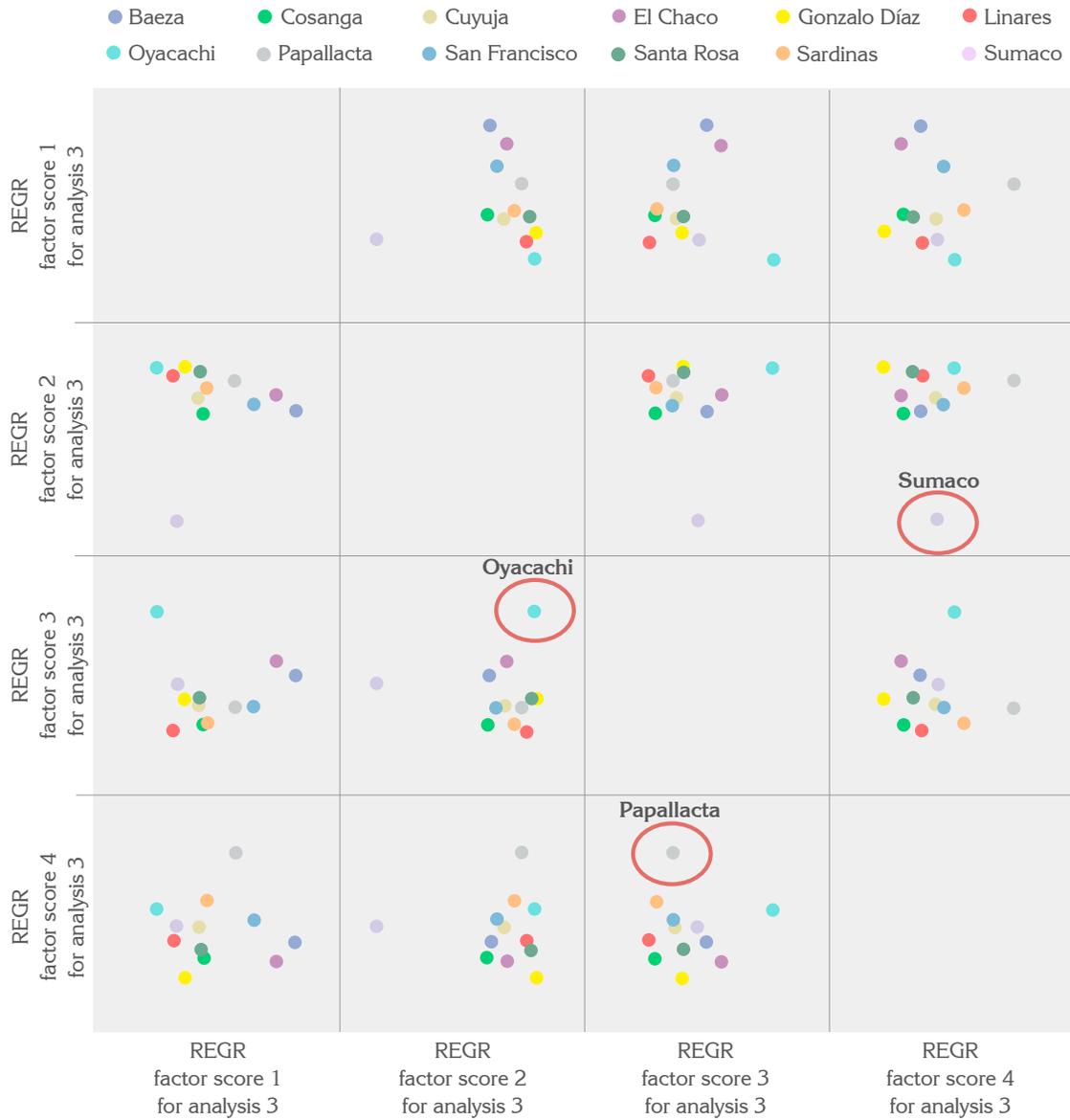
**Anexo 8. Matriz de componentes principales<sup>a</sup>**

