

VALORACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LAS HERMOSAS GLORIA VALENCIA DEL CASTAÑO

SUBDIRECCIÓN DE SOSTENIBILIDAD
Y NEGOCIOS AMBIENTALES

PRESENTADO POR:

MAURO ALEJANDRO REYES
BONILLA

Agosto 2014



MINAMBIENTE



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

VALORACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LAS HERMOSAS GLORIA VALENCIA DEL CASTAÑO

Informe de Valoración Económica
Documento para revisión interna.

PRESENTADO POR:

MAURO ALEJANDRO REYES BONILLA

Contrato de Prestación de Servicios No. ISAGEN VII-CPS-001 celebrado
entre Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas y
Mauro Alejandro Reyes Bonilla

Bogotá D.C., agosto de 2014





Contenido

Introducción.....	3
1. Antecedentes.....	5
1.1 Situación de escasez del agua en las cuencas de influencia del PNN Hermosas Gloria Valencia de Castaño.....	8
1.2 Motores de pérdida de los servicios ecosistémicos del PNN Hermosas Gloria Valencia de Castaño.....	11
2. Aspectos conceptuales de la valoración económica.....	15
2.1 Aspectos de adicionalidad hídrica.....	17
3. Resultados.....	19
4. Conclusiones.....	43
Referencias bibliográficas.....	47
ANEXOS.....	49
A.1. Metodología de valoración por sectores priorizados.....	49
A.2. Resultados de regresión lineal para la estimación de las elasticidades precio de la demanda de agua.....	54



Introducción

Este estudio es un ejercicio cuantitativo que muestra la importancia de las coberturas de páramo y bosque natural del Parque Nacional Natural las Herosas Gloria Valencia de Castaño (El Parque) por la regulación y oferta hídrica que aporta a los sectores económicos de sus cuencas de influencia. Para esto el estudio presenta las metodologías de valoración económica empleadas y la información solicitada en donde la misma se entiende como un ejercicio orientado a mostrar la importancia económica que dichas coberturas tienen en la actualidad, esto con el fin de mostrar posibles disposiciones de aportes dirigidos a la conservación para el mantenimiento de sus servicios ecosistémicos.

A pesar de que el Parque cuenta con una posición privilegiada pues no solo sus coberturas cuentan con buen un estado de conservación que le permite la provisión de sus diferentes servicios ecosistémicos, sino que la mayoría son de ecosistema de páramo y subpáramo que suman un área 81.352,01 ha que corresponde al 65,07% del Parque y una cobertura de 37.615,22 ha en bosques que corresponden al 30.10% de su área total; el mismo presenta motores de pérdida por actividades tales como la ganadería, algunos sistemas productivos al interior del Parque y una situación crítica de predios en donde de los 198 predios superpuestos con el área protegida, solo 18 son de la Nación y 4 en el municipio de Buga destinados a la conservación.

Es así como este trabajo se orienta a la sensibilización de los sectores productivos y la población beneficiada ante la problemática que amenaza los servicios ecosistémicos con los que hoy cuenta.

El trabajo desarrollado muestra como existen disposiciones de pago, derivadas de los ahorros actuales que las coberturas de Páramo y Bosque generan por su provisión y regulación hídrica. A través del uso de información de reglamentaciones de agua de la CVC y la información de



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

los POMCA de Cortolima, se generan además escenarios de posibles reducciones hídricas ante la afectación de dichas coberturas en los sectores productivos así como posibles pérdidas económicas; información que se contrasta con los índices de escasez hídrica y la huella hídrica calculada por las corporaciones y WWF respectivamente.

El trabajo también realiza un ejercicio cuantitativo en el cual muestra la importancia de las coberturas mencionadas en el aporte en el caudal en metros cúbicos por hectárea dada en la región del Valle del Cauca donde se encuentra la mayor presión por el recurso, aspecto que además sugiere como la inversión en conservación no solo es importante en el Parque sino también en los parches del área de estudio que se encuentren vulnerados por falta de una figura legal y financiamiento para su mantenimiento.

El documento se divide en 4 partes. La primera parte muestra las particularidades oferta y demanda hídrica de las seis subzonas hidrológicas en las cuales se encuentra inmerso el Parque y los motores de pérdida de los servicios ecosistémicos del Parque. La segunda parte presenta algunos aspectos conceptuales de la valoración económica y deja las metodologías propuestas e información solicitada como anexo. La tercera parte son los resultados de la valoración, allí no necesariamente se emplearon las metodologías propuestas dado que en algunos casos no fue posible la consecución de la información. Se explican entonces los enfoques alternativos empleados.

Los enfoques y metodologías utilizadas buscan comparar escenarios y resaltar la importancia de las coberturas que conserva el Parque más allá de asignar un precio a los servicios ecosistémicos.

Por último se presentan las conclusiones del estudio que sugieren lineamientos de gestión financiera en cada uno de los sectores, bien sea desde recursos públicos como también de aportes voluntarios encaminados a la conservación.



1. Antecedentes.

En una primera aproximación de la importancia relativa en la demanda hídrica beneficiada por el PNN las Hermosas se toman los datos de adicionalidad hídrica obtenidos por Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales de Parques Nacionales (SSNA, 2014) en un estudio realizado con base en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010).

En términos generales, el estudio calculó la disponibilidad adicional de agua para la demanda hídrica sectorial (adicionalidad hídrica) (Figura 1) en los lugares de influencia del SPNN y encontró que los sectores agrícola y energético son los de mayor demanda relativa y que las áreas de conservación de la región Andina son las que soportan mayores demandas.

En el mismo estudio se encontró que en las sub zonas Hidrográficas (SZH) donde hay PNN hay una mayor oferta hídrica superficial que en aquellas en donde no hay y por lo tanto es posible argumentar que las SZH con PNN tienen un 25 % y un 30 % adicional de agua, para años medio y secos respectivamente, en comparación con aquellas que no tienen PNN. Esto quiere decir que los sectores productivos tienen al menos entre un 25 % a 30 % de agua adicional para consumo en aquellas SZH con PNN. Estos datos muestran de manera clara la relación de los sectores económicos de demanda hídrica con los servicios ecosistémicos hídricos de las áreas protegidas.

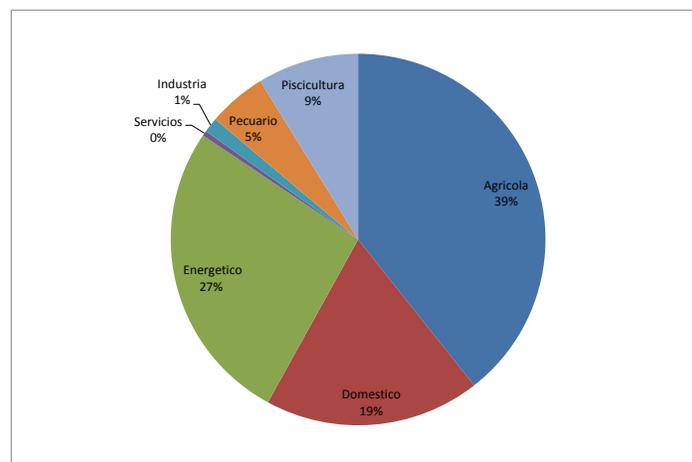


Figura 1: Distribución porcentual de la adicionalidad de PNN en la demanda hídrica sectorial. Fuente (SSNA, 2014) con base en (IDEAM, 2010)



En el caso específico del PNN las hermosas al extrapolar los datos de la oferta hídrica sectorial en la demanda en las SZH de influencia del PNN que identifica el ENA; se obtiene la adicionalidad hídrica del PNN las Herosas en la demanda dada en dichas subzonas: Río Bugalagrande, Río Tuluá, Río Amaime, Río Amoyá, Río Fraile (donde desemboca el Río Bolo) y Alto Saldaña la cual reúne (Anamichú, Cambrín, Hereje y Saldaña) Figura 2. Allí es evidente la importancia que tiene el PNN para la agricultura y la industria (86% y 4%), la cual puede ser explicada de manera principal por las captaciones de agua a lo largo del Río Bugalagrande, Río Tuluá y Río Amaime los cuales son tributarios del Río Cauca, área de importancia para el sector cañicultor.

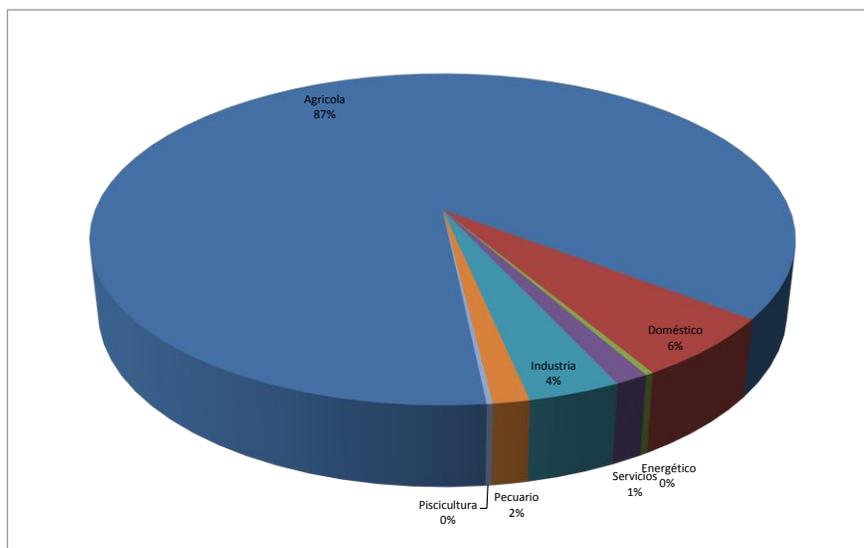


Figura 2: Distribución porcentual de la adicionalidad de PNN Las Herosas en la demanda hídrica sectorial. Fuente (SSNA, 2014) con base en (IDEAM, 2010)

Estos resultados son complementados con el cruce de información de Distritos de Riego en las SZH de influencia del Parque, donde se identifican 11 los Distritos de Riego beneficiados de manera directa por el Parque en dichas SZH con un total de 518 familias beneficiadas de acuerdo a información suministrada por el INCODER (Tabla 1). Vale la pena mencionar que



el Triángulo del Tolima puede estar relacionado con el Distrito Río Saldaña de la tabla 1; información que está por verificar de manera oficial con el INCODER.

Número	Distrito	Departamento	Municipio	SZH	Familias
1	Río Saldaña	Tolima	Saldaña	Río Saldaña	187
2	Horizonte-delicias	Tolima	Chaparral	Sin Información	23
3	Jazminia	Tolima	Chaparral	Sin Información	19
4	Madroñal Pipini	Tolima	Chaparral	Sin Información	10
5	Mesón la Sierra	Tolima	Chaparral	Sin Información	14
6	La Salina	Tolima	Chaparral	Sin Información	6
7	Santo Domingo	Tolima	Chaparral	Sin Información	14
8	Tapias Buena Vista	Tolima	Chaparral	Sin Información	10
9	Yaguará	Tolima	Chaparral	Sin Información	50
10	Alto Bonito	Valle	Bugalagrande	Sin Información	116
11	Toche la Veranera	Valle	Palmira	Sin Información	69
Total familias beneficiadas					518

Tabla 1: Distritos de riego beneficiados por PNN las Hermosas. Fuente (SSNA, 2014) con base en (IDEAM, 2010)

Vale la pena mencionar que la baja contribución relativa que se presenta en esta primera aproximación para el sector hidroenergético, se debe a que el IDEAM tan solo reporta captaciones para hidroenergía en la SZH Bugalagrande. En la tabla 2 se encuentran los datos de demanda absoluta en cada una de las SZH de análisis calculados por el IDEAM, 2010 con base en información provista por las Corporaciones. Obsérvese que los datos de demanda hídrica absoluta son similares a los de adicionalidad hídrica, en parte porque la mayor parte del agua que se demanda tiene su nacimiento en coberturas de Páramo del Parque.

