



Propuesta técnico - económica para el diseño e implementación de un esquema de pago por servicios ambientales en el área de jurisdicción de CORPOGUAVIO

INFORME FINAL

Agosto de 2008

TABLA DE CONTENIDO

1. Antecedentes	3
2. Introducción	5
3. Definición y Caracterización del Área de intervención	6
3.1. Cartografía base	6
3.2. Coberturas	7
3.3. Área de Intervención	10
3.4. Descripción socioeconómica	12
4. Problemática Ambiental y Línea Base	14
4.1. Agua	16
4.1.1. Interacción entre la calidad del agua y los usos del suelo	17
4.1.2. Usuarios de acueductos veredales y predios de la zona (ubicación, caudal captado/volumen concesionado)	23
4.1.3. Oferta hídrica (medición de caudales), información climatológica para estimación de caudales	24
4.1.4. Análisis de escasez hídrica	25
4.2. Biodiversidad	25
4.2.1. Flora	26
4.2.2. Fauna	26
4.2.3. Levantamientos Florísticos	28
4.2.4. Establecimiento de la Línea Base de coberturas vegetales	36
5. Servicios Ambientales	42
5.1. Descripción de la operación del esquema de PSA	42
5.1.1. Identificación de los proveedores del servicio ambiental	42
5.1.2. Coberturas y usos del suelo generadores de los servicios ambientales	44
5.1.3. Identificación de los compradores	45
5.2. Descripción general del valor a pagar	46
5.2.1. Metodología y Análisis de Costos de Oportunidad	47
5.2.2. Propuesta de pago por servicios ambientales	58
6. Operación del esquema	60
7. Monitoreo	62
8. Plan de Implementación	65
Referencias Bibliográficas	66
ANEXO I	68
ANEXO II	78
ANEXO III	79
ANEXO IV	80
ANEXO V	89

1. Antecedentes

La búsqueda de nuevas estrategias, instrumentos y/o metodologías alternativas que promuevan la conservación de la biodiversidad han sido una de las labores principales que han desarrollado las autoridades ambientales y demás organizaciones ambientalistas del orden nacional e internacional de carácter público y/o privado en los últimos años. Los esquemas punitivos y de comando y control han demostrado poca eficiencia en el seguimiento de actividades que deterioran el medio ambiente, como lo demuestran las cifras publicadas por diferentes Organizaciones (CI, FAO, CIFOR, TNC, WWF) en cuanto a la disminución de la biodiversidad y de los recursos naturales en los últimos años como consecuencia de actividades antrópicas.

En este contexto, en los últimos años diversos autores han documentado el surgimiento de nuevos instrumentos en las labores de seguimiento de los diferentes sectores, entre los cuales se encuentra el Pago por Servicios Ambientales o PSA (Robertson & Wunder 2005). Este tipo de esquemas busca la conservación de ecosistemas y el mejoramiento de las condiciones sociales de los moradores o habitantes de las áreas donde se encuentran presentes esos recursos biológicos.

Conciente de la importancia que esquemas como el PSA ofrece, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial contrato por intermedio de FONADE la consultaría para el diseño y desarrollo de la Estrategia Nacional de PSA, cuyo objetivo general es establecer el marco jurídico, técnico y económico para el diseño, desarrollo y consolidación de una Estrategia Nacional de PSA en Colombia. Después de un proceso de selección la unión temporal conformada por la Corporación Ecovera y Ecosecurities B.V., fueron escogidos para su realización.

La primera actividad que se desarrolló en el marco de esta consultaría fue el Taller Nacional de Servicios Ambientales (Cartagena 15 y 16 de febrero de 2007), organizado y financiado por el MAVDT, CI, TNC y WWF, que contó con la participación de diferentes instituciones nacionales y regionales públicas y privadas.

Uno de los aspectos discutido en el Taller fue la necesidad de desarrollar proyectos piloto, a fin de refinar los conceptos y planteamientos que sustentan conceptualmente la Estrategia Nacional, con las realidades y necesidades locales.

En este sentido, la Corporación Ecovera ha venido desarrollando de manera conjunta con la Corporación Autónoma del Guavio, el diseño de un proyecto piloto de PSA en el área de Jurisdicción de esta entidad. Uno de los primeros elementos identificados en el diseño fue la necesidad de encontrar fuentes alternativas de financiación para el desarrollo del proyecto, así como la necesidad de vincular activamente Organizaciones No Gubernamentales nacionales e internacionales que apoyen de manera efectiva el componente de biodiversidad que involucra este proyecto.

Es así como la Corporación Ecoversa teniendo en cuenta el liderazgo que Conservación Internacional ha tenido nacional e internacionalmente en el tema de PSA, propone vincular a CI de manera directa en la fase de implementación de esta iniciativa, no solo desde el aporte de recursos económicos, sino desde el acompañamiento técnico en la incorporación del componente de biodiversidad en el proyecto piloto a desarrollar. Esta participación sin duda será importante no solo desde una perspectiva local en áreas donde CI ha hecho presencia, sino que le permitirá participar con su experticia en el apoyo a la implementación de la Estrategia Nacional de PSA en discusión actualmente en el SINA.