Variables	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
Altitud (msnm)				0,575			
Población total (n)	0,765						
Población rural (%)	-0,788						
PEA Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (%)	-0,778						
PEA Industrias manufactureras (%)			0,8				
PEA Construcción (%)						0,732	
PEA Comercio al por mayor y al detal (%)	0,95						
PEA Transporte y almacenamiento (%)				0,604			
PEA Actividades de alojamiento y servicio de alimentación (%)	0,585						
PEA Administración pública y defensa (%)	0,791						
PEA Enseñanza y actividades de la atención de la salud humana (%)	0,773						
PEA Otros / No declarado (%)		-0,877					
Área del distrito (Km <sup>2</sup> )					0,709		
Incidencia de pobreza por NBI (%)	-0,876						
Analfabetismo (%)	-0,819						
Secundaria completa (19 años) (%)					0,594		
Tasa médicos por 10.000 habitantes (n)	0,649					-0,632	
Tasa de natalidad (%)		-0,928					
Hogares hacinados (%)		0,838					
Viviendas con acceso a red de alcantarillado (%)	0,63		0,684				
Gini 2006 (n)	0,739						
Incidencia de trabajo infantil (%)		-0,826					
Hogares con acceso a servicio telefónico convencional (%)	0,949						
Hogares con vivienda propia (%)		0,639					
Tasa global de participación laboral (%)		-0,565					
Tamaño hogar (n)			0,557	0,687			

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. Siete componentes extraídos, con selección de cargas mayores a 0,55.

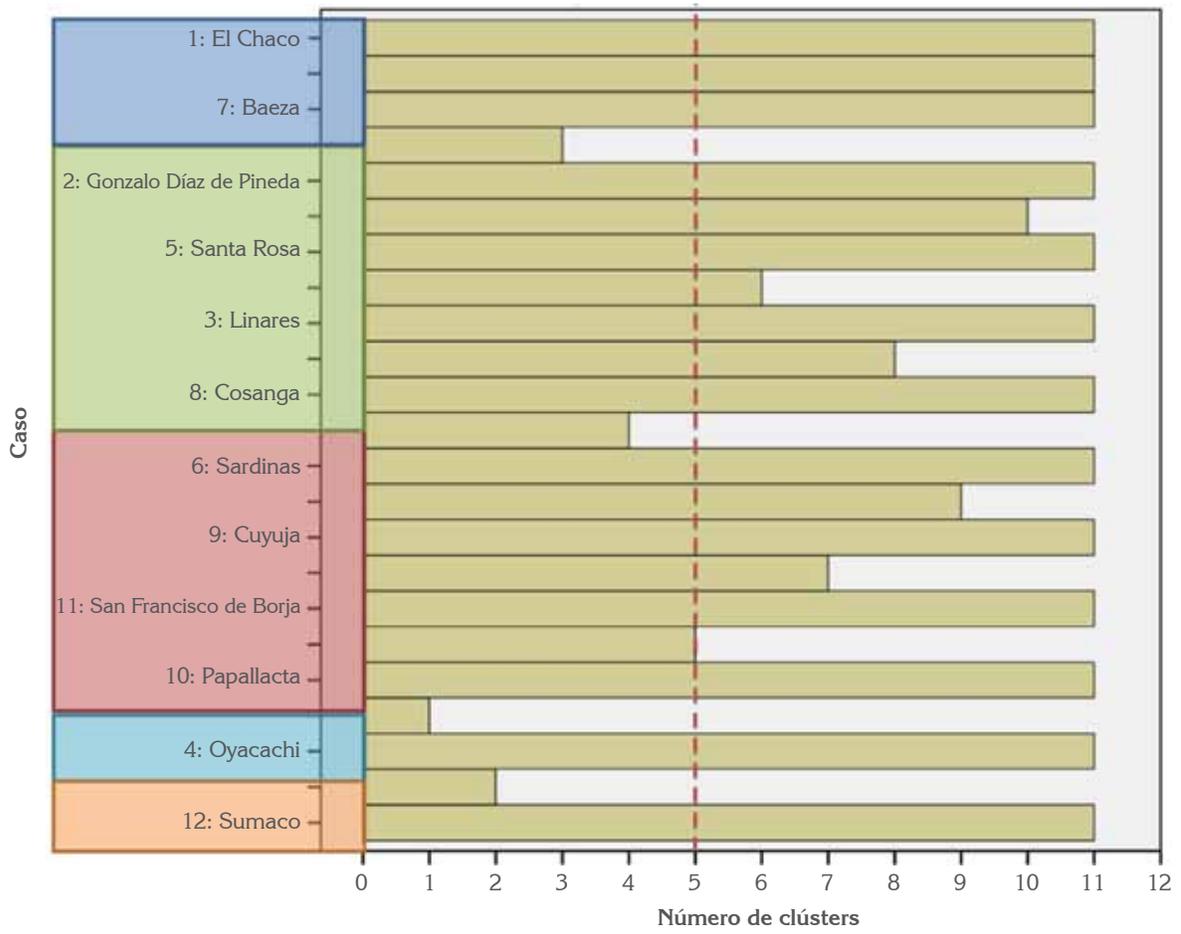
### Anexo 9. Análisis exploratorio de clústers con factores 1, 2, 3 y 4