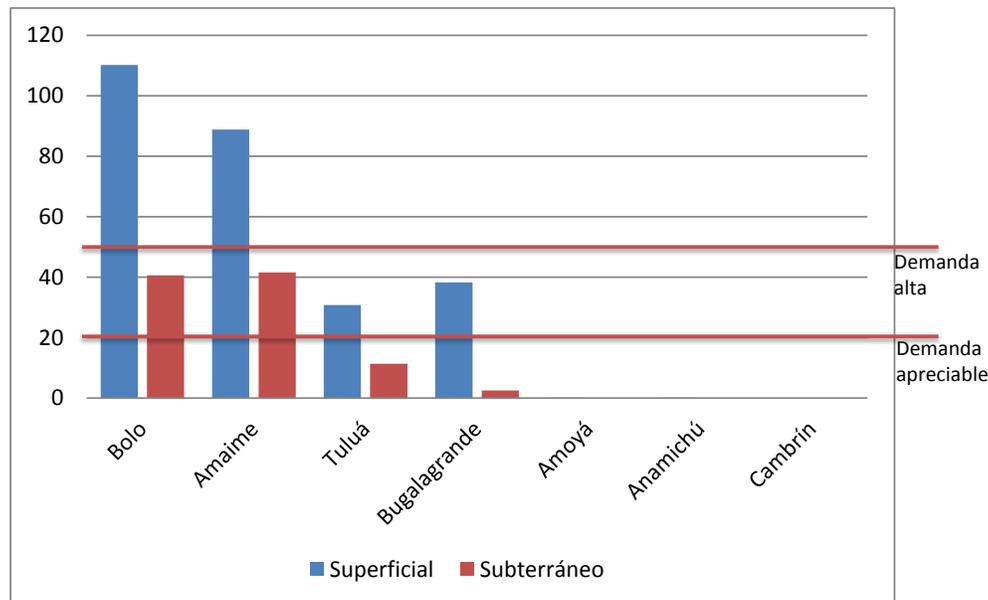


ÁREA HIDROLÓGICA	ZONA HIDROLÓGICA	CODIGO SZH	SUB-ZONA HIDROLÓGICA	Demanda de Agua por Sectores Economicos (Millones de m3)								
				Agrícola	Domestico	Energetico	Servicios	Industria	Pecuario	Piscicultura	Total demanda	%
Magdalena	Cauca	2607,00	Río Fraile y c	152,00	13,61	0,00	0,91	6,61	0,47	0,81	174,40	13,9%
Magdalena	Saldaña	2201,00	Alto Saldaña	7,23	1,39	0,00	0,09	0,25	1,75	0,11	10,82	0,9%
Magdalena	Cauca	2635,00	Río Bugalagr	318,96	4,14	0,00	0,48	1,31	0,92	0,42	326,22	26,1%
Magdalena	Cauca	2610,00	Río Tulua	432,74	20,88	2,72	5,51	15,02	0,77	0,51	478,15	38,2%
Magdalena	Cauca	2609,00	Río Amaime	206,75	20,38	0,00	4,31	11,74	0,30	0,94	244,40	19,5%
Magdalena	Saldaña	2204,00	Río Amoyá	14,11	0,53	0,00	0,00	0,00	3,05	0,01	17,70	1,4%
			Totales	1131,78	60,91	2,72	11,30	34,93	7,26	2,79	1251,69	100,0%

Tabla 2: Demanda hídrica sectorial en las SZH de influencia del PNN Herosas. Fuente. IDEAM (2010) con base información provista por las Corporaciones.

1.1 Situación de escasez del agua en las cuencas de influencia del PNN Herosas Gloria Valencia de Castaño

En una revisión realizada por el Plan de Manejo, se encuentran los balances de oferta – demanda y los respectivos índices de escasez para agua superficial y subterránea (Figura 3). A primera vista, las cuencas Amaime y Bolo tienen una demanda alta y Tuluá y Bugalagrande tienen unas demandas apreciables; en contraste con las demandas de las cuencas del Tolima, como son Amoyá y Anamichú que presentan demandas muy bajas. Es claro que la presión existente se debe a la demanda de agua para riego del cultivo de caña de azúcar y demanda doméstica de manera principal como se mostró arriba.





Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Figura 3: Índice de Escasez. Fuente: POMCH: Bolo, Bugalagrande, Tuluá, Amaime, Anamichú, Amoyá, Cambrín; Web CVC, 2013.

De otro lado al considerar la huella hídrica verde y azul. La huella hídrica es un indicador que permite identificar las relaciones socioambientales respecto al agua; esta se orienta a las actividades socioeconómicas razón por el cual se presenta como el más importante factor de presión e impacto sobre los recursos naturales. La conceptualización de la Huella Hídrica ayuda a visualizar el uso oculto del agua de diferentes productos y a comprender los efectos del consumo y el comercio frente al agua y su disponibilidad.

De manera específica, la huella hídrica verde es el volumen de agua lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía. Esta agua se almacena en los estratos superficiales del terreno y satisface la demanda natural de la vegetación y los cultivos. Por otro lado, la huella hídrica azul, es el volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, que responde a un déficit en la disponibilidad de agua procedente de la lluvia (Arévalo-Uribe, 2012).

El agua azul contiene conceptos implícitos de escasez y competencia por el recurso hídrico. Debido a que el sector agrícola es el primer sector en términos de consumo sobre otros seis sectores analizados por el ENA: energía, doméstico, acuícola, pecuario, industrial y servicios; el estudio de huella hídrica considera de manera exclusiva el sector agrícola (Arévalo-Uribe, 2012).

La figura 4 muestra los resultados a nivel nacional de ambas huellas donde resalta como el café, la caña de azúcar y arroz se encuentran en el grupo de cultivos que ocupan el 50% de la huella hídrica verde del país y que son los de principal interés para en el análisis de demanda hídrica sectorial que favorece el Parque. Con respecto a la huella hídrica azul, los mismos cultivos hacen parte del 75% de toda el agua azul del período analizado (Figura 4).



Parques Nacionales Naturales de Colombia
 Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
 Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

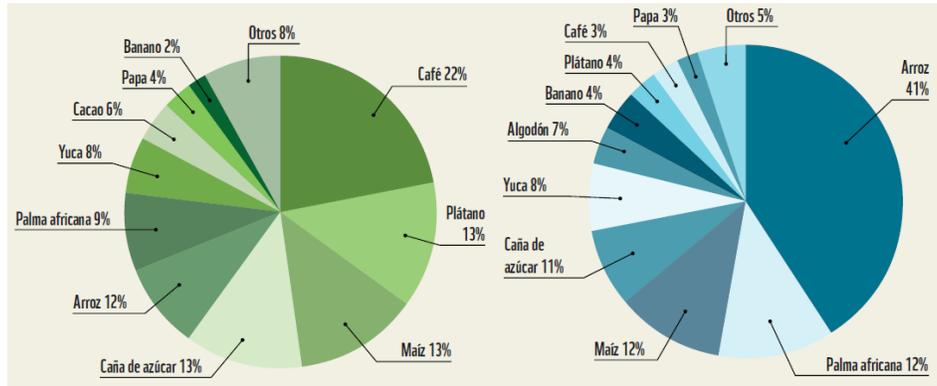


Figura 4: Distribución % huellas hídricas verde y azul del sector agrícola colombiano. Fuente: WWF con base en el IDEAM, 2010

Resulta contundente además, de acuerdo a la figura 5 que después del departamento de Antioquia; Valle del Cauca y Tolima sean los departamentos de mayores huellas hídricas en el país lo que corrobora que los cultivos mencionados ejercen una gran presión antrópica en las SZH de influencia del Parque lo cual da mayor importancia al área ante eventos de escasez natural y posible competencia del recurso.

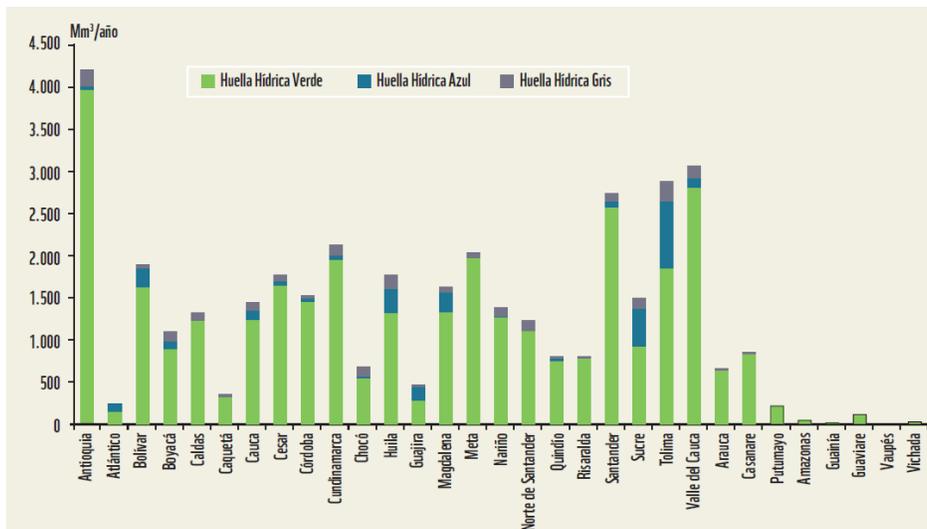


Figura 5: Huellas hídricas verde y azul departamentales del sector agrícola colombiano. Fuente: WWF con base en el IDEAM.

Una vez entendidos los órdenes de magnitud generales de las huellas hídricas, en la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para la SZH de análisis. Estos resultados permiten



contrastar los datos anteriores de demanda sectorial e índice de escasez con la huella hídrica verde y azul respectivamente. En el primer caso, llama la atención el caso de la SZH Alto Saldaña cuando presenta uno de las huellas más altas, tanto verde como azul cuando en los resultados (arriba) se mostraba como es una de las SZH de menor demanda hídrica y menor vulnerabilidad en términos del índice de escasez. Entre tanto, los resultados para el resto de SZH son coherentes con los datos del balance hídrico y demanda explicados.

SZH	Huella Hídrica Verde	Huella Hídrica Azul
Río Fraile y otros directos al Cauca	173,1	11,4
Alto Saldaña	199,8	122,1
Río Bugalagrande	104	6,8
Río Tulua	157,5	10,3
Río Amaime	117,5	7,8
Río Amoyá	112,4	68,6

Tabla 3: Huellas hídricas verde y azul de las SZH de influencia del PNN Hermosas. Fuente: WWF con base en el IDEAM.

1.2 Motores de pérdida de los servicios ecosistémicos del PNN Hermosas Gloria Valencia de Castaño

De acuerdo al análisis de coberturas de los predios que se encuentran superpuestos con el área protegida, el Parque aun cuenta con buen un estado de conservación que le permite la provisión de sus diferentes servicios ecosistémicos; sin embargo actividades como la ganadería y algunos sistemas productivos al interior del Parque vulneran los mismos. A continuación se presenta una síntesis de los motores de pérdida presentado por el Plan de Manejo del Parque (Barreto, 2013).

Estado actual de las coberturas del Parque y motores de pérdida

En general se registran 14 coberturas de la tierra (coberturas Parques Nacionales 2010-2012), de las cuales 10 corresponden a coberturas naturales: 5 corresponden a coberturas equivalentes



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

De otro lado, se evidencia que aunque el bosque subandino aumentó su cobertura natural al disminuir las unidades transformadas entre 2007 y 2012; se generaron 4 parches con una extensión de 413,31 ha de bosque fragmentado con vegetación secundaria, sin embargo los parches de áreas naturales disminuyeron. Las intervenciones en este bioma se evidencian en Chaparral y Río Blanco.

Para el bioma bosque altoandino, este disminuyó en 0,09% la cobertura natural aunque se generaron algunos parches; se generó un parche de Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales de 66 Ha aproximadamente, lo cual es clara evidencia de las presiones que se dan sobre este ecosistema y que requiere continuar las medidas de manejo para minimizar riesgos sobre este bioma generador de importantes servicios ecosistémicos. Este bioma y sus afectaciones se evidencian en Palmira, Chaparral y Río Blanco. El páramo también presenta un estado deseable sin embargo se aprecia un aumento en el número de parches asociados a la ganadería que se realiza en estas zonas, las coberturas de herbazales y arbustales presentan indicadores en estado deseable.

De esta manera dentro de los escenarios de riego, el Plan de Manejo del Parque ha identificado lo siguiente:

PÁRAMO: Si persiste la ocupación al interior del PNN Herosas, con uso de sistemas ganaderos extractivos, que implementan prácticas de manejo como el pastoreo extensivo (generando condiciones para eventos de remoción en masa) y quema (que en ocasiones se convierten en incendios de cobertura vegetal) que deterioran el ecosistema de páramo y aumentan su fragilidad sumado a los eventos de cambio climático como la alteración en la periodicidad de sequía y de precipitación, se afectan los procesos biológicos de especies de flora y fauna que usan el ecosistema como hábitat y disminuye la capacidad de regulación y provisión de servicios ecosistémicos ligados al recurso hídrico.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

BOSQUE ALTOANDINO: La actividad ganadera realizada en predios al interior del Parque presiona el ecosistema de bosque altoandino al ampliar la frontera ganadera durante las prácticas de forrajeo de los animales; adicionalmente por su producción de biomasa y los eventos extremos de sequías y cambios en la periodicidad de la temperatura son altamente vulnerables a incendios de cobertura vegetal. Si persisten estas condiciones, además de la fragmentación y disminución de las poblaciones de especies y sus ciclos vida, este ecosistema perderá su capacidad de capturar CO₂ y de regulación hídrica y climática.

BOSQUE SUBANDINO: Los sistemas productivos de café y cultivos semestrales asociados, y su posterior uso para ganadería en cotas entre los 1600 y 2400 msnm sobre el sector de Cambrín en el municipio de Rioblanco, afectan el ecosistema de bosque subandino por cambio de uso e incendios forestales asociados a prácticas culturales de quema y rocería; si continúan estas actividades se generará pérdida de las zonas boscosas, fragmentación, disminución de las poblaciones de especies y sus ciclos vida, y el ecosistema perderá su capacidad de capturar CO₂ y de regulación hídrica y climática.

A lo anterior se le suma situación de predios del Parque donde de los 198 predios superpuestos con el área protegida que suman un área de 61.235 ha, solo 18 son de la Nación y 4 en el municipio de Buga destinados a la conservación para un total de 17.273.841; el resto corresponde a predios privados.

Situación de variabilidad climática y cambio climático

En relación al comportamiento de las precipitaciones durante Fenómeno del Niño, tienden a mantenerse constantes entre los rangos normales en el sector norte del Parque y en la cuenca del río Nima. Se pueden presentar reducciones entre un 40 y 80% de precipitaciones en zona sur del Parque sobre la cuenca del río Amaime en el sector Toche y Cabuyal (Valle del Cauca) y en la cuenca del río Cambrín y Anamichú, en Rioblanco y en las subcuencas de los ríos Davis,



Ambeima y Amoyá en Chaparral (Tolima) (Mapa 16). Mientras que en todo el área del Parque tiende a aumentarse la temperatura entre $0,5^{\circ}$ y 1°C (Bravo, 2013, citado por (Barreto, 2013)).