2. Introducción

El Pago por Servicios Ambientales – PSA es un instrumento novedoso de conservación y mejoramiento ambiental basado en el reconocimiento que los ecosistemas generan una serie de bienes y servicios directos e indirectos, cuyos beneficios trascienden los predios en donde se encuentran dichos ecosistemas. Por ende, en un esquema de PSA, se trata de establecer un mecanismo mediante el cual el beneficiario del servicio ambiental pague o compense a las personas que realizan actividades de mejoramiento ambiental o que conservan o restauran los ecosistemas en sus predios.

El concepto de pago por servicios ambientales no es nuevo en Colombia y puede identificarse desde 1996 cuando se creó, con el Decreto 900, el Certificado de Incentivo Forestal de conservación, como un reconocimiento del Estado de los costos en que los dueños de los predios incurren en la conservación de bosques naturales.

Recientemente el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 establece como meta del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la creación de un sistema de pago por servicios ambientales como estrategia de conservación de la biodiversidad. Adicionalmente, en la Ley que **adopta el Plan (Ley 1151 de 2007), se modifica el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, posibilitando que los Municipios destinen el 1% de sus ingresos corrientes a la compra de predios en cuencas** abastecedoras del acueducto municipal o al pago por servicios ambientales.

Durante el año 2007, el Ministerio de Ambiente avanzó en el objetivo establecido en el Plan de Desarrollo al contratar con la Corporación ECOVERSA y ECOSECURITIES, el diseño de la Estrategia Nacional de Pago por Servicios Ambientales. Actualmente existe un borrador de Estrategia que se encuentra en concertación al interior del Sistema Nacional Ambiental.

Este capítulo contiene el diseño de un esquema de pago por servicios ambientales en la jurisdicción de CORPOGUAVIO, como parte del cuarto componente del Convenio de Cooperación 098 de 2007.

El diseño de este esquema pretende ser pionero en Colombia, con el objetivo tanto de ilustrar cómo puede funcionar un esquema de este tipo y de poder ser replicado en otras regiones del país. Por lo tanto, en lo posible se siguieron los conceptos, directrices y lineamientos planteados en el borrador de Estrategia Nacional de Pago por Servicio Ambientales.

En consecuencia para efectos de este trabajo, se adoptó la definición de Pago por Servicios Ambientales del borrador de Estrategia Nacional, que adapta el planteado por Wunder (2006) así:

- una transacción voluntaria, donde...

- el aumento, mantenimiento o provisión de servicio ambiental definido (o un uso de la tierra que aseguraría ese servicio)...
- es reconocida económicamente por al menos un comprador del servicio ambiental...
- a por lo menos un proveedor de SA...
- sólo si el proveedor asegura la provisión del servicio ambiental transado (condicionamiento).

Por lo tanto, un PSA cuenta con la participación voluntaria de compradores y vendedores claramente definidos, interesados en la transacción de un determinado servicio ambiental que se debe poder medir. La provisión del servicio ambiental se debe formalizar, usualmente a través de un contrato suscrito por las partes.

El diseño incluyó el desarrollo metodológico para pago por servicios hídricos y de biodiversidad así como de modelos de convenios y contratos. Estas herramientas técnicas y jurídicas se presentan en los Anexos 4.1: Metodología de pago por el servicio ambiental hídrico; 4.2: Modelo de Convenio entre compradores; 4.3: modelo de contrato con los proveedores del servicio ambiental; y 4.4: Hoja de cálculo del Índice de Biodiversidad por predio.

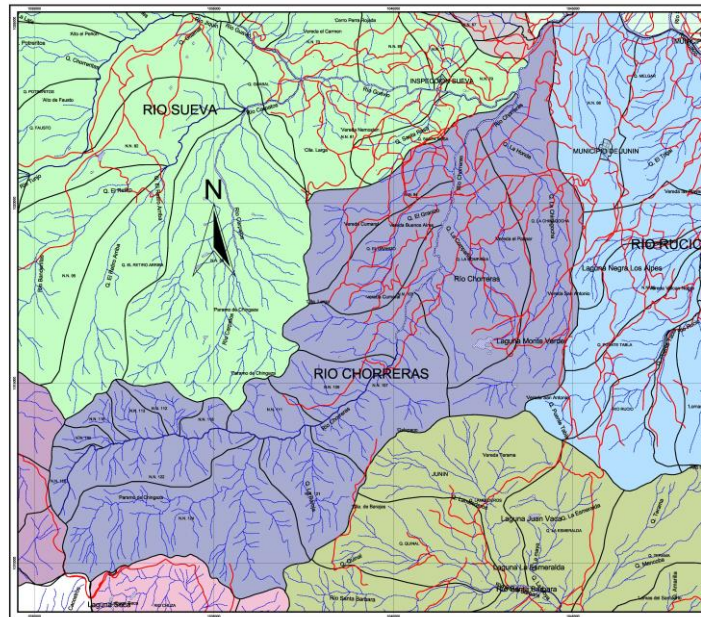
Este texto está dividido en ocho secciones, cada una de las cuales abarca un aspecto del esquema de pago por servicios ambientales. En lo restante, la sección 3 presenta la descripción del área de intervención, ubicada en el municipio de Junín. En la sección 4, se describe la problemática y la línea base. En la quinta se describen los servicios ambientales identificados como los más significativos en el área, se elabora una caracterización de los mismos y se identifican los actores que se verían incluidos en el esquema. La sección 6, se presenta la descripción de la operación del esquema de PSA propuesto; en la 7 se presenta la propuesta de características que debe abarcar el monitoreo para el correcto funcionamiento del esquema, mientras que en la última sección se comentan aspectos de la implementación.