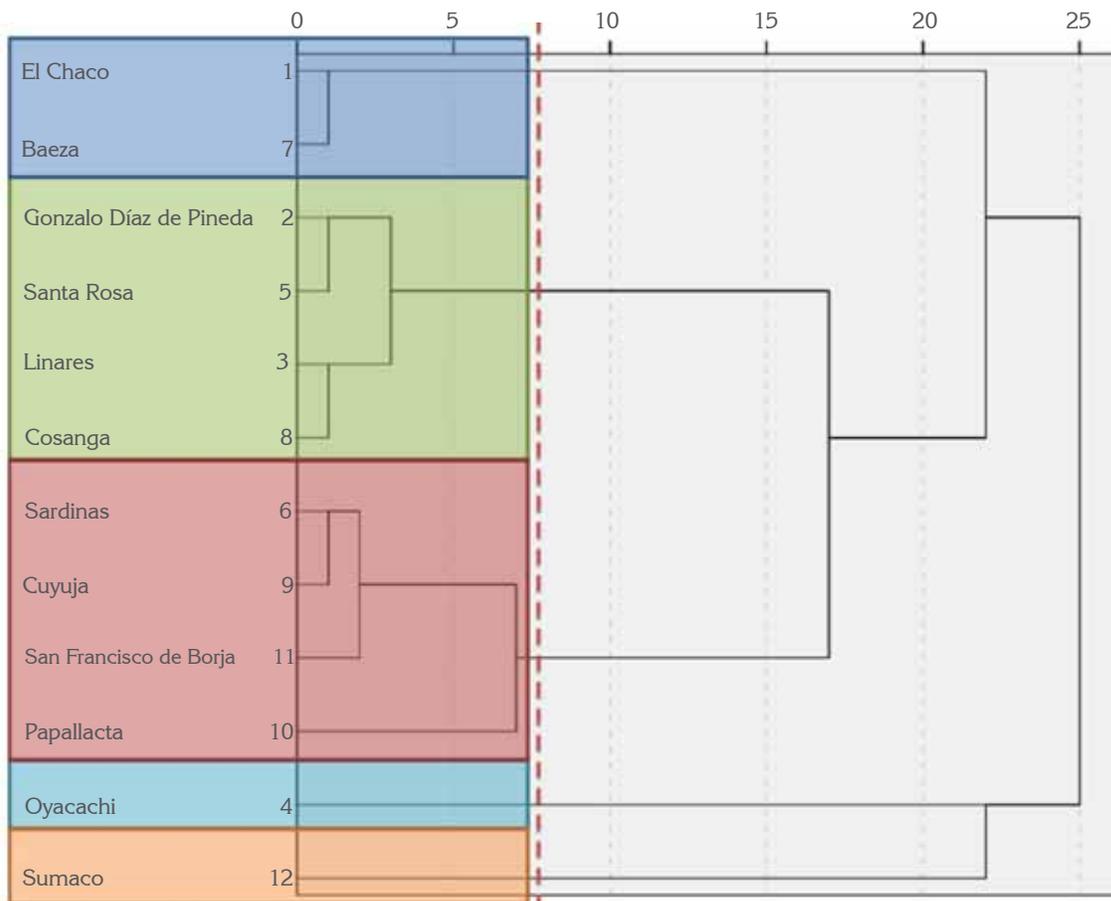
### Anexo 10. Historial de conglomeración

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa	Delta
	Conglomerado 1	Conglomerado 2		Conglomerado 1	Conglomerado 2		
1	1	7	0,428	0	0	9	
2	2	5	0,864	0	0	6	0,44
3	6	9	1,393	0	0	5	0,53
4	3	8	2,196	0	0	6	0,80
5	6	11	3,249	3	0	7	1,05
6	2	3	4,611	2	4	8	1,36
7	6	10	7,566	5	0	8	2,95
8	2	6	14,725	6	7	9	7,16
9	1	2	23,885	1	8	11	9,16
10	4	12	33,268	0	0	11	9,38
11	1	4	44,000	9	10	0	10,73

### Anexo 11a. Dendrograma que utiliza vinculación de Ward



### Anexo 11b. Dendrograma que utiliza vinculación de Ward



**Anexo 11c. Detalle de clústers estimados**

Clúster	Parroquia	Cantón	Rural/Urbana	Altitud (msnm)
1	Baeza	Quijos	Urbana (cabecera cantonal)	1.960
1	El Chaco	El Chaco	Urbana (cabecera cantonal)	1.640
2	Cosanga	Quijos	Rural	1.930
2	Gonzalo Díaz de Pineda	El Chaco	Rural	1.440
2	Linares	El Chaco	Rural	1.630
2	Santa Rosa	El Chaco	Rural	3.050
3	Oyacachi	El Chaco	Rural	3.200
4	Cuyuja	Quijos	Rural	2.380
4	Papallacta	Quijos	Rural	3.150
4	San Francisco de Borja	Quijos	Rural	1,783
4	Sardinas	El Chaco	Rural	2.350
5	Sumaco	Quijos	Rural	1.180