El comportamiento de la precipitación durante el Fenómeno de la Niña, muestra que la mayor área del Parque podría sufrir un incremento de hasta 60% de la precipitación media (Mapa 17). Mientras que el comportamiento de la temperatura para el sector medio y norte del Parque podría disminuir entre $-0,5$ a $-0,2^{\circ}\text{C}$ presentando los mayores rangos de disminución en el sector sur del PNNHGVC, en la cuenca del río Cambrín y zona sur de la cuenca del río Anamichú en el Tolima, así como en la cuenca del río Nima y subcuenca Toche, en Palmira y cuenca Bolo en Pradera, los rangos de disminución son más grandes (entre $-0,5$ a $-0,1^{\circ}\text{C}$.) (Bravo, 2013, citado por (Barreto, 2013)).

En cuanto al cambio climático, se presenta una estimación bajo el Escenario pesimista (A2), en el cual las precipitaciones en el Parque pueden disminuir en un 40% en los sectores Rioblanco (sobre la Cuenca de río Cambrín y al norte de la Cuenca del río Anamichú), Buga, Tuluá, Sevilla, Palmira y parte alta de la cuenca Alta del Amoyá (zona del nacimiento del río Amoyá) en Chaparral y en un 20% en el sector de Chaparral (Subcuenca del río Davis y río Ambeima), El Cerrito y Palmira. En ese contexto, el PNNHGVC presenta un incremento de temperatura de hasta 3°C para el año 2040.

2. Aspectos conceptuales de la valoración económica.

Son dos los objetivos de la valoración económica de los servicios hidrológicos priorizados del Parque en este trabajo. En primer lugar resaltar la importancia económica de los servicios de regulación y oferta hídrica para los principales sectores económicos del área de influencia del Parque, en el entendido que este se encuentra en cuencas abastecedoras que constituyen socioecosistemas de análisis en los cuales las coberturas conservadas cumplen un papel fundamental se ciclo hidrológico y demanda hídrica.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

En segundo lugar se pretende llegar a un valor monetario por unidad de agua consumida en los principales sectores beneficiados y con ello determinar su disponibilidad de aporte a la conservación de coberturas del Parque, incluso de aquellas en estado de conservación más allá de los límites jurisdiccionales del mismo claves para la regulación y oferta hídrica.

Según (Young, 2005), los economistas basan el concepto de valor económico de acuerdo a cómo los miembros de una economía reaccionan de forma sistemática a cambios percibidos en su situación. Dichos cambios pueden incluir –además de la cantidad y calidad hídrica- precios, costos, restricciones institucionales e incentivos, ingreso y riqueza.

Un caso común en la valoración económica de servicios ecosistémicos hídricos es la conceptualización de un posible incremento en la disponibilidad de un bien como el agua ante estrategias tales como, el establecimiento de un área protegida, una tasa por uso de agua, o la construcción de una infraestructura para almacenamiento de agua.

Así mismo dicha disponibilidad de agua, se representa de forma usual en una curva de oferta inelástica que refleja el hecho de que el agua es un recurso finito y no varía aunque se aumente o disminuya su precio. Con dicha conceptualización, los posibles cambios en la disponibilidad de agua por políticas y estrategias adoptadas se verán reflejados en la variación del excedente del consumidor (la diferencia entre lo que está dispuesto a pagar y el precio). En efecto, dicha variación es lo que el analista económico pretende medir y es la esencia de la valoración económica de los servicios ecosistémicos, más allá de la asignación de un precio a un servicio ecosistémico.

Para el caso concreto de este estudio, la racionalidad puede aplicarse a la inversa, dado que ya existe una política de conservación, se demuestra la importancia económica de una cantidad de agua adicional (adicionalidad) ya dada.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

En el caso de un productor, el razonamiento es similar, a través de una función de producción que representa los retornos (o pérdidas) marginales de la producción ante incrementos (disminución) en los insumos (en este caso, posibles pérdidas económicas por disminución hídrica). En este caso se habla del excedente del productor como la diferencia entre el precio de venta y los costos de producción; de esta manera la disponibilidad a pagar se basa en la posible pérdida de la ganancia por (por ejemplo) la disminución de la disponibilidad de agua para la producción que el productor quisiera evitar.

De esta manera, la valoración económica de un servicio ecosistémico (hídrico) es medido a través de las disponibilidades a pagar del mismo, en donde la misma puede ser equivalente a una posible pérdida o ganancia a asociada al incremento o pérdida del servicio en cuestión bien sea en un proceso productivo o en el consumo individual. Por lo tanto, se dice que la valoración económica es el proceso de comparar las preferencias por los efectos beneficiosos de las iniciativas políticas versus los efectos adversos (en ausencia de una política) bajo la métrica del dinero. En el anexo A se presentan las metodologías de valoración propuestas para este trabajo y los requerimientos de información solicitados.

2.1 Aspectos de adicionalidad hídrica

Uno de los servicios ecosistémicos más importantes de las áreas protegidas del país es la regulación de la escorrentía, la cual es el flujo de agua de la superficie después de la precipitación, que se produce porque no toda la precipitación se infiltra en el suelo. (Bonnell y Bruijnzeel, 2005; Bruijnzeel, 2004; Wiersum, 1984; citados por (Verweij et al., 2008).

En el caso específico de los servicios hidrológicos provistos por las coberturas existentes en los ecosistemas andinos como el de presente estudio; se destacan tres servicios clave para el bienestar humano, los dos primeros claves además ante los eventos de variabilidad y cambio climático: i) rendimiento hídrico que corresponde a la generación total de agua; ii) regulación hídrica que en un caso ideal podría equivaler a contar con un caudal lo más constante posible; y la iii) calidad hídrica. Estos SEs se reflejan en bienestar para la sociedad a través de usos tales





Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

como: insumo productivo para la producción agrícola, agua potable, asimilador de desechos y fuente de recreación.

Con el fin de caracterizar de manera más específica dichas relaciones en la zona de estudio a continuación se explica de manera breve cómo se muestra de forma cuantitativa la importancia en la contribución hídrica de las coberturas de bosque y páramo.

2.1.1 Metodología de cálculo de adicionalidad hídrica

La caracterización de la importancia hídrica de las coberturas en las cuencas de influencia del Parque solo fue posible para el lado occidental del mismo (Valle del Cauca), esto dada la disponibilidad de información del estudio: *Impacto del uso de la tierra en la generación de caudales y sedimentos: El caso de las cuencas Tuluá-Morales, Guabas, Sabaletas, Amaime, Nima, Bolo, Fraile, Desbaratado y Palo.* (Uribe, Estrada, & Jarvis, 2009).

El trabajo citado realiza el análisis hidrológico de las cuencas mediante el software SWAT, que permite relacionar características hidrológicas con el tipo de coberturas existentes en las cuencas para establecer la relación entre el uso de la tierra, agua y sedimentos.

Es así como el estudio citado determinó Unidades de Respuesta Hidrológica (URH), las cuales corresponden a unidades del territorio que presentan condiciones de uso de tierra, suelo, clima y topografía homogéneos y por lo tanto producen un impacto particular sobre la cantidad y calidad del agua de la cuenca.

Con la información de las URH, es posible identificar qué áreas en la cuenca son las que contribuyen más al aporte de sedimentos y agua al caudal. De esta manera se presentará en los resultados una comparación de promedios del aporte al caudal en metros cúbicos por hectárea año en cada URH agrupadas de acuerdo al tipo de coberturas. Esto con el fin de obtener una aproximación cuantitativa de la importancia en el aporte al caudal que tienen las coberturas bajo la conservación del PNN.





3. Resultados

4.1 Adicionalidad hídrica

Los resultados se presentan para las cuatro cuencas del Valle del Cauca de influencia del Parque: Tuluá, Amaime, Nima y Bolo. De otro lado las URH fueron clasificadas de acuerdo a 3 tipos de coberturas: Bosque, No Bosque y Páramo. La figura 7 presenta los resultados de manera general, allí se observa un mayor aporte al caudal de las coberturas de bosque y en especial de páramo, donde las cuencas de Tuluá y Nima son las de mayores aportes.

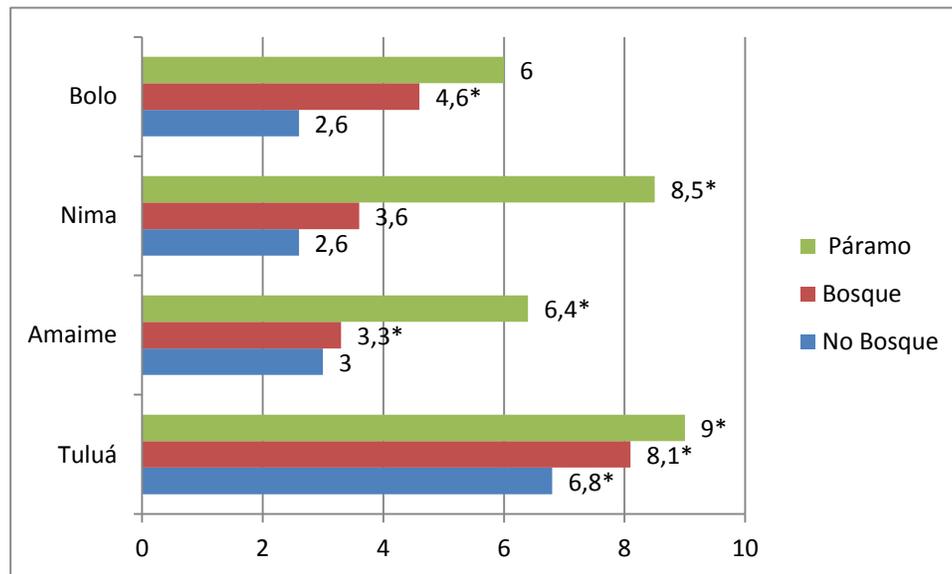


Figura 7. Comparación de medias de aporte al caudal (m³ por hectárea) agrupados de acuerdo a coberturas de Páramo, Bosque y No Bosque. (*) Significativo al 0.01%. Cálculos propios con base en (Uribe et al., 2009)

De otro lado, la tabla 4 presenta los resultados de adicionalidad hídrica de las coberturas de bosque y páramo con respecto a las de no bosque. Este concepto se explica como el porcentaje de aporte al caudal adicional (metros cúbicos por hectárea) de dichas coberturas con respecto a las de no bosque. En promedio se puede observar como las coberturas de bosque y páramo puede aportar entre un 36% y 125% de adicional que aquellas no conservadas.



	No Bosque	# URH	Bosque	# URH	Adicionalidad %	Páramo	# URH	Adicionalidad %
Tuluá	6,8	83	8,1	12	19,1	9	12	32,4
Amaime	3	105	3,3	28	10,0	6,4	8	113,3
Nima	2,6	71	3,6	21	38,5	8,5	2	226,9
Bolo	2,6	56	4,6	5	76,9	6	5	130,8
Promedios	3,8		4,9		36,1	7,5		125,8

Tabla 4: Número de Unidades de Respuesta Hidrológica (URH) y aporte al caudal en metros cúbicos por hectárea por cuenca y según cobertura. La adicionalidad se calcula como el % de aporte al caudal adicional de las coberturas con respecto a la de no bosque. Cálculos propios con base en (Uribe et al., 2009)

4.2 Valoración económica sectorial

4.2.1 Caña de azúcar

El cultivo de caña de azúcar representa para la región un renglón muy importante para la economía que se ha visto afectado por el cambio climático. En los últimos años dicho fenómeno ha modificado la precipitación, y estudios realizados sobre las cuencas de los ríos del valle del río de Cauca muestran un índice de escasez “muy alto”, por lo que se anticipa una escasez de agua. Una de las alternativas es buscar variedades que en condiciones de baja disponibilidad de agua la utilicen en una forma más eficiente. (Viveros, 2011)

De otro lado, el sector azucarero colombiano es de una alta importancia socioeconómica. A nivel mundial ha contribuido en un promedio anual para el período 2002-2012 con 2.4 millones de toneladas métricas valor crudo (tmvc), de las 156.7 millones tmcv que se produjeron en un año promedio para el mismo período en el mundo; es decir la producción colombiana equivale a un 1.5% del total mundial (Asocaña, 2014).

Además según el más reciente análisis realizado por Fedesarrollo (Arbeláez, Estacio, & Olivera, 2010), a partir de los datos de las Encuesta Anual Manufacturera de 2007 del DANE se muestra como los ingenios azucareros son generadores de valor agregado para la economía de la región y del país. La contribución total al PIB del país representa el 0,54% y el 12% del PIB del Valle del Cauca.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Para determinar la importancia económica del agua en el proceso productivo de la caña de azúcar, es necesario entender los requerimientos hídricos del mismo. De acuerdo a (CENICANA, 1984), durante el ciclo de 13 meses, en el valle del río Cauca la caña de azúcar requiere entre 1050-1300 mm de agua. El riego suplementario oscila entre 100 y 300 mm y la cantidad de riegos está entre 1 y 5 por ciclo de cultivo.

Así mismo la variedad más cultivada es la CC 85-92 la cual se ve de manera directa afectada por una baja en las precipitaciones. A déficit de agua entre los meses 4 y 8 (los meses de baja precipitación) la producción muestra una reducción del 38%. (Cruz, Torres, Besosa, & Rojas, 2008)

Ahora, el requerimiento hídrico de la caña de azúcar en el valle del río Cauca es alrededor de 90 m³ de agua para producir 1 tonelada de caña, y 0.7 m³ para producir 1 kg de azúcar. El requerimiento de riego está entre 42 y 72 m³ de agua para producir una tonelada de caña, 42 m³ cuando se usa riego por aspersión, 50 m³ con tuberías con ventanas y 72 m³ para los métodos convencionales (Ricardo Cruz, ingeniero de suelos y aguas, Cenicaña, citado por (Viveros, 2011)). El mayor consumo de agua se presenta en la etapa de rápido crecimiento entre 4 y 10 meses de cultivo, donde la evapotranspiración alcanza valores de 3.1 mm/día en comparación con la etapa de macollamiento entre los 2 y 4 meses, en la que la evapotranspiración es de 2,1 mm/día (Torres, Cruz, & Villegas, 2004).