3. Definición y Caracterización del Área de intervención

3.1. Cartografía base

De acuerdo con el Plan de Ordenación y Manejo del Área de Drenaje Chorreras, elaborado por Ecoforest (2005), el área del río Chorreras tiene una extensión de 9,868 hectáreas. Está contenida completamente en el municipio de Junín, del cuál abarca 29% del territorio. La mayor parte del área corresponde a las veredas Valle de Jesús (60%) y San Francisco (38%), y el resto pertenece a sectores de las veredas San Pedro, Alemania y Junín Centro.

Figura 3-1 Cuenca del Río Chorreras y Áreas de Drenaje

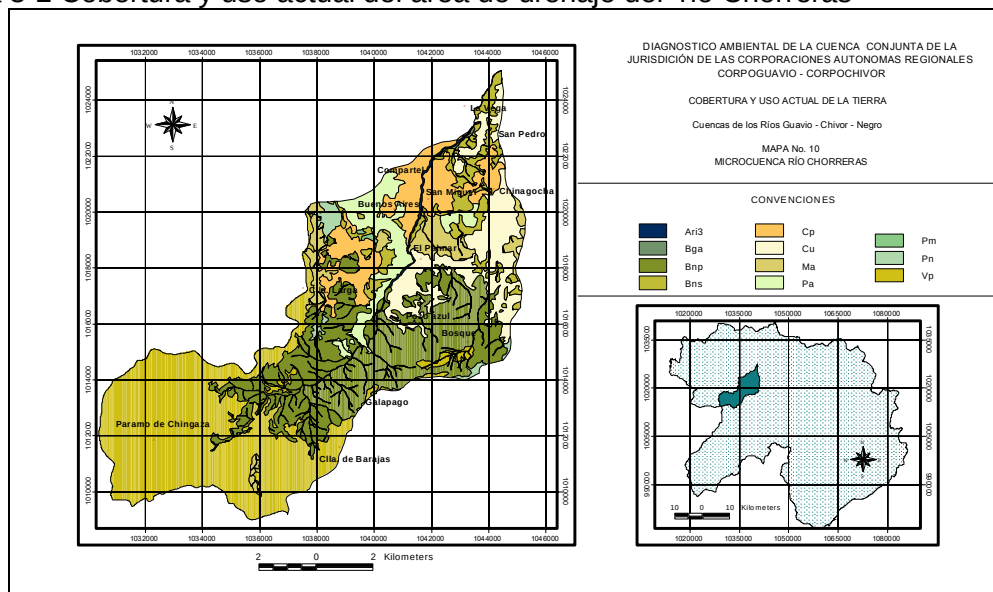


Fuente: Ecoforest, (2005)

3.2. Coberturas

En las cotas superiores del área están ubicados los páramos de Chingaza y Barajas. El área drena en sentido sur – norte, y es en esa dirección que los ecosistemas hacen transición de páramo (4,300-3,400 m.s.n.m.) a subpáramo (3,600–3,400 m.s.n.m.), bosque alto andino (3,400–3,000 m.s.n.m.) y luego bosque andino (3,000–2,000 m.s.n.m.) (Rodríguez, 2006). El siguiente mapa muestra la localización y las coberturas y usos del suelo en el área de drenaje del Río Chorreras.

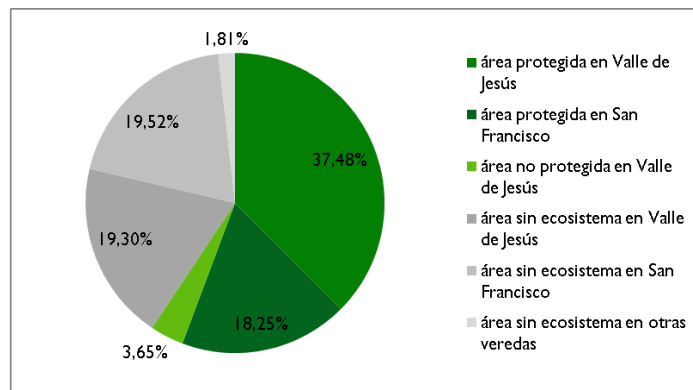
Figura 3-2 Cobertura y uso actual del área de drenaje del río Chorreras



Como se aprecia en la figura anterior, las partes altas de la cuenca se encuentran en coberturas naturales (páramos y bosques) en un buen estado de conservación. Así mismo, hacia la parte media y baja se observa la presencia de cultivos y pastos.