**Anexo 12. Medias de variables descriptivas de conglomerados/clústers**

Tipo	Variable	Unidad	Clústers					Promedio total
			1	2	3	4	5	
Totales	Hogares	n	873	173	122	263	10	302
	Viviendas	n	869	172	122	261	10	300
Población	Población total	n	3381	623	620	1068	39	1182
	Población rural	%	14,8	100	100	100	100	85,8
	Afroecuatoriana	%	3,9	2,2	0,8	3,6	-	2,6
	Blanca	%	3,5	2,6	0,5	3,9	5,1	3,2
	Indígena	%	5,5	6,2	92,6	6,3	33,3	15,6
	Mestizo	%	85,8	87,5	4,4	85	61,5	77,3
	Montubia	%	0,9	1,5	-	1	-	1
	Otros	%	0,4	0,1	1,8	0,3	-	0,3
	Tasa de dependencia por edad	%	63,2	73,2	73,2	59,3	56	65,5
Pobreza	Incidencia de pobreza por NBI	%	47,6	86,5	78,7	75,1	100	76,7
	Incidencia de pobreza extrema por NBI	%	10,1	28,9	23,3	19,6	12,82	0,8
	Gini (2006)	n	0,47	0,39	0,27	0,36		0,38
Empleo	Población económicamente Activa – PEA	n	1517	278	307	522	23	547
	Población en edad de trabajar – PET	n	2622	474	466	843	32	918
	Tasa bruta de participación laboral	%	45,9	46,4	49,5	48,6	59	48,4
	Tasa global de participación laboral	%	58,7	60,6	65,9	61,1	71,9	61,8
	PEA Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	%	20,5	58,9	57,6	34,5	30,4	41,9
	PEA Industrias manufactureras	%	5,3	3,4	15,5	3,4	13	5,5
	PEA Construcción	%	6,2	5,6	6,5	4,3	4,3	5,3
	PEA Comercio al por mayor y al detal	%	12,2	3,2	1,9	6,6	-	5,5
	PEA Transporte y almacenamiento	%	4,2	2,2	0,3	6,7	-	3,7
	PEA Actividades de alojamiento y servicio de alimentación	%	7,7	3,4	0,6	6,9	-	4,7
	PEA Administración pública y defensa	%	10,9	6,6	1	7,9	-	6,7
	PEA Enseñanza y actividades de atención a la salud humana	%	10,7	3,5	4,5	6,9	8,7	
	PEA Otros / No declarado	%	22,5	13,4	12,1	23	43,5	20,5

(Continúa)

## Anexo 12. Continuación.

Tipo	Variable	Unidad	Clústers					Promedio total
			1	2	3	4	5	
Desarrollo Infantil	Incidencia de trabajo infantil	%	6	8	17,6	6,8	41,7	10,9
	Niños menores de 5 años no registrados en el registro civil (partida de nacimiento o cédula de identidad)	%	7,1	7,8	12,7	6,3	-	7
	Niños pobres por NBI	n	212	63	64	77	5	88
	Tasa de cobertura de centros de desarrollo infantil	%	61,3	57,5	35,6	53,9	60	55,3
Educación	Analfabetismo	%	4,9	9,3	13,8	5,3	7,7	7,5
	Educación básica completa	%	57,8	35,8	42,8	50,8	25	44,1
	Educación básica completa (16 años y más)	%	73,7	48,9	66,7	65,6	-	56
	Madres jóvenes con secundaria completa	%	48,8	33,8	34	50,7	16,7	40,5
	Nivel de escolaridad	Años	9,8	7,5	7	9,3	7	8,4
	Secundaria completa	%	45,1	24,2	25,1	39,8	11,1	31,8
	Secundaria completa (19 años)	%	50,7	38,8	70	38,8	-	40,2
	Tasa de asistencia neta bachillerato	%	67,3	42,6	51,4	55,3	50	52,3
	Tasa de asistencia neta básica	%	95,6	94	95,2	94,3	87,5	93,9
	Tasa de asistencia neta superior	%	20,8	7,3	7,1	22,4	20	15,6
Salud	Tasa médicos por 10.000 habitantes	%	104	15,7	16,1	12,6	-	28,1
	Población con discapacidad	%	5,1	6,6	10	6,3	5,1	6,4
	Tasa de natalidad	%	21,8	23,7	24,8	17,7	78,1	26
	Tasa global de fecundidad	%	2,5	5,7	2,4	2,2	4,2	3,6
Vivienda	Hogares con acceso a servicio telefónico convencional	%	42,2	9,3	-	24,3	-	18,2
	Hogares con vivienda propia	%	57,6	67,1	91,8	66	50	65,8
	Hogares hacinados	%	11,3	15,9	21,3	11,3	-	12,7
	Tamaño hogar	n	3,8	3,6	5,1	4,2	3,9	4
	Viviendas con acceso a agua por red pública dentro de la vivienda	%	69,1	20	42,6	37,1	20	35,8
	Viviendas con acceso a red de alcantarillado	%	85,4	41,9	73	52	60	56,6
	Viviendas con acceso a sistemas de eliminación de excretas	%	93	73,5	92,6	73,7	60	77,3
	Viviendas con pared adecuada	%	99,5	97,7	98,4	100	100	99
	Viviendas con piso adecuado	%	98,1	96,4	94,3	96,8	100	96,9
	Viviendas con techo adecuado	%	99,5	98,4	97,5	99,1	100	98,9
Otros	Altitud	msnm	1.800	2.013	3.200	2.416	1.180	2.141
	Área de la parroquia	Km <sup>2</sup>	123,8	711	851,1	220,1	254,1	423,1