En relación con los consumos de agua promedio para el cultivo, Procaña (2009) los estima en 9.000 m³ por hectárea, en tanto que Pérez et al (2009) (citados por (Rudas, 2009) refiere un consumo un tanto mayor: 10.620 m³. De acuerdo a Procaña (2010) en una hectárea existe un rendimiento promedio de 137 toneladas (citado por (Rudas, 2009); mientras que Asocaña reporta un promedio anual de 117.9 toneladas por hectárea para el período 2002 - 2013 (Asocaña, 2014).



Con respecto a las concesiones de agua otorgadas para el sector, se tiene que en total existen 254 concesiones con destinación exclusiva al sector que suman una asignación anual de 232 millones de metros cúbicos. La cuenca de Tuluá es la que mayores asignaciones presenta con un 72% de la asignación de la demanda hídrica para el sector y un 60% de las concesiones. (Figura 8)

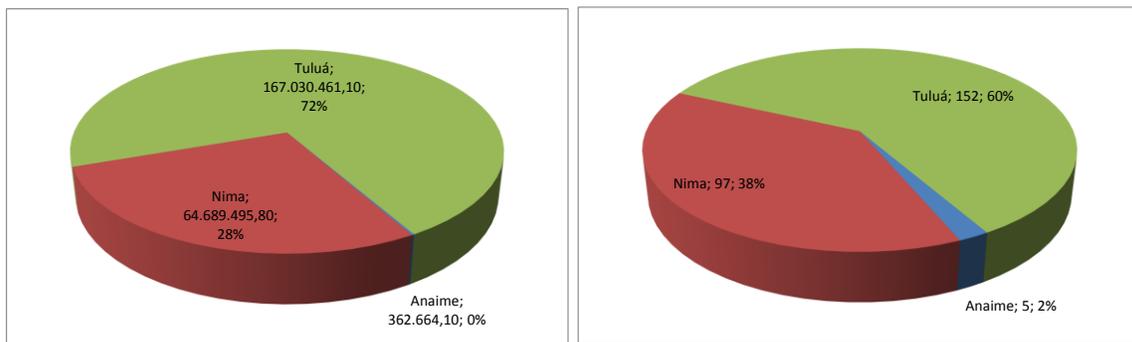


Figura 8: Izquierda: Consumos en millones de metros cúbicos; Derecha: Número de concesiones. Cálculos propios con base en reglamentaciones de concesiones CVC.

Para estimar el valor económico del agua en el sector en las cuencas de influencia del Parque se utilizarán los siguientes parámetros con base en la información que arriba documentó, tabla 5. De esta manera el valor económico por metro cúbico de agua en el sector se derivará de la siguiente expresión:

$$V_i = \frac{\left(\left(\frac{A_i}{h} \right) * r \right) * p}{A_i}$$

Donde:

- A_i = Asignación de agua por cultivo en metros cúbicos al año.
- h = Requerimiento hídrico de la caña de azúcar.
- r = Rendimiento comercial
- p = Precio de azúcar.



Parámetro	Valor del parámetro	Fuente de información
Requerimiento hídrico (<i>h</i>) de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (metros cúbicos por tonelada de caña)	90	Ricardo Cruz, ingeniero de suelos y aguas, Cenicaña, citado por (Viveros, 2011).
Rendimiento comercial (<i>r</i>). Promedio anual 2002-2013. (ton. Azúcares por ton. Caña %)	11,65	Aspectos Generales del Sector Azucarero 2013-2014. (Asocaña 2014)
Precio internacional de tonelada de azúcar crudo (<i>p</i>). Promedio anual 2002-2013. Con tipo de cambio 1USD=\$1800	\$71.280	Aspectos Generales del Sector Azucarero 2013-2014. (Asocaña 2014)

Tabla 5: Parámetros de valoración económica. Sector de caña de azúcar.

En la tabla X se observan los resultados de la valoración. De acuerdo a los parámetros establecidos y las asignaciones de agua exclusivas para el sector, se tiene un valor total de la producción aproximado de \$184 mil millones al año que corresponden a una asignación anual de 232 millones de metros cúbicos por lo que se puede inferir que el valor del metro cúbico aproximado del agua es de \$795.

Cuenca	Asign. Anual Metros Cúbicos	Producción aprox. Toneladas de Caña	Producción aprox. Toneladas de Azúcar Crudo	Valor de la producción anual. (miles de pesos)	V (valor económico del agua por metro cúbico)	
Amaime	N	5,0	5,0	5,0		
	Media	72.532,8	805,9	93,9	57.697,1	795,4
	Suma	362.664,1	4.029,6	469,4	288.485,5	
Nima	N	97,0	97,0	97,0	97,0	
	Media	666.902,0	7.410,0	863,3	530.495,2	795,4
	Suma	64.689.495,8	718.772,2	83.737,0	51.458.035,7	



Parques Nacionales Naturales de Colombia
 Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
 Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Tuluá	N	152,0	152,0	152,0	152,0	795,4
	Media	1.098.884,6	12.209,8	1.422,4	874.121,0	
	Suma	167.030.461,1	1.855.894,0	216.211,7	132.866.384,6	
Total	N	254,0	254,0	254,0	254,0	795,4
	Media	913.711,1	10.152,3	1.182,7	726.822,5	
	Suma	232.082.621,0	2.578.695,8	300.418,1	184.612.905,8	

Tabla 5: Resultados de valoración económica. Sector de caña de azúcar. Cálculos propios con base en tabla 4.

Por último, con el ánimo de establecer un análisis de sensibilidad y resaltar la importancia de las coberturas del Parque conservadas (Bosque y Páramo) en el aporte al caudal, se toma de manera arbitraria el porcentaje de las URH de bosque y páramo en el total por cada cuenca de manera que dicho porcentaje se asocia al aporte del caudal total de la cuenca. De esta manera en la tabla 6 se muestra el nuevo valor que de manera conservadora indica la importancia económica actual de dichas URH bajo conservación.

Cuenca		Asign. Anual Metros Cúbicos	Producción aprox. Toneladas de Caña	Producción aprox. Toneladas de Azúcar Crudo	Valor de la producción. (miles de pesos)	% de Reducción Hídrica
Amaime	N	5,0	5,0	5,0	5,0	34
	Media	47.871,7	531,9	62,0	38.080,1	
	Suma	239.358,3	2.659,5	309,8	190.400,4	
Nima	N	97,0	97,0	97,0	97,0	32
	Media	453.493,4	5.038,8	587,0	360.736,7	
	Suma	43.988.857,1	488.765,1	56.941,1	34.991.464,3	
Tuluá	N	152,0	152,0	152,0	152,0	28
	Media	791.196,9	8.791,1	1.024,2	629.367,1	
	Suma	120.261.932,0	1.336.243,7	155.672,4	95.663.796,9	
Total	N	254,0	254,0	254,0	254,0	
	Media	647.599,0	7.195,5	838,2	515.140,4	
	Suma	164.490.147,4	1.827.668,3	212.923,4	130.845.661,6	

Tabla 6: Resultados de valoración económica y sensibilidad. Sector de caña de azúcar. Cálculos propios con base en tablas 5 y 6.



Es así como el valor de la producción en este escenario pasaría de \$184 mil millones a \$130 mil millones como consecuencia de una disminución hídrica que pasa de 232 mil metros cúbicos a 164 mil metros cúbicos. Dicha diferencia en el valor económico \$54 mil millones anuales podría ser considerada por el sector como aporte techo a la conservación y creación de nuevas áreas de conservación en la zona de estudio, algo así como un aporte de \$367 por metro cúbico año.

4.2.2 Sector agrícola: Amoyá y Anamichú

Otro sector priorizado es el agrícola por el lado del departamento del Tolima, cuencas Amoyá y Anamichú. Ambas cuencas se caracterizan por tener consumos hídricos humanos, bovinos y agrícolas de manera principal, este último para café, arroz, hortalizas, frutales y algodón.

Para determinar la demanda hídrica por usos en el sector agrícola, se tomó la información del POMCA la cual no tiene en cuenta la demanda fisiológica de los cultivos secanos, ya que sus necesidades se consideran satisfechas por la precipitación. La demanda hídrica abastecida de manera directa por los ríos que nacen en el Parque se encuentran en las tablas 7 y 8.

Para los principales cultivos de riego y con bajas necesidades del mismo, la demanda se ha cuantificado de acuerdo a las áreas obtenidas en el mapa de cobertura vegetal (escala 1:25000) y el uso consuntivo calculado según el coeficiente para cultivo (K), establecido por la FAO, relacionado con el Índice de humedad calculado en el balance hídrico para la estación climatológica con influencia en el sitio de ubicación del mismo.

Para el cultivo de café, que no se considera un cultivo de riego, se establecieron necesidades de agua para el beneficio del grano, considerándose un consumo de 5 litros/ Kg. de café baba/año, que utiliza 3 enjuagues y estima una producción promedio de 0.8 Toneladas / hectárea, de acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria 2003 (DANE – SISAC). En concordancia con la información del censo cafetero suministrada por el Comité de Cafeteros del Tolima a nivel



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

veredal, se registra demandas de 0.138 millones de m³ / año y 20.13 millones de m³ / año calculada para este cultivo en Amoyá y Anamichú respectivamente.

Aunque el benéfico de café se realiza en períodos determinados de la cosecha, la demanda se estableció con carácter permanente con el fin de poder suplir los requerimientos de otros cultivos con necesidades pequeñas de riego, afines a las condiciones climáticas del café.

En cuanto al cultivo del arroz, una de las principales actividades agrícola y económicas de la Cuenca Mayor del Río Amoyá, se registra una demanda calculada en 32,312 millones de m³ / año para dicho cultivo. La cantidad del área sembrada en dicho cultivo es la mayor y por lo tanto de mayor consumo.

En hortalizas, la demanda calculada para esta actividad se establece en 6,274 millones de m³ / año; y frutales, se establece para cultivos tecnificados con fines de exportación, los cuales registran una demanda calculada de 0,948 millones de m³ / año. Por último se encuentra el algodón con una demanda calculada de 0,581 millones de m³ / año. La tabla X presenta los resultados de demanda hídrica por tipo de cultivo; además presenta las subcuencas y microcuencas que se benefician de manera directa del Parque con un aporte de 40 millones de metros cúbicos año.





Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

SUBCUENCA	MICROCUENCA	CAFÉ Y OTROS		ARROZ		HORTALIZAS		FRUTALES		ALGODÓN	
		Has	Dem	Has	Dem	Has	Dem	Has	Dem	Has	Dem
	Q. El Gallo	0,43	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Lejía	4,54	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Recodo	0,39	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Mirador	0,39	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Soledad	0,53	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. el Vagom/Rosario	0,50	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
Q. La Rivera	Q. La Esperanza	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Rivera	0,57	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Alemania	1,45	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Villa María	0,57	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Diabolo	1,40	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Oso	1,24	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
R. Amoyá 2B		16,61	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Guataqui/La Linda	5,31	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
Q. San José	Q. Primavera	2,73	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	A. Australia	7,62	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. San José	18,73	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Horizonte	9,31	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Las Abras	3,06	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Cairo/Villas	4,67	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Quebradón	11,67	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
Q. Tequendama		7,90	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
Río Davis	R. Davis	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Brillante	6,59	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Quebradón	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Aldea	12,20	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Aguas Claras	18,22	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. San Ignacio	27,21	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Moserrate	43,91	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
R. Negro	R. Davis 2	3,86	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Pesar	10,60	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	R. Negro	69,95	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
Q. San Jorge	Q. Santa Barbara	202,23	0,00	0,00		0,74	0,01	0,00		0,00	
	Q. Agua Bonita	72,46	0,00	0,00		1,70	0,019	0,00		0,00	
	Q. El Tibet	19,51	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Chinchiná	122,64	0,00	0,00		18,62	0,20	0,00		0,00	
	Q. San Jorge	175,59	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Cedral	438,24	0,005	0,00		3,12	0,04	0,00		0,00	
Q. Grande	Q. La Despensa	174,99	0,00	0,00		13,46	0,15	0,00		0,00	
		515,45	0,01	0,00		35,63	0,40	0,00		0,00	
	Q. El Salado	3,40	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Chupadero	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Meseta	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Las Miras	0,07	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Pedregosa	1,20	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Las Damas	1,13	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Profunda	0,43	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Los Saltos	0,93	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Lejía	3,31	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Cajucho	1,72	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Negra	3,26	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Arenosa	2,60	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Cristalina	9,41	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Palmera	6,64	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Cural	151,97	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Malucha	96,28	0,00	0,00		8,61	0,10	0,00		0,00	
	Q. Las Molinas	35,72	0,00	0,00		2,63	0,03	0,00		10,13	0,114
	Q. Tinaja	110,36	0,00	0,00		0,00		0,00		9,09	0,103
	Q. Cañuche	245,67	0,00	0,00		11,68	0,13	0,00		0,22	0,003
	R. Amelima	697,93	0,008	0,00		0,00		0,00		0,00	
Q. De Irco	Q. De Irco 1	221,15	0,00	0,00		0,00		8,97	0,08	0,00	
	Q. La Arenosa	8,29	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Las Dantas	27,40	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Infierno	79,80	0,001	0,00		0,00		5,69	0,053	0,00	
	Q. Florian	23,14	0,000	0,00		0,00		0,01	0,00	0,00	
	Q. Guacamayas	96,57	0,001	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Carbonal	65,27	0,001	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Pelarco	56,13	0,001	0,00		0,00		6,68	0,06	0,00	
	Q. Betania	22,33	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Gudalejo	2,96	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Tasajo	10,90	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Linday	184,69	0,002	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. La Chele	2,35	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. De Irco 2	11,70	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
R. Amoyá 3		949,090	0,011	0,000		30,740	0,347	0,000		32,030	0,361
	Q. Profunda	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Apa	0,00	0,00	6,71	0,39	0,00		0,00		0,00	
Q. El Totumo	Q. La Arenosa	0,65	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Tulumí	905,01	0,01	197,91	13,42	95,34	4,85	17,62	0,75	0,00	
	Q. Copete	184,88	0,002	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. El Totumo	188,75	0,002	0,00		0,00		0,00		0,00	
	Q. Los Azucenos	0,00	0,00	27,53	1,712	0,00		0,00		0,00	
Q. El Neme	Q. El Mulato	0,00	0,00	51,19	3,18	0,00		0,00		0,00	
	Q. Irco	0,00	0,00	4,80	0,32	0,00		0,00		0,00	
	Q. El Neme	0,00	0,00	163,08	10,54	0,00		0,00		0,00	
R. Amoyá 4		16,67	0,00	42,57	2,75	0,00		0,00		0,00	
	TOTAL	6443,03	0,07	493,79	32,31	222,27	6,27	38,97	0,95	51,47	0,58