Los sectores con vegetación natural en el área son amplios y están en su mayoría protegidos, como muestran las cifras presentadas en la figura 3-3.

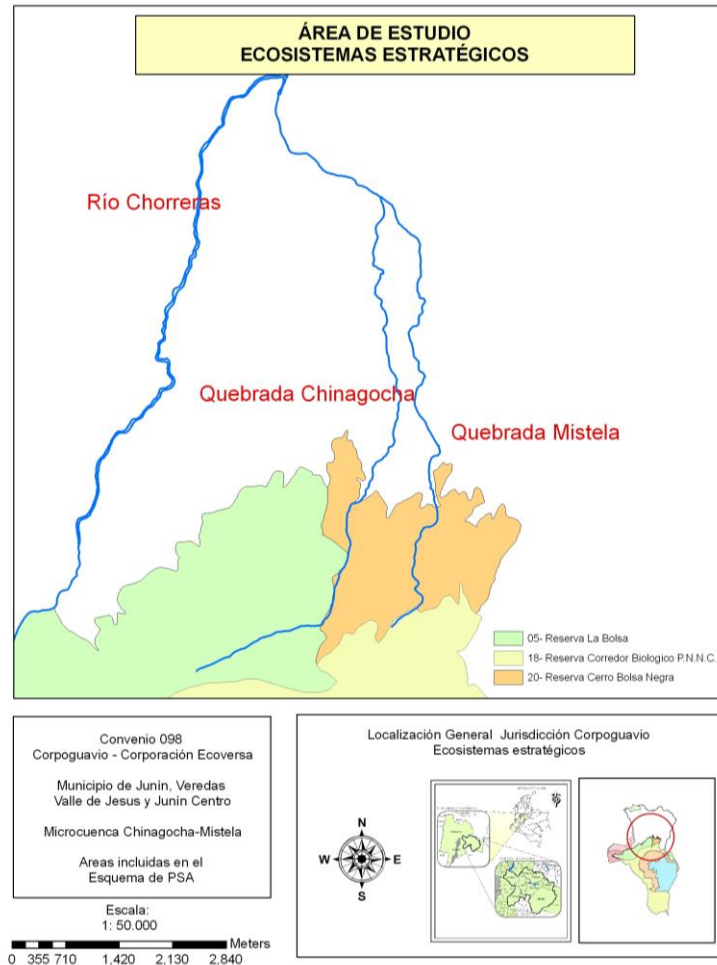
Figura 3-3 Distribución de las áreas naturales y otras áreas del área de drenaje Chorreras.



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con información georreferenciada, suministrada por CORPOGUAVIO (2005), las áreas protegidas en el área de la cuenca Chorreras, son las que se muestran en la figura 3-4. Las áreas naturales ocupan el sector sur: en el extremo suroriental está Reserva Forestal La Bolsa, en el suroccidental la Reserva Nacional Forestal Río Chorreras y Concepción, y en el sur una fracción del Parque Nacional Natural Chingaza.

Figura 3-4 Áreas protegidas en el Sector La Bolsa



La vertiente occidental del área es considerablemente escarpada, por lo que la cobertura natural susceptible de ser intervenida es pequeña y no representa un porcentaje significativo de afectación del sistema natural, así como tampoco se considera sujeto a amenaza por cuenta del avance de la frontera agrícola. Lo contrario, se observa en el sector oriental del Chorreras, dado que en la parte central se forma un pequeño valle que le da el nombre a la vereda donde se ubica, Valle de Jesús.

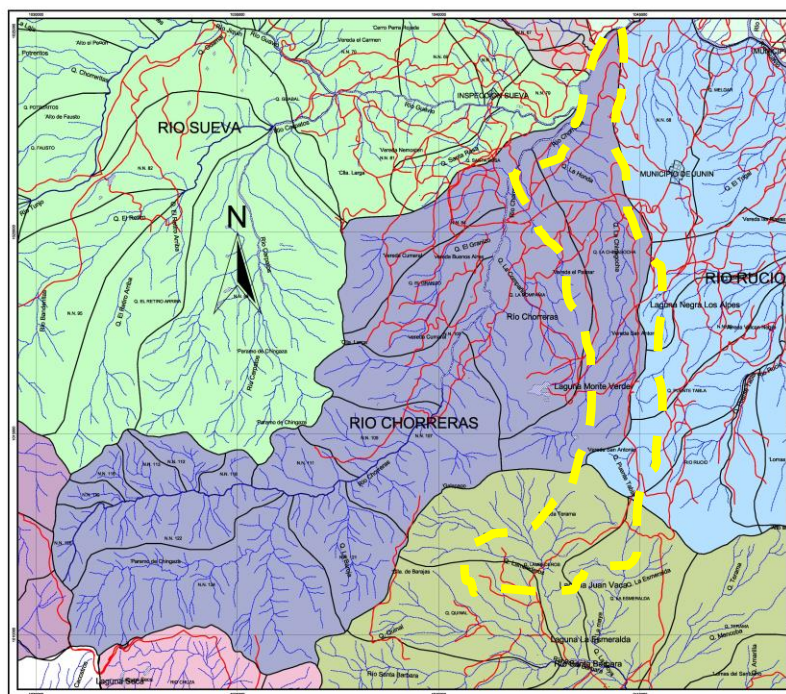
Sobre la zona centro norte del área de drenaje predominan pastizales y a partir de ese punto, en la medida que se avanza en sentido norte hacia cotas más bajas, hay una mayor densidad de población y transformación de los ecosistemas naturales. En este sector hay pequeños cultivos agrícolas en algunas fincas que en promedio tienen un tamaño inferior a 2 hectáreas.