FUENTE: Elaborado con datos del Censo 2010 (Siise).

## Anexo 13. Distribución del ingreso en Papallacta y Oyacachi

Se han encontrado tres fuentes de información sobre los ingresos del territorio de análisis: la línea de base de Conrado y Oña (2009) y el documento “Nivel de ingresos en Papallacta y Oyacachi” (Estrada, 2011), que estima los ingresos a partir de las actividades ganaderas, que son la principal fuente de ingresos de las actividades de producción agropecuarias en ambas parroquias. Lamentablemente, solo existe información de las dos fuentes para Papallacta, lo que limita la comparación. En los siguientes cuadros, se trata de resumir dicha información.

Cuadro 1. Distribución de la PEA según rangos de ingresos en Papallacta

Rangos US\$	Casos	%
20–100	33	12,89
101–200	36	14,06
201–300	113	44,14
301–400	23	8,98
401–600	26	10,16
601–1000	21	8,20
1001–1200	4	1,56
<b>Total PEA</b>	<b>256</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Elaborado con información de Conrado y Oña (2009).

Los datos de distribución de los ingresos que reportan Conrado y Oña (2009) corresponden a ingresos mensuales que se registran en un rango entre US\$20 y \$1200. La concentración del ingreso se da en los tres primeros rangos que establecen un ingreso mensual entre US\$20 y \$300, bajo cuyo nivel se sitúa el 71% de la PEA de Papallacta. Como el 24% de la PEA se dedica a actividades agrícolas y ganaderas (Conrado y Oña, 2009), es posible que una alta proporción de los productores agropecuarios estén en los rangos más bajos de ingresos mensuales.

A partir de los datos del censo de vacunación de aftosa y del censo agropecuario reportados por Estrada (2011), se estimaron rangos de ingresos de los productores lecheros en las parroquias de Papallacta y de Oyacachi, los cuales se presentan en los siguientes dos cuadros:

Cuadro 2. Distribución de los ingresos anuales según niveles para los productores lecheros de Papallacta.

Nivel de ingresos US\$	Número de casos	%
132–2000	27	33,3
2001–4000	19	23,5
4001–8000	19	23,5
8001–16000	13	16,1
16001–24000	1	1,2
24001–32000	1	1,2
32001–37164	1	1,2
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100,0</b>

FUENTE: Elaborado con información del censo de vacunación de aftosa (Estrada, 2011).

Cuadro 3. Distribución de los ingresos anuales según niveles para los productores lecheros de Oyacachi.

Nivel de ingresos US\$	Número de casos	%
306–900	19	30,6
901–1800	29	46,8
1801–2700	8	12,9
2701–3600	5	8,1
3601–4284	1	1,6
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100,0</b>

FUENTE: Elaborado con información del censo de vacunación de aftosa (Estrada, 2011).

Hay varios puntos que llaman la atención de los dos cuadros anteriores. En primer lugar, las inmensas diferencias en los rangos de ingresos entre las dos parroquias. Ciertamente son fuentes de información diferentes utilizadas por Estrada para realizar los cálculos de ingresos y también existe una amplia diferencia entre el tamaño del ható en las dos parroquias; sin embargo, la información disponible no permite una propuesta razonable que ayude a entender estas grandes diferencias.