Tabla 7: Área cultivada (hectáreas) y demanda hídrica por cultivo (millones de metros cúbicos) en las subcuencas de la cuenca Amoyá, asociadas de manera directa al PNN Herosas Gloria Valencia de Castaño. Fuente: POMCA - Cortolima





Parques Nacionales Naturales de Colombia
 Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
 Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

SUBCUENCA	MICROCUENCA	DEMANDA AGRICOLA CAFÉ Y OTROS	
		HAS	DEMANDA
Q. Yarumal		12,48	0,15
	Q. La Lejía	7,14	0,09
Río Negro		21,83	0,26
	Q. Borrascosa	16,3	0,2
	Q. Maraveles	9,63	0,12
Río Anamichú 2		1,51	0,02
Río Verde		88,67	1,06
Río Anamichú 3		58,67	0,7
Río Anamichú 4		7,43	0,09
	Q. Bardana	11,18	0,13
Q. La Ilusión		23,92	0,29
Río Anamichú 5		54,25	0,65
	Q. El Bosque	0,7	0,01
Q. San Mateo		60,7	0,73
	Q. La Mitaca	25,91	0,31
	Q. La Pedregosa	11,21	0,13
Río La Quebrada	Q. El Silencio	12,26	0,15
	Río La Quebrada	91,5	1,1
Q. Tolima		139,63	1,68
Río Anamichú 6		34,09	0,41
	Q. La Estación	22,13	0,27
	Q. La Florida 1	62,59	0,75
	Q. El Caucho	2,56	0,03
Rioblanco	Q. El Quebradón	110,7	1,33
	Rioblanco 1	308,33	3,7
	Q. La Florida 2	35,96	0,43
	Q. El Duda	89,74	1,08
	Rioblanco 2	64,68	0,78
	Q. Marmaja	151,31	1,82
	Q. La Barrialosa	5,63	0,07
	Q. El Cedro	22,48	0,27
Río Anamichú 7		112,69	1,35
TOTAL		1677,8	20,13

Tabla 8: Área cultivada (hectáreas) y demanda hídrica por cultivo (millones de metros cúbicos) en las subcuencas de la cuenca Anamichú, asociadas de manera directa al PNN Herosas Gloria Valencia de Castaño. Fuente: POMCA - Cortolima



Para determinar el valor económico del metro cúbico en este sector, se requiere calcular el valor de la producción por hectárea para los diversos usos agrícolas. Es así como se ha tomado la información los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria para el período 2007 – 2012 que realiza el DANE. Allí se toma como referencia la superficie de suelos agrícolas que comprende cultivos transitorios, barbecho, permanentes y descanso del departamento del Tolima como escala más aproximada al área de estudio.

Así mismo se utiliza la información de las cuentas nacionales del DANE al tomar el PIB por ramas de actividad económica del departamento del Tolima: Productos de café y otros cultivos agrícolas para el mismo período. En la tabla 9 se encuentran los resultados del valor agregado de la producción agrícola por hectárea.

Se calcula que, a pesos constantes del 2014, en el período 2007-2011 la actividad agrícola generó un nuevo valor de alrededor de 7.1 millones de pesos anuales promedio por hectárea cultivada.

DESCRIPCIÓN	2007	2008	2009	2010	2011	2007-2011
Superficie en tierras productivas (miles de hectáreas)						
Suelo de Uso Agrícola	268	250	270	262	252	260
Valor agregado por ramas de actividad (miles de millones de \$)						
Productos de café	417	431	405	526	643	484
Otros productos agrícolas	1.124	1.092	1.093	1.101	1.298	1.142
Valor agregado por hectárea (miles de \$)						
Producción agrícola	6.599	6.990	6.370	7.128	8.833	7.184

Tabla 9: Valor agregado de productos agrícolas y café por hectárea (miles de pesos de 2014). 2007 – 2011. Fuente: Superficie – Encuesta Nacional Agropecuaria; Valor agregado – Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE.

Para considerar el valor económico por metro cúbico demandado en la región para el sector agrícola se procede al cálculo del valor de la producción que arriba se describió para ambas cuencas. La tabla 10 muestra los resultados para cada cuenca donde el valor generado por metro cúbico por hectárea es de \$1281 y \$591 para Amoyá y Anamichú respectivamente. Vale la pena mencionar que esta demanda hídrica se abastece de forma directa por el Parque, por lo



que la conservación del mismo y la urgente tarea de saneamiento predial representan por lo menos \$62 mil millones que benefician la población local.

Cuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Algodón		Valor de la producción \$ (millones)	Valor generado por m ³
	Has	Demanda Mmc	Has	Demanda Mmc	Has	Demanda Mmc	Has	Demanda Mmc	Has	Demanda Mmc		
Amoyá	6443,03	0,07	493,79	32,31	222,27	6,27	38,97	0,95	51,47	0,58	51.472	1.281
Anamichú	1677,80	20,13	0	0	0	0	0	0	0	0	11.312	591

Tabla 10: Área cultivada (hectáreas), demanda hídrica por cultivo (millones de metros cúbicos) y resultados de valoración económica en las cuencas de Amoyá y Anamichú, asociadas de manera directa al PNN Herosas Gloria Valencia de Castaño.

4.2.3 Distrito de riego Triángulo del Tolima

El distrito de riego Triángulo del Tolima se encuentra en jurisdicción de los municipios de Natagaima, Purificación y Coyaima, en el departamento del Tolima. El área bruta del proyecto es de 33.700 hectáreas, de las cuales serán beneficiadas con riego 20.402 hectáreas, que beneficiará a 7.540 potenciales predios y una población de 19.995 personas, conformadas por 17.502 indígenas y 2.493 campesinos.

La fuente de abastecimiento es el río Saldaña, del cual se proyecta captar un caudal máximo de 30 m³/segundo y donde se ubican las obras de captación.

De otro lado, el Parque ocupa una extensión de 96.350 hectáreas dentro de la cuenca abastecedora del río Saldaña lo que equivale al 77% de su extensión y al 15.4% del área total de la cuenca del río Saldaña.

De esta manera, si se toma el valor agregado de uso del suelo agrícola de \$4.3 millones por hectárea para el departamento del Tolima, de acuerdo a la información del ENA del apartado



anterior y excluyendo productos de café, se tiene que las 20.402 hectáreas del distrito de riego del Tolima podrían generar alrededor de \$87 mil millones al año.

Ahora bien, para establecer cuánto del valor de la producción anual se atribuye al Parque, se podría tomar como indicativo el porcentaje de adicionalidad hídrica calculado por (Reyes, 2014) donde se encontró un 25 % y 30 % adicional de agua en las sub zonas Hidrográficas (SZH) donde hay área de parque que en aquellas en donde no hay, para años medio y secos respectivamente.

Es así como al ajustar el valor económico por la productividad marginal del agua de 0.22, esto es por cada unidad de agua utilizada se generan 0.22 de valor económico de acuerdo a (Strzepek, Juana, & Kirsten, 2006), sería posible atribuir el valor del producto anual generado en el distrito de riego a la adicionalidad hídrica del Parque. De esta manera el 25% y 30% del valor anual calculado es \$21.7 mil millones y \$26,1 mil millones que al ajustarse darían un valor de \$4.7 mil millones y 5.7 mil millones para año seco y medio respectivamente, valores que se vinculan de manera directa al Parque.

Ante dicha importancia económica, vale la pena mencionar que el Plan de Manejo del Distrito de Riego ha identificado dentro de las acciones más efectivas para garantizar el recurso hídrico a largo plazo, aplicables a la cuenca abastecedora del río Saldaña: “la adquisición de áreas estratégicas, tal como lo contempla el artículo 111 de la Ley 99. No obstante, la compra de tierras no es una opción única. Como es una tarea difícil de acometer, ya que no siempre se cuentan con los recursos necesarios para adquirir toda las zonas dentro de una cuenca, esta medida puede ser complementada a través de compromisos formales con propietarios y autoridades locales y ambientales, para la conservación y preservación de áreas de significancia ambiental dentro de la cuenca abastecedora del Río Saldaña”.

Así mismo establece una serie de programas para la protección de zonas vulnerables que podrían ser fuente de recursos para las estrategias del plan de manejo del Parque.

4.2.4 Sector hidroeléctrico



En el área de influencia del Parque Nacional Natural Las Herosas se encuentran seis (6) centrales hidroeléctricas beneficiadas por los caudales que se generan en las cuencas de análisis y tres (3) centrales hidroeléctricas proyectadas, una de ellas, la microcuenca Ambeima en la cuenca Amoyá (municipio de Chaparral) con licencia ambiental y próxima a construirse. Las otras dos centrales proyectadas se encuentran en las cuencas Anamichú y Cambrín en jurisdicción del municipio de Rioblanco (Tolima). Ver tabla 11 y figura 9.

Nombre Central Hidroeléctrica	Localización Municipio	Caudal (m ³ /s)	Capacidad instalada Potencia MW	Energía GWh/Año	Recurso Hídrico	Observaciones	Empresa
Amoyá	Chaparral	18,4	80	510	Río Amoyá	En operación	ISAGEN
PCH Alto Tuluá	Tuluá	9,5	19,91	114,6	Río Tuluá	En operación	EPSA
PCH Bajo Tuluá	Tuluá	12	19,84	127	Río Tuluá	En construcción	EPSA
PCH Amaime	Palmira	12	18,6	740	Río Amaime	En operación	EPSA
Hidroeléctrica Nima I	Palmira	1,75	4,7	23,6	Río Nima	En operación desde 1942	EPSA
Hidroeléctrica Nima II	Palmira	1,75	4,7	23,6	Río Nima	En operación desde 1942	EPSA
PCH Ambeima	Chaparral	10,2	45	205.479	Río Ambeima	Licencia Amb. Res 2045 de 23 de julio de 2010.	Generadora de Los Andes S.A
Proyecto La Estación	Rioblanco		100	442	Río Cambrín	Propuesta	EPSA
Proyecto La Mitaca	Rioblanco		79	378	Río Anamichú	Propuesta	EPSA

Tabla 11: Centrales hidroeléctricas en operación y proyectadas en área de influencia del Parque Nacional Natural Las Herosas. Fuente (Barreto, 2013)



Una aproximación para asignar el valor económico del agua por cada kilovatio generado podría ser a través de su precio; sin embargo dado que este se encuentra regulado para el sector, no refleja su situación de escasez producto de la interacción entre oferta y demanda.

En este caso, el precio entonces como indicador subestimaría el valor económico del agua por lo que una aproximación alternativa es la de estimar los ahorros en que incurre el sector si no tuviera como alternativa de generación las caídas de agua (ver sección metodológica). De esta manera una aproximación es la de comparar la presente alternativa con otra posible y de mayor costo que es la de generación térmica. Para este fin se calcula la diferencia del costo de generación de kilovatio con ambas alternativas cuyo resultado son los ahorros generados para la empresa en el caso de que hubiese información disponible.

Bajo las consideraciones anteriores y sin la información disponible; se procede entonces a asociar la adicionalidad hídrica (descrita en la sección de antecedentes) de los Parques Nacionales en períodos de tiempo seco a las ganancias brutas en un 30%

En la tabla 12 se muestran los valores calculados para el área de estudio y se comparan tanto con las transferencias del sector eléctrico a las corporaciones y las ganancias brutas de las empresas si se considera el valor por kilovatio de \$66,7 registrado para este año donde por lo menos \$20 de ese valor se asocian de manera directa a la regulación hídrica del Parque en periodos de sequía lo cual podría verse como un ahorro en costos para la empresa.

Nombre Central Hidroeléctrica	Recursos Proyectados*	Ganancias Brutas	Ganancias Brutas (30% asociado al Parque)
Amoyá	1.020	34.017	10.205
PCH Alto Tuluá	229	7.643	2.293



PCH Bajo Tuluá	254	8.470	2.541
PCH Amaime	1.480	49.358	14.807
Hidroeléctrica Nima I	47	1.574	472
Hidroeléctrica Nima II	47	1.574	472
PCH Ambeima	410	13.673	4.102
Proyecto La Estación	884	29.481	8.844
Proyecto La Mitaca	756	25.212	7.563
TOTALES	5.130	171.005	10.205

Tabla 12: Resultados de valoración económica por las centrales hidroeléctricas en operación y proyectadas en área de influencia del Parque Nacional Natural Las Herosas. (*) Corresponde al 3% de las ganancias brutas Cálculos propios con base en la información presentada en la tabla 10.