3.3. Área de Intervención

La selección del área tuvo en cuenta criterios de localización de actividades agropecuarias, importancia hídrica e importancia ecosistémica. Como se mencionó en la sección anterior, la parte alta y occidental aunque tienen una gran importancia ecosistémica por tener coberturas naturales en buen estado de conservación, sus altas pendientes y en general los procesos de conservación existentes, hacen que no se evidencien amenazas en los cambios de coberturas. Estas zonas no se encuentran habitadas y por lo tanto, un esquema de Pago por Servicios Ambientales no tiene mucho sentido en estos sectores. En contraste, la zona oriental de la cuenca se encuentra intervenida por actividades agrícolas y ganaderas, y como se expondrá mas adelante, sus cuerpos de agua son de importancia estratégica para la región dado que surten sistemas de acueducto municipales y veredales. Así mismo, las partes altas de la cuenca colindan con áreas de reserva y por lo tanto existe un constante riesgo de deforestación y ampliación de la frontera agrícola.

Por esta razón, al interior del área de drenaje de Chorreras, se seleccionó la cuenca de la Quebrada de la Chinagocha con su principal tributario, y la quebrada Mistela, como el área de implementación del esquema de Pago por Servicios Ambientales. Los siguientes mapas muestran la localización del área:

Figura 3-5 Localización del área de intervención en la cuenca del Río Chorreras



Alemania y San Pedro. En la sección 4, se delimitará el área generadora de los servicios ambientales.

3.4. Descripción socioeconómica

De acuerdo con información suministrada por Planeación Municipal en 1995 había 929 habitantes en Valle de Jesús. Si se toman las cifras de población municipal para ese año y las del CENSO 2005 del DANE, y se asume que su distribución geográfica no ha cambiado (ver cuadro 2.1), entonces la población en 2005 debería ser de aproximadamente 638 personas.

Cuadro 3-1 Población en Junín y la vereda Valle de Jesús

Planeación Municipal de Junín, 1995	Número total de habitantes en el municipio	12.307	100%
	Vereda Valle de Jesús	929	7,55%
CENSO Nacional del DANE, 2005	Número total de habitantes en el municipio	8.448	100%
	Vereda Valle de Jesús	638	7,55%

Fuente: elaboración propia

Respecto al nivel de educación en el municipio, las cifras del CENSO en el cuadro 3-2 muestran que un 85% tiene algún grado de educación, 10.5% completó secundaria y un 2% tiene educación superior. Estas cifras muestran un alto grado de abstención hacia la educación más allá de la primaria.

Cuadro 3-2 Grado de educación en Junín.

Grado de educación	Porcentaje	Acumulado
No informa	2 %	2%
Ninguno	12,9 %	12,9%
No completó primaria	30,7 %	85,1%
Primaria	43,9 %	54,4%
Secundaria	4,4 %	10,5%
Técnico	3,9 %	3,9%
Superior	2,2 %	2,2%

Fuente: elaboración propia

Estos indicadores son consistentes con el porcentaje de alfabetismo en el municipio, que es de 84.7%.

Los indicadores de salud obtenidos del CENSO 2005 sobre la población municipal, son la ocurrencia de limitaciones físicas o sociales, que es de 15.28% y el porcentaje de personas que se vieron sometidas a ayuno involuntario, que es de 6%. Los valores departamentales y nacionales del primer indicador son 6.8% y 6.33% respectivamente, y del segundo son 3.89% y 7.22%.

Por su parte, la cobertura de los servicios públicos es de 92.7% para energía eléctrica, 44.5% para acueducto y 14.5% para alcantarillado. Si bien los índices de prestación de servicios de saneamiento son bajos, en el área rural los hogares reconocen la importancia de dar buen manejo a las aguas residuales y cuentan con pozos sépticos e igualmente se abastecen directamente de las aguas que derivan de las quebradas para sus necesidades de agua para diferentes usos.