En segundo lugar, los rangos de ingresos más bajos incluyen proporciones grandes de productores (más del 75% en ambos lugares), pero con diferencias muy sustantivas, a pesar de mostrar una dedicación a las actividades de producción

primarias muy decidida y de proporciones relativamente similares en ambas parroquias.

Si bien la información disponible es bastante limitada, queda la posibilidad de que las actividades rurales no agropecuarias contribuyan a aumentar las diferencias en los rangos y promedio de ingresos en las dos parroquias. A pesar que en ambas existe un crecimiento por turismo receptivo, la posición de entrada hacia la Amazonia que tiene Papallacta y un mayor tamaño relativo de la población pudieran influir en los flujos de ingresos de la población.

En el caso específico de los productores de Papallacta, el 80% recibe ingresos de hasta US\$8000/año. Aunque la comparación no es confiable, un promedio bruto a partir de estas cifras sería mucho mayor que el que puede derivarse de la información de la línea de base del 2009, en valores nominales del ingreso. El rango entre \$8001 y \$16000 por año no es menor en el caso de Papallacta y se ha separado de la proporción anterior para tratar de hacer un rango comparable al menos por las proporciones de productores.

Como se ha mencionado, los niveles de ingresos son bastante menos elevados en Oyacachi, tanto en la conformación de los rangos como en los valores extremos de los ingresos de los productores. De hecho los rangos inferiores (menos de US\$1800/año) resultan en ingresos promedio mensuales muy bajos, que podrían estar bajo la línea de indigencia, aun bajo estándares poco elaborados y representativos como los del Banco Mundial de \$1 y \$2 de 1995.

Dadas las limitaciones de información disponible y las diferencias con Papallacta, podría pensarse en

algún grado de subestimación en los ingresos de Oyacachi, pero no hay datos disponibles que soporten esta idea. Por otra parte, con capacitación recibida del Fonag se dice que los 530 habitantes de la zona obtienen un 40% de sus ingresos de la producción artesanal; el resto, de la agricultura (El País, 2005). Esta es una actividad rural no agropecuaria que puede ser importante en la estructura de los ingresos de los pobladores de Oyacachi, pero lamentablemente no hay más información específica.

Con la información disponible, Estrada (2011) hace una estimación del capital por concepto de ganadería, que relaciona con los ingresos, pero solamente para Papallacta, porque no existe la misma base de información para Oyacachi.

Cuadro 4. Distribución del capital de ganadería según el nivel de ingresos de Papallacta (US\$).

Nivel de ingresos	Capital de ganadería
132–2000	1920,4
2001–4000	4673,7
4001–8000	7460,5
8001–16000	14934,6
16001–24000	29500,0
24001–32000	45000,0
32001–37164	49250,0

FUENTE: Elaborado con información del censo de vacunación de aftosa (Estrada, 2011).

Se observa una relación bastante clara que señala que los niveles de ingresos de los productores aumentan con el capital de ganadería que tienen, especialmente en los tres primeros rangos de ingresos que, como se ha comentado, agrupan la mayoría de los productores.