Ante el ahorro mencionado la inversión en conservación por parte de las electricadoras más allá de los recursos de las transferencias del sector eléctrico es estratégica si se hace de manera puntual en los ecosistemas que generan sus fuentes hídricas; esto aún más si se considera la adicionalidad hídrica que las cuencas con conservación les generan en periodos de sequía. Vale la pena mencionar que de acuerdo al diario la República “las utilidades de Isagen cayeron 24% en el segundo trimestre del año debido al fenómeno de El Niño... Estos resultados se deben, según la compañía, a la caída de 5% en la generación y al aumento de 118% en la compra de energía en este periodo a causa del fenómeno de El Niño. Precisamente, los costos aumentaron 46% hasta \$486.218 millones” (Sánchez, 2014) .

4.2.5 Sector doméstico



En términos generales y de manera aproximada, la demanda doméstica de la zona de influencia del Parque es de 24.72 millones de metros cúbicos al año promedio. Es claro que a pesar que la zona del Valle del Cauca no incluye los consumos de acueductos veredales, es la más beneficiada con el 87% del total. De otro lado también resalta la importancia de la demanda hídrica dada en Amoyá, en particular, el municipio de Chaparral cuyo acueducto se ve beneficiado de manera directa por un tributario que nace en el Parque en épocas de sequía. La figura 10 muestra las participaciones porcentuales que a continuación se explican en detalle.

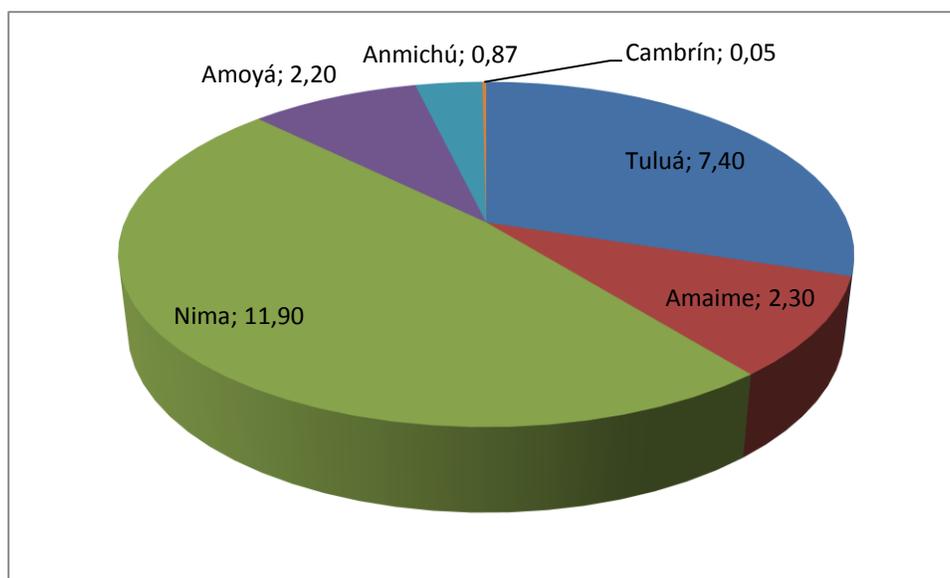


Figura 10: Consumos domésticos promedio año en millones de metros cúbicos para las cuencas de Tuluá, Amaime y Nima con fuente en Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; y Amoyá, Anamichú y Cambrín con fuente en los Planes de Ordenamiento de Cuencas – Cortolima.

Por el lado del Valle del Cauca; de acuerdo con la información disponible de la concesiones de agua existen tres acueductos en el área de influencia del Parque en el departamento del Valle del Cauca que a su vez presentan un beneficio directo con el Parque. La tabla 13 muestra la información disponible para los mismos de acuerdo a la reglamentación de aguas de la CVC.

Cuenca	Municipio/Vereda	Empresa	Asignación (L/s)	Consumos Mm³/año
Tuluá	Tuluá	Centroaguas	700	7.4



Parques Nacionales Naturales de Colombia
 Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
 Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Amaime	El Cerrito	Acuavalle	140	2.3
Nima	Palmira	Acuaviva	1000	11.9
Nima	La Cascada	JAC Acueducto Regional	20	N.d

Tabla 13: Asignación (litros por segundo) a los acueductos registrados en las reglamentaciones de aguas CVC.

De acuerdo con el Fondo agua por vida y la sostenibilidad y con información suministrada por la CVC (2010) y ACIN (2008), dichos acueductos benefician cerca de 148.156 viviendas donde viven más de un millón de personas que toma el agua proveniente de esas cuencas hidrográficas. En la tabla 14 se muestran los datos de vivienda con conexiones de acueducto por cada cuenca:

Río	Municipios beneficiados	Viviendas cabecera municipal	Viviendas resto de municipio	Administración
Frayle	Florida	10,127	4,072	Acuavalle - secretaria de salud.
Bolo	Pradera	9490		Acuavalle - secretaria de salud
	Candelaria	4105		Acuavalle - secretaria de salud
	La buitrea		200	acueducto la buitrea
Amaime			1.500	Secretaría de salud departamental, Jac.
Nima	Palmira	56.573	1.982	Acuaviva - empresas municipales secretaria de salud departamental, Jac.
El cerrito	El cerrito	7.926	685	Acuavalle - secretaria de salud.
Guabas	Guacari	5.217	1.225	Acuavalle - secretaria de salud- comité de cafeteros.
	Ginebra	2.857		Acuavalle - secretaria de salud- comité de cafeteros
San Pedro	San Pedro (todos los santo - presidente)	2.815	884	Acuavalle - secretaria de salud, junta de acción comunal
Tuluá	Tuluá	42.543	2.790	Centroaguas - empresas municipales de Tuluá - secretaria de salud departamental, Jac.
Riofrío	Trujillo	3.156		Acuavalle
	Riofrío	4.194		Acuacalabazas, Jac, secretaria salud
Subtotal viviendas valle		138886,127	9270,072	
Población que toma		850.000	168.008	



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

agua de las cuencas				
Subtotal personas		1.018.008		
Subtotal viviendas		148.156		

Tabla 14: Municipios y población beneficiada en su consumo doméstico de que hacen parte del Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad -Valle geográfico del río Cauca. Fuente (Moreno, n.d.)

De otro lado, en el departamento del Tolima existen algunos acueductos veredales beneficiados de manera directa por el Parque; sin embargo al no contar con información de las concesiones de agua se relaciona la información disponible por los POMCA que presenta un aproximado en número de personas beneficiadas y demanda hídrica.

Para dicho cálculo en el sector urbano se tomó como base el escenario poblacional de las proyecciones calculadas por el DANE para el año 2005 en las cabeceras de los 47 municipios del departamento. Para la población rural, se tuvo en cuenta los censos veredal realizados por Cortolima y la información registrada en los diferentes POT municipales.

La estimación de la demanda para consumo humano se realizó mediante el uso de coeficientes estándares de consumo básico diario de agua por habitante, establecidos por IDEAM de manera diferencial (170 litros/habitante/día, para las cabeceras municipales y 120 litros/habitante/día para el sector rural) (Tabla 15).

Cuenca	Censo		Consumos Mm³	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Amoyá	19899	23922	1,235	1,048
Anamichú	4269	13825	0,265	0,606
Cambrín	0	1.325	0	0.058

Tabla 15: Población y consumo doméstico promedio año en millones de metros cúbicos cuencas Amoyá, Anamichú y Cambrín. Fuente: POMCAs – Cortolima.

De esta manera, a pesar que los consumos registrados no constituyen el total de consumos al excluir los consumos de acueductos veredales en el Valle del Cauca, es claro que los consumos registrados en esta parte de la zona de estudio y de Amoyá son la mayor parte.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Con base en lo anterior y la información disponible se toman los acueductos del Valle del Cauca y el de Chaparral para estimar el valor económico del agua en el área de estudio, es así como se toman los acueductos identificados por las concesiones de agua que se encuentran registrados en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI) administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos. La tabla 16 muestra la información de número de suscriptores (usuarios), la cantidad de agua consumida y el valor facturado para cada uno de los seis estratos socioeconómicos tomada del SUI que se empleó para ejercicio de valoración económica.





Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

PALMIRA									
Tipo de Usuario	Usuarios		Consumo total		Consumo	Valor total		Precio	
	#	%	m3	%	m3/usuario	\$	%	\$/m3	Índice
Est. 1	2.887,00	4,46	50.885,50	5,10	17,63	60.171.813,33	3,23	1.182,49	1,00
Est. 2	33.433,00	51,63	490.413,70	49,16	14,67	939.626.108,00	50,44	1.915,99	1,62
Est. 3	21.603,00	33,36	347.606,60	34,85	16,09	651.604.126,83	34,98	1.874,54	1,59
Est. 4	5.886,00	9,09	90.939,90	9,12	15,45	167.721.804,50	9,00	1.844,31	1,56
Est. 5	944,00	1,46	17.620,70	1,77	18,67	43.603.211,75	2,34	2.474,54	2,09
Est. 6	1,00	0,00	36,70	0,00	36,70	118.154,17	0,01	3.219,46	2,72
Total Residencial	64.754,00	100,00	997.503,10	100,00	15,40	1.862.845.218,58	100,00	1.867,51	1,76
TULUÁ									
Tipo de Usuario	Usuarios		Consumo total		Consumo	Valor total		Precio	
	#	%	m3	%	m3/usuario	\$	%	\$/m3	Índice
Est. 1	2.967,00	6,60	42.449,83	6,82	14,31	48.324.994,08	3,97	1.138,40	1,00
Est. 2	20.623,00	45,88	285.814,08	45,91	13,86	473.302.306,33	38,90	1.655,98	1,45
Est. 3	14.787,00	32,90	201.910,67	32,43	13,65	445.664.793,17	36,63	2.207,24	1,94
Est. 4	3.396,00	7,56	47.792,92	7,68	14,07	109.279.167,83	8,98	2.286,51	2,01
Est. 5	3.109,00	6,92	42.811,50	6,88	13,77	135.084.521,92	11,10	3.155,33	2,77
Est. 6	66,00	0,15	1.762,58	0,28	26,71	5.028.539,67	0,41	2.852,94	2,51
Total Residencial	44.948,00	100,00	622.541,58	100,00	13,85	1.216.684.323,00	100,00	1.954,38	1,95
EL CERRITO									
Tipo de Usuario	Usuarios		Consumo Total		Consumo	Valor total		Precio	
	#	%	m3	%	m3/usuario	Valor total año	%	\$/m3	Indice
Est. 1	3.176,00	32,13	55.653,83	29,03	17,52	55.349.887,08	29,06	994,54	1,00
Est. 2	5.601,00	56,67	111.329,33	58,07	19,88	110.664.533,67	58,09	994,03	1,00
Est. 3	1.066,00	10,79	22.604,17	11,79	21,20	22.491.286,25	11,81	995,01	1,00
Est. 4	24,00	0,24	1.226,33	0,64	51,10	1.119.800,92	0,59	913,13	0,92
Est. 5	8,00	0,08	475,42	0,25	59,43	452.029,42	0,24	950,80	0,96
Est. 6	9,00	0,09	441,00	0,23	49,00	415.437,08	0,22	942,03	0,95
Total Residencial	9.884,00	100,00	191.730,08	100,00	19,40	190.492.974,42	100,00	964,92	0,97
CHAPARRAL									
Tipo de Usuario	Usuarios		Consumo Total		Consumo	Valor total		Precio	
	#	%	m3	%	m3/usuario	Valor total año	%	\$/m3	Indice
Est. 1	2.875,00	41,37	37.055,67	39,63	12,89	54.059.203,69	40,26	1.458,86	1,00
Est. 2	2.674,00	38,48	35.722,00	38,20	13,36	51.455.853,47	38,32	1.440,45	0,99
Est. 3	1.360,00	19,57	20.326,08	21,74	14,95	28.212.905,99	21,01	1.388,01	0,95
Est. 4	40,00	0,58	400,17	0,43	10,00	543.521,71	0,40	1.358,24	0,93
Est. 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Est. 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Residencial	6.949,00	100,00	93.503,92	100,00	13,46	134.271.484,87	100,00	1.436,00	0,97

Tabla 16: Resumen de la información sobre número de usuarios, consumos y valores facturados del servicio de acueducto de Palmira, Tuluá, El Cerrito y Chaparral. Año 2010. Cálculos propios con base en Superservicios, SUI (2014)



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Obsérvese como las tablas (16) denotan diferencias sustanciales en el consumo promedio mensual tanto por acueducto como por estrato en algunos casos. En Cerrito por ejemplo, mientras el estrato 6 consume 49 metros cúbicos en promedio al mes, el estrato 1 consume solo 17.52; esto a pesar de presentar los promedios de consumos más altos de todos los acueductos de análisis. Otro ejemplo es Palmira, mientras que el estrato 6 consume 36.7 metros cúbicos en promedio al mes, el estrato 1 consume solo 17.63.

Obsérvese además el grado de progresividad en los cobros (columna índice comparado con el consumo por usuario), situación que no ocurre en el Cerrito donde a pesar de que los estratos 4, 5 y 6 consumen hasta 5 veces más que los estratos más bajos, pagan menos que los mismos.