De las 2,873 unidades censales identificadas por el Censo en el municipio de Junín, el 97.4% tienen uso de vivienda y 2.4% uso exclusivamente económico. De manera que la actividad más dinámica de la región, la agropecuaria, no tiene lugar en un contexto comercial sino en el hogar.

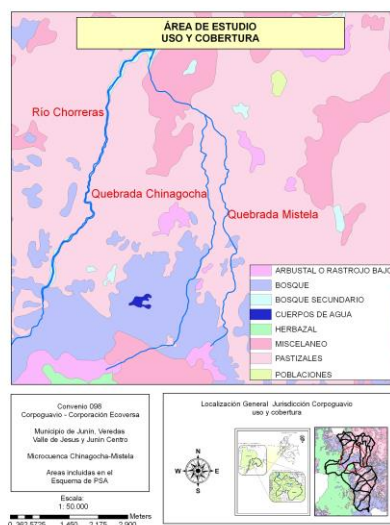
Los usos de la tierra en el área de intervención de las quebradas Chinagocha y Mistela son los que se muestran en la figura 3-6. En el uso “misceláneo” están incluidos los principales cultivos en el municipio, que son maíz, frijol, arracacha, papa, arveja, y algunos frutales como curuba, lulo y mora.

La agricultura local es minifundista y el esquema predominante de producción es el monocultivo. La falta de sistemas eficientes de producción, el limitado acceso a asistencia técnica para el manejo de una agricultura de ladera, el uso de insumos sin asesoría y la deficiente comercialización de los productos agrícolas, son condiciones que conducen a bajos rendimientos, pequeños excedentes para comercializar, y dificultades y desincentivos para la producción. La mayoría de cultivos tienen entonces vocación de subsistencia.

La ganadería extensiva es la predominante, aunque no hay métodos para el manejo de potreros, situación que favorece la erosión de los suelos y la contaminación de las aguas por el aporte de material particulado y contaminación por coliformes. La actividad se orienta a la producción de leche a baja escala, por lo que las familias subsisten básicamente de la venta de esta producción y de derivados como el queso¹.

Figura 3-7 Mapa de Usos del suelo en el área de intervención Quebrada Chinagocha

¹ Información tomada del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Junín, 1996.



Fuente: elaboración propia con base en SIG de CORPOGUAVIO (2008).

Respecto a la accesibilidad del área, el sistema vial interveredal del municipio, resumido en el cuadro 3-3, permite llegar a todas partes durante todo el año. La cabecera está comunicada a la carretera Central del Guavio por una vía pavimentada de 8 kilómetros. La Central comunica a Bogotá con Guasca, Gachetá y otros municipios más alejados, por lo que es la de mayor importancia en la región. El transporte es atendido por cinco empresas de buses intermunicipales que cubren la ruta Gachetá - Bogotá a lo largo del día. El transporte interveredal y hacia la cabecera municipal se realiza por medio de colectivos o expresos, permitiendo un flujo de personas en diferentes horarios, especialmente en el días de mercado.

Cuadro 3-3 Sistema vial interveredal

Carretera	Longitud (km)	Ancho promedio (m)	Condición
Junín - Claraval – Chuscales	35	4	destapada
Junín - El Valle - San Francisco – Sueva	14	4	Destapada
Guasca - Junín – Gachetá	45	7	Pavimentada

Fuente: POT del Municipio de Junín

4. Problemática Ambiental y Línea Base

Durante las décadas de los 80 y 90, el sector bajo de la Reserva Forestal de La Bolsa y las riberas de las quebradas que allí nacen fueron objeto de intervenciones con el fin de ampliar la frontera agrícola y para la introducción de ganado. Actualmente esos procesos de conversión han disminuido debido a razones de orden social y económico. Durante los

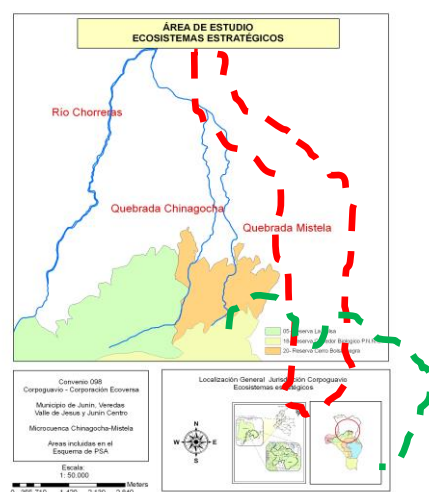
primeros años de la década actual, hubo un proceso de migración del municipio hacia otros lugares debido a la presencia de grupos armados. También por este motivo se trazaron límites espaciales más estrictos a las actividades agropecuarias.

Aunque la población reconoce que desde el año 2005 hasta el presente los problemas de orden público han disminuido, no ha habido un repunte económico drástico en el municipio que suponga que las actividades productivas en el sector rural amenacen las áreas de conservación. Sin embargo, dado el mejoramiento del orden público de la región y el crecimiento económico sostenido del país en los últimos años, la amenaza del cambio en el uso del suelo sigue latente.