# Referencias bibliográficas

- Arnold CY. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 74:430–445.
- Arnold JG; Williams JR. 1987. Validation of SWRRB: Simulator for water resources in rural basins. *Journal of Water Resources Planning and Management* 113(2):243–256.
- Arnold JG; Srinivasan R; Muttiah RS; Williams JR. 1998. Large area hydrologic modeling and assessment. Part I: Model development. *Journal of the American Water Resources Association* 34(1):73–89.
- Ayabaca EJ; De la Cruz JA. 2007. Informe global de los estudios de prefactibilidad del proyecto Ríos Orientales. Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q), Quito, Ecuador.
- Bustos-Lara C. 2006. Análisis de la gestión del desarrollo local del Gobierno municipal del Chaco en los últimos cinco años. Trabajo de tesis Especialización en Gestión del Desarrollo Local. Programa de Políticas Públicas y Gestión. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), Quito, Ecuador. 67 p.
- Celis X; Escobar G. 2012. Caracterización de Parroquias en la cuenca del río Quijos, Ecuador. Rimisp, Santiago, Chile.
- Cepeige (Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas). 2006. Atlas del Cantón Quijos, Quito, Ecuador.
- CESA; Fonag (Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas; Fondo para la Protección del Agua). 2006. Conservación del agua y tecnificación de la producción en Papallacta y Oyacachi, Compartiendo experiencia No. 4. Quito. Ecuador.
- Chiriboga M; Wallis B. 2010. Diagnóstico de la pobreza rural en Ecuador y respuestas de política pública. Documento preparado para ser distribuido en la reunión de conformación del Grupo de Trabajo sobre Pobreza Rural. Proyecto Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo. Rimisp, Santiago, Chile.
- Cismil (Centro de Investigaciones Sociales del Milenio). 2007. II Informe Nacional de los Objetivos de Desarrollo del Milenio – Ecuador 2007. Alianzas para el Desarrollo. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) y Gobierno Nacional del Ecuador. 332 p. Disponible en: [www.undp.org.ec/odm/2InformeNacional.html](http://www.undp.org.ec/odm/2InformeNacional.html)
- Conrado DM; Oña AM. 2009. Plan de desarrollo local de la Parroquia Papallacta, Cantón Quijos, Provincia de Napo. Plan de tesis previo a la obtención del título de Ingeniería en Finanzas.
- El País. 2005. Oyacachi cuida las fuentes hídricas. 14 de julio. Quito, Ecuador.
- Efficacitas. 2009. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo. Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair. COCASINCLAIR S. A. Efficacitas Consultora Cia. Ltda. Quito. Ecuador.
- Entrix. 2008. Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair. Estudio de Impacto Ambiental Preliminar. Elaborado para Termopichincha. Quito. Ecuador.
- Escobar G; Berdegué J. 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: La experiencia de Rimisp. En: Escobar G; Berdegué J. eds. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Rimisp/GIA, Santiago de Chile. 284 p. Disponible en: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/3969/1/49675.pdf>
- Estrada RD. 2011. Nivel de ingresos en Papallacta y Oyacachi. Reporte Interno. Proyecto CIAT-CPWF: Assessing and anticipating the consequences of introducing benefit-sharing mechanisms. Cali, Colombia.
- Estrada RD; Uribe N. 2009. Incremento de la productividad lechera: Un mecanismo eficiente para proteger los páramos. El caso de Tungurahua. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ, actualmente GIZ). Quito, Ecuador. 65 p.
- Flórez A. 2001. Producción lechera en la irrigación de Majes-Arequipa. Un sistema de alimentación para vacas lecheras en áreas de irrigación. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 12(2):14–20. Disponible en: [www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a03v12n2.pdf](http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a03v12n2.pdf)

- Fonag; CESA; TNC (Fondo para la Protección del Agua; Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas; The Nature Conservancy). 2004. Fortalecimiento de las actividades económicas sustentables en Papallacta y Oyacachi para la protección de los recursos hídricos de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca (Recay). Perfiles de proyectos presentados a la Fonag y TNC para operativizar la ejecución de proyectos en el primer año. Quito, Ecuador. 22 p.
- Gilmore EC; Rogers JS. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agronomy Journal* 50(10):611–615.
- Gobierno municipal de Quijos. [s.f.]. Plan de desarrollo estratégico de Quijos.
- Gobierno municipal del cantón El Chaco. [s.f.]. Plan de desarrollo cantón El Chaco.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2001. VI Censo de población y V de vivienda. Quito, Ecuador.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2006. Encuesta de Condiciones de Vida, ECV. Quito, Ecuador.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2010. Censo nacional de población y vivienda. Quito, Ecuador.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2011. Mapa división administrativa referencial.
- Jones PG. 2006. MarkSim™: Una herramienta para producir datos diarios simulados de tiempo para cualquier punto en los trópicos. Versión 1 [CD-ROM]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Larrea C; Landín R; Larrea AI; Wrborich W; Fraga R. 2008. Mapas de Pobreza, Consumo por Habitante y Desigualdad Social en el Ecuador: 1995–2006. Metodología y Resultados. Documento de Trabajo No. 13. Programa Dinámicas Territoriales Rurales. Rimisp, Santiago, Chile. Disponible en: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/39800/1/128587.pdf>
- López V. 2008. No solo “...Una forma inteligente, de sembrar el agua para cosechar energía” – Implicaciones del proyecto Coca-Codo Sinclair para la Amazonía ecuatoriana. EcoCiencia, Proyecto Fortalecimiento a Gobiernos Locales. 10 p. Disponible en: [www.ecociencia.org/archivos/CocaCodoSinclair\\_FRH\\_VLA-091201.pdf](http://www.ecociencia.org/archivos/CocaCodoSinclair_FRH_VLA-091201.pdf)
- MCDS-Siise (Ministerio Coordinador de Desarrollo Social-Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador). 2012. [en línea] Fichas de indicadores sociales a nivel de parroquias. Disponible en: [www.siise.gob.ec/siiseweb/](http://www.siise.gob.ec/siiseweb/)
- ODA (Oregon Department of Agriculture) Natural Resources Division. 1998. On-farm development of a growing degree day based management schedule to enhance grass seed production and reduce potential environmental losses of nitrogen. 16 p. Disponible en: [www.oregon.gov/ODA/pest/docs/pdf/97\\_08.pdf](http://www.oregon.gov/ODA/pest/docs/pdf/97_08.pdf)
- PNUID (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). s.f. [en línea]. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Disponible en: [www.undp.org.ec/odm/index.htm](http://www.undp.org.ec/odm/index.htm)
- PNUID (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2012. [en línea]. Lograr la enseñanza primaria universal. Segundo Objetivo de Desarrollo del Milenio. Disponible en: [www.undp.org/content/undp/es/home/mdgoverview/mdg\\_goals/mdg2/](http://www.undp.org/content/undp/es/home/mdgoverview/mdg_goals/mdg2/)
- Sánchez-Páramo C. 2005. Pobreza en Ecuador. En breve 71:1–4. Serie del Banco Mundial. Disponible en: [http://siteresources.worldbank.org/INTENBREVE/Newsletters/20608506/May05\\_71\\_PovEC\\_SP.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTENBREVE/Newsletters/20608506/May05_71_PovEC_SP.pdf)
- Saxton KE; Rawls WJ; Romberger JS; Papendick RI. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Science Society of America Journal* 50(4):1031–1036. Disponible en: [www.soils.org/publications/sssaj/abstracts/50/4/SS0500041031](http://www.soils.org/publications/sssaj/abstracts/50/4/SS0500041031)
- Siise-STMCDs (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador; Secretaría Técnica del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social). 2008. Mapa de pobreza y desigualdad en Ecuador. Quito, Ecuador.
- SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). 2008. Mapa de áreas protegidas.
- Universidad de Guayaquil. 2002. Población, Pobreza y Desarrollo en el Ecuador. Facultad de Ciencias Económicas. Auspiciado por el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA). 25 p.
- Vallejo S. 2011. La gestión del agua como bien público. Tesis de maestría. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), Quito, Ecuador. 271 p.
- Yzarra W; Trebejo I; Noriega V. 2009. Evaluación de unidades térmicas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays*, L.) en la costa central del Perú. *Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA* (1):1–10. Disponible en: [www.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2009\\_vol01/art1.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2009_vol01/art1.pdf)