En general también se puede aducir, de acuerdo a la agregación de la información de los suscriptores y consumos de los acueductos de análisis, que el 80% de los suscriptores de los municipios se concentran en los estratos 2 y 3, situación que también se ve reflejada en el consumo de agua, donde los mismos estratos consumen el 84% del total.

Ahora bien para la estimación de los valores marginales del agua consumida, se determinan primero las elasticidades precio de la demanda del agua en los cuatro acueductos de análisis. Con esto se identifican aspectos de escasez y manejo responsable del agua tales como: hasta qué punto se podría incrementar una tarifa de cara a los periodos de escasez que se presentan en las cuencas, o qué disponibilidad de pago habría para el fondo del agua por parte de los usuarios domésticos.

Para este ejercicio de valoración con información de mercado se utilizó la información mensual precisa sobre el número de suscriptores, los consumos y las facturaciones de agua desde enero de 2003 a diciembre de 2013 de todos los estratos (con excepción de Chaparral que solo cuenta con información hasta diciembre de 2010). La tabla 17 muestra los resultados de elasticidad precio de la demanda según la cuenca donde se ubican los acueductos. En general los resultados reflejan el grado de escasez hídrica en el área con donde muestran demandas de





agua relativamente inelásticas (con poca sensibilidad respecto al precio), hecho que de forma especial se ve en el Cerrito.

Por otro lado, aunque el acueducto Chaparral no se encuentran en una cuenca con alta presión del recurso; presenta la elasticidad más baja de todas lo cual indica que un aumento en el precio incidirá de manera significativa en una reducción de la demanda, además porque presenta uno de los consumos más bajos de la zona de estudio. En todo caso como se ha visto, el acueducto de Chaparral experimenta situaciones de escasez en épocas del año que tampoco permitan bajar más su consumo y si presentar una alta disponibilidad de pago para mantener el mismo.

Resulta interesante además notar que en El Cerrito, aunque se presenta una alta situación de escasez de agua su precio por m^3 sea casi la mitad del resto. En general sobresale el hecho de que los acueductos que se ubican en las cuencas con mayor índice de escasez los consumos promedios sean también los mayores.

Cuenca	Municipio	Precio m^3	Consumo promedio (m^3)	Elasticidad	Índice de escasez
Tuluá	Tuluá	1.954,38	13,85	0.32	Medio alto
Amáime	El Cerrito	964,92	19,40	0.19	Alto
Nima	Palmira	1.867,51	15,40	0.46	Alto
Amoyá	Chaparral	1.436,00	13,46	0.04	Muy bajo

Tabla 17: Resumen de la información sobre consumos, valores facturados (Año 2010) y elasticidades precio de la demanda (con base en información 2003 – 2013) del servicio de acueducto de Palmira, Tuluá, El Cerrito y Chaparral. Año 2010. Cálculos propios con base en Superservicios, SUI (2014).

Como complemento a lo anterior y con el ánimo de mostrar un valor marginal del agua consumida y una posible disposición de pago ante reducciones hídricas, se toman tres escenarios de reducción: 10%, 25% y 50%. La tabla 18 muestra los valores marginales calculados donde Chaparral sería el acueducto de mayor disposición de pago ante una posible escasez de agua. Estos valores constituyen un valor techo que permite dar una orientación sobre un posible incremento en los precios por metro cúbico para que estos sean acordes con los respectivos balances de oferta y demanda en donde se encuentran los acueductos. Los



usuarios del Cerrito y Palmira por ejemplo, podrían reconocer la adicionalidad hídrica que provee el Parque (25% en tiempo medio como se ha comentado en secciones anteriores) con un incremento promedio de hasta \$485 y \$499 en su tarifa por metro cúbico respectivamente para labores de conservación, esto sobretodo dirigido a los estratos altos que son lo de mayor consumo por metro cúbico.

Cuenca	% Reducción		
	10	25	50
Tuluá	\$293	\$692	\$1.245
El Cerrito	\$227	\$485	\$750
Palmira	\$201	\$499	\$981
Chaparral	\$940	\$1.256	\$1.376

Tabla 18: Valores marginales del agua para consumo doméstico ante posibles reducción hídricas en el consumo. (Resultados en pesos). Cálculos propios con base en Superservicios, SUI (2014).

4. Conclusiones

El Parque Nacional Natural Herosas Gloria Valencia de Castaño es una importante área protegida del país para la producción económica. En este trabajo se resalta la importancia de sus coberturas: bosque natural y páramo por dos servicios de su amplia gama de servicios ecosistémicos hidrológicos: i) rendimiento hídrico que corresponde a la generación total de agua; ii) regulación hídrica que en un caso ideal podría equivaler a contar con un caudal lo más constante posible ante fenómenos de variabilidad y cambio climático.

En términos generales, el Parque se encuentra inmerso en seis grande subzonas hidrológicas: Río Bugalagrande, Río Tuluá, Río Amaime, Río Amoyá, Río Fraile (donde desemboca el Río Bolo) y Alto Saldaña la cual reúne (Anamichú, Cambrín, Hereje y Saldaña) en donde los sectores de agrícola, doméstico e industria son los más beneficiados con un 90.2%, 4.9% y 2.8% de la demanda hídrica total en la subzonas hidrológicas del Parque.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

A pesar de lo anterior, las mismas SZH presentan problemas de escasez de agua reflejadas en su balance de oferta y demanda, esto en particular en las cuencas del Valle del Cauca, hecho que en particular se explica por la demanda hídrica del sector cañicultor y el doméstico (municipios de Palmira y Tuluá de manera principal).

El Parque cuenta con una posición privilegiada pues no solo sus coberturas cuentan con buen un estado de conservación que le permite la provisión de sus diferentes servicios ecosistémicos; sino que su mayoría son de ecosistema de páramo y subpáramo que suman un área 81.352,01 ha que corresponde al 65,07% del Parque y una cobertura de 37.615,22 ha en bosques que corresponden al 30.10% de su área total.

Lo anterior es de especial importancia por la provisión de servicios ecosistémicos de regulación y oferta hídrica. En efecto, este trabajo mostró como este tipo de coberturas generan promedio entre un 36% y 125% de aporte al caudal, en metros cúbicos por hectárea que el resto de coberturas intervenidas. No obstante el estado de conservación del Parque no está garantizado toda vez que presentan actividades como la ganadería, algunos sistemas productivos al interior del Parque y una situación crítica de predios en donde de los 198 predios superpuestos con el área protegida solo 18 son de la Nación y 4 en el municipio de Buga destinados a la conservación.

Es así como la valoración económica en este trabajo estuvo encaminada en mostrar la importancia económica que dichas coberturas tienen en la actualidad, esto con el fin de mostrar posibles disposiciones de aportes dirigidos a la conservación de las mismas para el mantenimiento de sus servicios ecosistémicos, donde se destacan los siguientes resultados:

Sector cañicultor: Presenta un valor de la producción económica cercano a \$184 mil millones año para la zona de estudio. El valor económico por metro cúbico en el sector arrojó un valor cercano a \$795. Así mismo, ante un escenario de disminución hídrica de entre 28% y 34% el sector experimentaría como consecuencia una disminución hídrica que pasa de 232 mil metros cúbicos a 164 mil metros cúbicos, reflejado en un valor económico de \$54 mil millones anuales, valor que podría ser considerado por el sector como aporte techo a la conservación y



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

creación de nuevas áreas de conservación en la zona de estudio, algo así como un aporte de \$367 por metro cúbico año.

Sector agrícola: Amoyá y Anamichú: El valor generado por metro cúbico por hectárea es de \$1281 y \$591 para Amoyá y Anamichú respectivamente, en un lugar donde su demanda hídrica se abastece de forma directa por el Parque, por lo que la conservación del mismo y la urgente tarea de saneamiento predial representan por lo menos \$62 mil millones año que benefician la población local.

Distrito de Riego Triángulo del Tolima: El Parque ocupa una extensión de 96.350 hectáreas dentro de la cuenca abastecedora del río Saldaña lo que equivale al 77% de su extensión y al 15.4% del área total de la cuenca del río Saldaña lo que se traduce en un aporte económico directo vinculado al Parque de entre \$4.7 mil millones y \$5.7 mil millones al año para año seco y medio respectivamente. Vale la pena mencionar que el Plan de Manejo del Distrito de Riego ha identificado dentro de las acciones más efectivas para garantizar el recurso hídrico a largo plazo, aplicables a la cuenca abastecedora del río Saldaña: “la adquisición de áreas estratégicas, tal como lo contempla el artículo 111 de la Ley 99 y una serie de programas para la protección de zonas vulnerables que podrían ser fuente de recursos para las estrategias del plan de manejo del Parque.

Sector hidroeléctrico: En el área de influencia del Parque Nacional Natural Las Herosas se encuentran seis (6) centrales hidroeléctricas beneficiadas por los caudales que se generan en las cuencas de análisis y tres (3) centrales hidroeléctricas proyectadas, una de ellas, la microcuenca Ambeima en la cuenca Amoyá (municipio de Chaparral) con licencia ambiental y próxima a construirse. Las otras dos centrales proyectadas se encuentran en las cuencas Anamichú y Cambrín en jurisdicción del municipio de Río Blanco. Estas hidroeléctricas podrían representar \$5.130 millones por concepto de las transferencias del sector eléctrico de 3% dirigidas a las corporaciones de influencia y \$171.005 millones por concepto de ahorros derivados a una mayor disponibilidad hídrica en tiempos de sequía derivados del Parque.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Ante dicho ahorro, la inversión en conservación por parte de las electrificadoras más allá de los recursos de las transferencias del sector eléctrico es estratégica si se hace de manera puntual en los ecosistemas que generan sus fuentes hídricas. Vale la pena mencionar que de acuerdo al diario la República “las utilidades de Isagen cayeron 24% en el segundo trimestre del año debido al fenómeno de El Niño... Estos resultados se deben, según la compañía, a la caída de 5% en la generación y al aumento de 118% en la compra de energía en este periodo a causa del fenómeno de El Niño. Precisamente, los costos aumentaron 46% hasta \$486.218 millones”

Sector doméstico: La demanda doméstica de la zona de influencia del Parque es de 24.72 millones de metros cúbicos al año promedio. Es claro que a pesar que la zona del Valle del Cauca no incluye los consumos de acueductos veredales, es la más beneficiada con el 87% del total. Se pudo constatar que existen diferencias sustanciales en los consumos hídricos promedio al año entre estratos y que en Cerrito el valor que pagan los mayores estratos no corresponde a su consumo. Además sobresale el hecho de que los acueductos que se ubican en las cuencas con mayor índice de escasez presenten los consumos promedios más altos. El ejercicio mostró que existe una disponibilidad de incremento en la tarifa general; se sugiere como por ejemplo los usuarios del Cerrito y Palmira, podrían reconocer la adicionalidad hídrica que provee el Parque con un incremento promedio de hasta \$485 y \$499 en su tarifa por metro cúbico respectivamente para labores de conservación, esto sobretodo dirigido a los estratos altos que son lo de mayor consumo por metro cúbico.





Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Referencias bibliográficas

Alberto, J., Saturnino, J., Ángel, M., Latinoamericana, T., Godínez-montoya, L., García-salazar, J. A., & Fortis-hernández, M. (2007). Valor Económico del Agua en el Sector Agrícola de la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana*, 25(1, enero-marzo), 51–59.

Arbeláez, M. A., Estacio, A., & Olivera, M. (2010). Impacto socioeconómico del sector azucarero colombiano en la economía nacional y regional. (No. 31). *Cuadernos de Fedesarrollo* (Vol. 31).

Arévalo-Uribe, D. (2012). Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. *Colombia: WWF Reporte*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Una+mirada+a+la+agricultura+de+Colombia+desde+su+Huella+Hídrica#0>

Asocaña. (2014). Aspectos Generales del Sector Azucarero 2013-2014.

Barreto, L. (2013). PLAN DE MANEJO DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LAS HERMOSAS GLORIA VALENCIA DE CASTAÑO. Palmira.

Bezaury-Creel, J. (2009). El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos. ... -Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:El+valor+de+los+bienes+y+servicios+que+las+áreas+naturales+protegidas+proveen+a+los+mexicanos#0>

CENICANÑA. (1984). Informe Anual 1983. Cali.

Cruz, V., Torres, J., Besosa, T., & Rojas, L. (2008). Resultados preliminares acerca de la función de respuesta de la caña de azúcar al agua. *Carta Trimestral*, 32(1-2), 12–16.

Gibbons, D. (1987). *The Economic Value of Water* (p. 101). Washington, D.C.: Resources for the Future.

IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

Moreno, P. (n.d.). FONDO AGUA POR LA VIDA Y LA SOSTENIBILIDAD Valle geográfico del río Cauca. Cali.

Pérez Roas, J. A. (n.d.). Valoración Económica del Agua. Mérida.