Igualmente, el hecho que el municipio entero dependa de la oferta hídrica derivada de los ecosistemas de la Reserva Forestal de La Bolsa, ubicada en la parte alta de la Quebrada de la Chinagocha, redunda en la necesidad de crear un mecanismo de largo plazo para asegurar, no sólo la satisfacción de la demanda futura de agua sino su calidad y sostenibilidad.

Considerando la dinámica hidrológica de las aguas superficiales como fuentes únicas de agua para consumo humano, su localización respecto a la Reserva Forestal Nacional de La Bolsa, la distribución de los ecosistemas naturales, la fuerte dependencia de la población de las actividades agropecuarias, y la dependencia de estas actividades en las aguas superficiales, el esquema de conservación que se propone se concentra en los nacimientos y recorridos de las quebradas Mistela y Chinagocha en la vereda Valle de Jesús, y en los sectores colindantes con la Reserva Forestal Nacional de La Bolsa. Estos sectores se ilustran en el mapa de la figura 4-1.

Figura 4-1 Mapa del área de drenaje de la Chinagocha y áreas generadoras de servicios.



Fuente: elaboración propia con base en SIG CORPOGUAVIO

4.1. Agua

En la vereda Valle de Jesús, nacen aproximadamente quince corrientes de agua, en el sector ocupado por la Reserva Nacional Forestal La Bolsa. La extensión de la reserva es de 2,483 hectáreas (corresponde al 42% del ecosistema natural del área de drenaje), de las cuales la mitad está ocupada por bosque alto andino. Este lugar está asociado a una producción hídrica abundante de acuerdo con argumentos científicos (ver Armenteras et al, 2007) y con la percepción de los habitantes. Dentro del grupo de quebradas, La Chinagocha y La Mistela son esenciales para la región.

La quebrada Chinagocha alberga las concesiones de los acueductos de la cabecera municipal de Junín, de la vereda San Pedro, la vereda Santa Bárbara, y de los cuartos² Chinagocha y Talauta. A pesar de los buenos resultados de los análisis de potabilidad adelantados por el acueducto municipal, en general, se percibe una mala calidad del agua de acuerdo con personas consultadas, por el aspecto del agua dotada a la cabecera y por observaciones en campo durante las visitas al área de estudio.

Las causas identificadas del problema de calidad se derivan, entre otras, de la carencia de métodos para el manejo de potreros, que favorece la erosión de los suelos y la contaminación de las aguas. Los propietarios de ganado reconocen que permiten el pisoteo de cauces de quebradas y de zanjas y nacederos que las tributan. Los habitantes reportan la presencia dentro de los cauces de cuerpos de animales muertos por períodos indeterminados.

La sedimentación es una problemática importante para la región, tanto para los usos locales del agua como para los regionales. Para los acueductos que se abastecen de las Quebradas la Chinagocha y la Mistela, los mayores aportes de sedimentación implican mayores costos de tratamiento de agua así como el riesgo de averías en los sistemas de captación. Por otra parte, la Chinagocha y por ende el Chorreras, hacen parte de la cuenca aportante de la hidroeléctrica del Guavio cuyo embalse reduce su vida útil en la medida en que aumente el aporte de sedimentos desde los afluentes del sistema hídrico.

Las mediciones de SST más recientes en la red hídrica donde se ubican las quebradas de interés, están reportadas en el POMCA del Río Chorreras del año 2005 y se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-1 Sólidos Suspendidos Totales en corrientes del sector La Bolsa

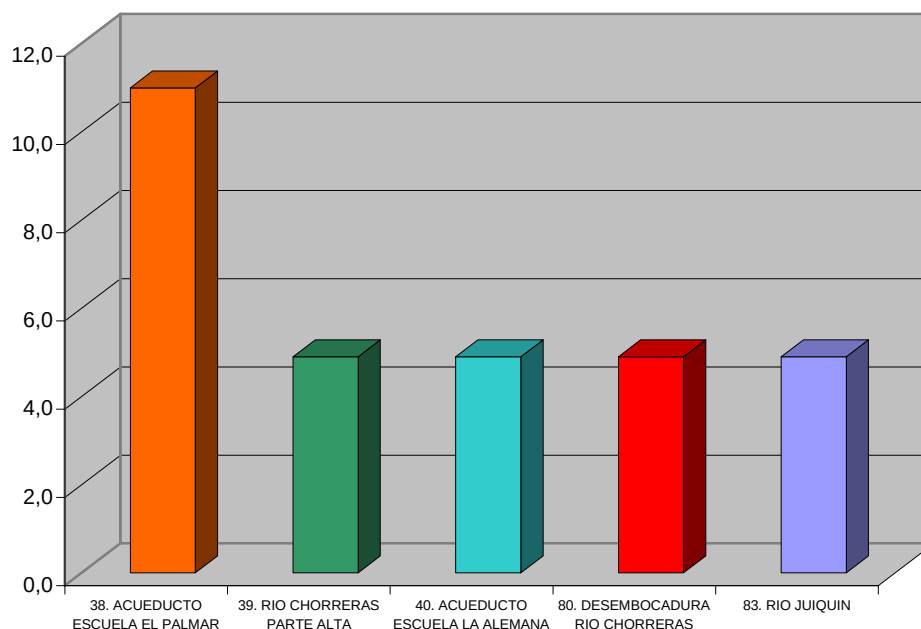
Lugar de medición	Escuela El Palmar	Río Chorreras parte alta	Escuela Alemania
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	11	5	5

Fuente: elaboración propia

² Un cuarto es una subdivisión de una vereda, en este caso los cuartos Chinagocha y Talauta pertenecen a la vereda Valle de Jesús.