# Acrónimos y abreviaturas

AC	Análisis de clústers o conglomerados	MS	Materia seca
ACP	Análisis de componentes principales	msnm	Metros sobre el nivel del mar
Arima	Modelo autorregresivo integrado de medias móviles	MW	Megawatts
CCS	Coca-Codo Sinclair	NBI	Necesidades básicas insatisfechas
CESA	Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas	Orstom	Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar de Francia
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical	PDNU	Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
CPWF	CGIAR Challenge Programme on Water and Food <i>Programa de Reto de CGIAR sobre Agua y Alimentación</i>	PEA	Población económicamente activa
Ecobona	Programa Regional (de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-Cosude) para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos	PET	Población en edad de trabajar
EMAAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito	PN	Parque Nacional
ENEMDU	Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo	Pronareg	Programa Nacional de Regionalización Agraria de Ecuador
ENIGHU	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos	PSA	Pagos por servicios ambientales
Fonag	Fondo para la Protección del Agua	REA	Reserva Ecológica Antisana
Fundesot	Fundación para el Desarrollo Sostenible Territorial	Rimisp	Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit <i>Cooperación Alemana al Desarrollo</i>	SAH	Servicios ambientales hidrológicos
GIZ-Gesoren	Proyecto Gestión Sostenible de Recursos Naturales, de la GIZ en Ecuador	Sarima	Modelo estacional autorregresivo integrado de medias móviles
GT	Grados térmicos	Senplades	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
Inamhi	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología	Sigagro	Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria (antes Pronareg)
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos	Siise	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
Inecel	Instituto Ecuatoriano de Electrificación	SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
Iniap	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias	SRTM	Misión Topográfica por Radar desde el Transbordador de la NASA
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca	SWAT	Herramienta para la Evaluación de Suelo y Agua
MDE	Modelo digital de elevación	UB/ha	Unidad bovina por hectárea
MDT	Modelo digital del terreno	Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
		URH	Unidades de respuesta hidrológica
		USDA-ARS	Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos





**Documento de Trabajo CIAT No. 224**  
**Área de Investigación en Análisis de Políticas (DAPA)**  
*y*  
**Comunicaciones Corporativas, CIAT**

---

Edición de producción: Victoria Eugenia Rengifo  
Claudia Marcela Calderón

Producción: Julio César Martínez (diseño portada)  
Oscar Idárraga (diagramación)

Foto portada: Jeimar Tapasco

Impresión: Imágenes Gráficas S.A., Cali, Colombia

---