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

- Reyes, M. A. (2014). Importancia económica de la provisión y regulación hídrica de los Parques Nacionales Naturales de Colombia para los sectores productivos. Bogotá D.C.
- Rudas, G. (2009). Tarifas de las tasas por el uso de agua. Impactos sobre el costo del servicio de acueducto residencial y sobre la rentabilidad industrial y agropecuaria. Bogotá D.C.
- Sánchez, M. A. (2014, July 31). El Niño le pasó la cuenta de cobro hasta a los resultados de Isagen. La República. Bogotá D.C. Retrieved from http://www.larepublica.co/el-niño-le-pasó-la-cuenta-de-cobro-hasta-los-resultados-de-isagen_151611
- Strzepek, K. M., Juana, J. S., & Kirsten, J. F. (2006). Marginal productivity analysis of global inter-sectoral water demand (No. 26).
- Torres, J., Cruz, J., & Villegas, F. (2004). Avances técnicos para la programación y el manejo del riego en la caña de azúcar. Serie Técnica, (33).
- Uribe, N., Estrada, R. D., & Jarvis, A. (2009). IMPACTO DEL USO DE LA TIERRA EN LA GENERACION DE CAUDALES Y SEDIMENTOS: EL CASO DE LAS CUENCAS TULUA-MORALES, GUABAS, SABALETAS, AMAIME, NIMA, BOLO, FRAILE, DESBARATADO Y PALO. Cali.
- Verweij, P., Schouten, M., Beukering, P. Van, Triana, J., Leeuw, K. Van Der, & Hess, S. (2008). Amazon Forests Standing: a matter of values.
- Viveros, C. (2011). Identificación de características asociadas con la mayor eficiencia en el uso de agua para la producción de caña de azúcar. Universidad Nacional de Colombia Palmira.
- Young, R. (2005). Determining the Economic Value of Water (p. 357). Washington, D.C.: Resources for the Future.





ANEXOS

A.1. Metodología de valoración por sectores priorizados.

El consumo del agua, desde la óptica económica, se divide en usos consuntivos y usos no consuntivos. El uso consuntivo incluye el uso agrícola, el abastecimiento público, la industria y la generación de energía por medio de termoeléctricas, en los cuales el agua es consumida. Por su parte, la generación de energía por medio de presas hidroeléctricas se considera como un uso no consuntivo, ya que el agua sigue su curso y es utilizada posteriormente en otros usos (Bezaury-Creel, 2009).

Este estudio tiene como sectores priorizados los usos consuntivos: sector doméstico, riego y pecuario; y los usos no consuntivos: hidroeléctrico. Este ejercicio se basa en la aproximación de precios sombra y de realizar una primera revisión de que datos del mercado e información puede ser utilizada.

Los precios sombra son expresiones de la Disponibilidad a Pagar (DAP). Esta se refleja en la curva de demanda que expresa la DAP de un consumidor o productor como una función de la cantidad del bien o servicio y constituye una medida de bienestar. Aquí lo que interesa es determinar cómo puede cambiar dicho bienestar ante posibles reducciones de la disponibilidad de los servicios hídricos provistos por el Parque. Las técnicas de valoración económica a emplear se explican a continuación, y su aplicación depende en buena medida de la información disponible:

A1.1.1 Sector Agrícola

El método de función de producción se empleará aquí orientado de manera especial al sector cañicultor. Aquí se deberían cumplir por lo menos con tres criterios: i) identificar y cuantificar todos los insumos importantes, ii) Estimar de forma adecuada la función y nivel de producción



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

asociada con los insumos; y iii) Tener cuidado cuando el agua contribuye en una pequeña fracción al valor de la producción (Pérez Roas, n.d.).

Con el método de función de producción se busca estimar la productividad marginal del agua la cual indica el aumento en el beneficio neto por unidad de recurso utilizado (volumen de agua). Esto quiere decir que se busca modelar la relación entre el uso del agua y el producto para explicar y pronosticar la importancia del agua como insumo en el proceso productivo (Alberto et al., 2007). De manera específica lo que se busca aquí es resaltar como la adicionalidad hídrica provista por el Parque mantiene determinado nivel de productividad. Por lo general las funciones de producción se realizan a partir de opinión de expertos (Gibbons, 1987), pero aun así son importantes los experimentos en campo como el que se pretende realizar aquí.

En el sentido anterior, en tanto sea posible recolectar la información necesaria, se realizará un análisis estadístico a modo de realizar un experimento controlado de cultivos representativos (de caña) con diferentes cantidades demandadas de agua. En lo posible también sería deseable obtener registros de diferentes años representativos para poner en contraste la producción con la variabilidad climática.

Los datos obtenidos se ajustarán con técnicas estadísticas, por lo general, una regresión de mínimos cuadrados ordinarios con el fin de estimar la productividad marginal y total del agua del Parque para el riego. Por lo general se utiliza una función cuadrática la cual refleja los rendimientos decrecientes del agua y que puede ser estimada mediante la siguiente expresión:

$$y = a + b_1X + b_2X^2$$

donde

y = producción por unidad (área).
X = cantidad de agua utilizada.
a,b = constantes para estimar.



Requerimientos de Información: Sector Agrícola

A continuación se relaciona la información solicitada al sector cañicultor del área de influencia del Parque para el ejercicio:

VARIABLE	INFORMACIÓN
Productividad Marginal del Agua	<ul style="list-style-type: none">- Valor de la producción bruta de las empresas para el ciclo agrícola seleccionado.- Costos totales de las empresas para el ciclo agrícola seleccionado.- Consumo de agua para el ciclo agrícola seleccionado. Extensión del cultivo. (has)- Producción agrícola de un año seleccionado.- Valor de la producción agrícola.

A1.1.2 Sector hidroeléctrico

El valor del agua para hidroelectricidad es sitio específico. (Young, 2005) especifica dos pasos para valorar el agua para generación hidroeléctrica. Primero valorar la cantidad producida de electricidad para una planta hidroeléctrica específica. Por lo general, esto se hace a través del costo de oportunidad de otra fuente de producción eléctrica (planta térmica), obteniéndose el precio sombra de la electricidad. Segundo, mediante el método residual, se calcula la porción del valor total de la electricidad atribuible al agua usada para generar.

Según la disponibilidad de información, se pretende emplear el siguiente modelo propuesto por Albery (1968) (citado por Young, 2005) el cual todavía es empleado para valoración. . El modelo deriva la máxima Disponibilidad a Pagar (DAP) por agua al tomar en cuenta una alternativa más barata de fuente de electricidad. El valor de un pie cúbico por segundo, X, para un año viene dado por:



$$X = Y_f(0.0848)eh - [0.0848C(\alpha + \beta)/8760f]$$

donde:

- G = costo de capital, \$/KW, de capacidad de generación de una infraestructura (presa).
T = costo de capital, \$/KW, de capacidad de líneas de transmisión y subestación.
C = G + T
 α C = costo de capital como Costo Anual equivalente, donde α es el factor de recuperación de capital para un período de planificación y una tasa de interés dada.
 β = porcentaje de costo de capital para calcular el costo anual de operación y mantenimiento.
e = eficiencia general hidráulica, mecánica y eléctrica.
f = factor anual de utilización de la capacidad (tasa de carga media de la planta sobre la capacidad instalada de generación).
h = carga efectiva media en pies (altura de agua del lago menos la elevación de la cola del agua).
q = caudal (pies cúbicos por segundo) a generación máxima (se asumen que todos los equipos operan a su capacidad máxima normal de carga).
Z = valor de un acre pie de agua (\$)
Yf = precio de cuenta de la electricidad (\$/KWh) al factor f. Debe determinar por el método de costo alternativo para cada caso.
0,0848 = constante relacionando pies cúbicos de agua a kilowatio hora.
8760 = número de horas en un año.

Requerimientos de Información: Sector Hidroeléctrico

A continuación se relaciona la información solicitada al sector cañicultor del área de influencia del Parque para el ejercicio:

VARIABLE	INFORMACIÓN
DAP (alternativa más barata)	<ul style="list-style-type: none">- Valor en pesos de un metro cúbico de agua para un año.- Factor de utilización anual (relación entre el promedio de generación y su capacidad máxima instalada)- Precio de la electricidad (en pesos por KwH) dado el factor de utilización- Eficiencia promedio (hidráulica, mecánica y eléctrica)



	<ul style="list-style-type: none">- Promedio de altura efectiva de caída en metros- Costos de capital en pesos por Kilovatio Hora (KwH) de capacidad instalada del proyecto (incluye costos de activos de la generadora, represa, líneas de transmisión y subestaciones eléctricas).- Depreciación de la inversión o costos anualizados.- Costos anuales de operación y mantenimiento.
--	---

A1.1.3 Sector hidroeléctrico

Para estimar la DAP, aquí se seguirá el método propuesto por (Young, 2005) en donde se obtiene una función de demanda con una forma funcional asumida (de acuerdo a la disponibilidad de información puede ser estimada también) y mediante el uso de algún punto observado: precio-cantidad de la función. En esta aproximación, el valor económico de algún cambio asumido en la disponibilidad de agua (o evitado según la adicionalidad hídrica del Parque) se halla a través de la función de demanda inferida. Luego se restarían los costos de provisión para determinar el excedente del consumidor, y si es posible también se ajustaría el resultado al tener en cuenta las pérdidas del sistema. Este método requiere de la siguiente información:

- Un precio observado durante un período específico.
- Consumos de agua durante el mismo periodo
- Un cambio hipotético en la cantidad disponible.
- Una elasticidad precio de la demanda asumida (o estimada).

Así pues con el fin de encontrar el valor derivado de una variación en la cantidad de agua disponible, con una función de demanda de elasticidad constante, el área bajo la curva bajo dos cantidades específicas se puede encontrar a través de resolver la ecuación que refleja las



cantidades en los dos puntos y el precio seleccionado (observado) para el punto inicial de los puntos. De esta manera al asumir la elasticidad precio de la demanda (ϵ) constante sobre el cambio analizado (y no igual a 1.0), y que ya se tiene el precio inicial (P1) y la cantidad (Q1) luego es posible hallar el excedente del consumidor mediante la siguiente expresión:

$$V = \left(\frac{P_1 \cdot Q_1^{\frac{1}{\epsilon}}}{1 - \frac{1}{\epsilon}} \right) \left(Q_2^{1 - \frac{1}{\epsilon}} - Q_1^{1 - \frac{1}{\epsilon}} \right)$$

Requerimientos de información: Sector doméstico.

A continuación se relaciona la información solicitada al sector cañicultor del área de influencia del Parque para el ejercicio:

VARIABLE	INFORMACIÓN
Excedente del consumidor	<ul style="list-style-type: none"> - Número de usuarios por estrato. - Consumo de agua por estrato. - Precio de agua por metro cúbico según estrato.

A.2. Resultados de regresión lineal para la estimación de las elasticidades precio de la demanda de agua.

Dependent Variable: LOG(M3_USUARIO) PALMIRA
Method: Panel Least Squares
Date: 07/05/14 Time: 08:35
Sample: 1 130
Periods included: 12
Cross-sections included: 11
Total panel (unbalanced) observations: 130
LOG(M3_USUARIO)=C(1)+C(2)*LOG(__M3)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	6.198414	0.095660	64.79656	0.0000
C(2)	-0.461319	0.013403	-34.42022	0.0000
R-squared	0.902495	Mean dependent var		2.908601
Adjusted R-squared	0.901733	S.D. dependent var		0.143766



Parques Nacionales Naturales de Colombia
 Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
 Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

S.E. of regression	0.045067	Akaike info criterion	-3.346056
Sum squared resid	0.259976	Schwarz criterion	-3.301940
Log likelihood	219.4936	Hannan-Quinn criter.	-3.328130
F-statistic	1184.752	Durbin-Watson stat	0.718668
Prob(F-statistic)	0.000000		

Dependent Variable: LOG(M3_USUARIO) TULUÁ

Method: Panel Least Squares

Date: 07/05/14 Time: 08:41

Sample: 1 132

Periods included: 12

Cross-sections included: 11

Total panel (balanced) observations: 132

LOG(M3_USUARIO)=C(1)+C(2)*LOG(__M3)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	5.098473	0.082150	62.06302	0.0000
C(2)	-0.325815	0.011238	-28.99327	0.0000

R-squared	0.866064	Mean dependent var	2.718004
Adjusted R-squared	0.865033	S.D. dependent var	0.085722
S.E. of regression	0.031493	Akaike info criterion	-4.063095
Sum squared resid	0.128932	Schwarz criterion	-4.019416
Log likelihood	270.1643	Hannan-Quinn criter.	-4.045346
F-statistic	840.6095	Durbin-Watson stat	1.923400
Prob(F-statistic)	0.000000		

El

CERRITO

Dependent Variable: LOG(M3_USUARIO)

Method: Panel Least Squares

Date: 07/05/14 Time: 08:58

Sample: 1 132

Periods included: 12

Cross-sections included: 11

Total panel (balanced) observations: 132

LOG(M3_USUARIO)=C(1)+C(2)*LOG(__M3)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	4.357495	0.101610	42.88444	0.0000
C(2)	-0.199290	0.015337	-12.99386	0.0000

R-squared	0.564985	Mean dependent var	3.038831
Adjusted R-squared	0.561639	S.D. dependent var	0.087961
S.E. of regression	0.058238	Akaike info criterion	-2.833516
Sum squared resid	0.440919	Schwarz criterion	-2.789838



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño
Y Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales

Log likelihood	189.0121	Hannan-Quinn criter.	-2.815767
F-statistic	168.8404	Durbin-Watson stat	0.811372
Prob(F-statistic)	0.000000		

Dependent Variable: LOG(M3_USUARIO)

Method: Panel Least Squares

Date: 08/07/14 Time: 11:28

Sample: 1 91

Periods included: 12

Cross-sections included: 8

Total panel (unbalanced) observations: 91

LOG(M3_USUARIO)=C(1)+C(2)*LOG(__M3)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	2.938595	0.109500	26.83640	0.0000
C(2)	-0.044374	0.015664	-2.832938	0.0057

R-squared	0.082716	Mean dependent var	2.630611
Adjusted R-squared	0.072409	S.D. dependent var	0.129620
S.E. of regression	0.124839	Akaike info criterion	-1.301845
Sum squared resid	1.387054	Schwarz criterion	-1.246661
Log likelihood	61.23393	Hannan-Quinn criter.	-1.279581
F-statistic	8.025536	Durbin-Watson stat	2.009711
Prob(F-statistic)	0.005705		