La escuela El Palmar se encuentra dentro del área de intervención seleccionada. Como se puede apreciar, el volumen de sedimentos medido es considerablemente mayor al de las partes altas del Río Chorreras y el medido en la escuela Alemania (ver figura 4-2).

Figura 4-2 Contenidos de sedimentos totales a lo largo de la cuenca del Río Chorreras



Fuente: Ecoforest 2005

Podemos concluir que el área seleccionada tiene un aporte de sedimentos significativamente superior a otras áreas de la cuenca del Río Chorreras, coincidiendo con la alta afectación por actividades agrícolas y pecuarias. La línea base de contaminación por sedimentación se puede fijar en 11 mg/l de SST, medido a la altura del acueducto del Palmar.

4.1.1. Interacción entre la calidad del agua y los usos del suelo

La concentración de sólidos suspendidos en canales abiertos, como las quebradas, depende de dos procesos. El primero es la erosión natural dentro del canal, causado por el agua y el material que la corriente transporta, que en su recorrido desgastan tanto el lecho como los flancos del canal. El segundo es el drenaje de exceso³ de agua, que escurre por terrenos aledaños a la corriente, generalmente asociada a eventos de lluvia, o de corrientes afluentes. El contenido de sólidos de una corriente en particular depende del aporte del material particulado realizado por estas aguas.

³ El agua en exceso es la que el suelo no puede absorber dado que está conteniendo tanta agua como puede, y en consecuencia es agua que transita por encima del suelo.

De los procesos descritos, el mayor contribuyente de sedimentos es el escurrimiento proveniente de los lotes vecinos bajo alguna actividad productiva agrícola y/o pecuaria, debido a que estos usos del suelo no favorecen la retención prolongada de agua ni la integridad del perfil del suelo.

Las entidades nacionales que lideran la investigación en calidad de suelos y modelos hidrológicos, caracterizan la susceptibilidad de un suelo a la erosión mediante un factor de erosionabilidad⁴; este factor está en función del tamaño de las partículas, el porcentaje de materia orgánica, la estructura de las partículas que conforman suelo y la permeabilidad para agua y aire (se mide en mm. recorridos por el fluido cada hora).

Los suelos están sujetos al cambio constantemente, y los principales causales son el clima y la vegetación. En particular, la vegetación actúa sobre un suelo mediante la estructura de raíces y follaje, y su demanda nutricional.

En la medida en que el follaje de una especie vegetal particular proteja al suelo del viento o el agua hay un menor riesgo de erosión. Por ejemplo, reduciendo la energía de la lluvia por la intercepción de gotas, e impidiendo que su impacto sobre el suelo ejerza un efecto removedor.

Cuando el sistema radicular de una planta se ubica en la capa más superficial del suelo, puede agotar la materia orgánica rápidamente, empujar el suelo hacia el exterior, y así hacerlo más propenso a la erosión.

También hay especies que sintetizan componentes que inhiben el crecimiento de otras plantas más pequeñas, que pueden ser importantes en la medida que constituyan una cobertura vegetal superficial protectora del suelo.

En la región andina, en general, los procesos erosivos son causados por usos del suelo inadecuados, en áreas susceptibles a la erosión, generando fenómenos de desprendimiento, remoción en masa y avalanchas en sectores con fuertes pendientes.

Algunos estudios internacionales muestran cómo la vegetación tiene un efecto positivo en la reducción de la erosión. En el cuadro 4-2 se presentan tres casos documentados con las cifras correspondientes.

4 El factor de erosionabilidad fue propuesto en 1971 y desde entonces ha sido objeto de mejoras. Es aplicable a un suelo siempre que su contenido de limo y arena fina sea menor al 70%.

Cuadro 4-2 Reportes de disminución de erosión atribuida a vegetación

	Nombre del sitio de estudio, País donde se ubica	Ugum, Guam [Khosrowpanah et al., 2008]	Cordillera Serra Grossa, España [Cerdà, 2005]	Albany, Australia Occidental [McKergow et al., 2003]
Descripción del escenario	condición inicial	pastizales de sabana con vegetación	seis meses después de un incendio	ronda sin vegetación
	condición intermedia	-	doce meses después de un incendio	-
	condición final	sitios inclinados sin vegetación	dos años después de un incendio	ronda con vegetación de 4 años
Producción de sedimento	condición inicial (ton/ha·año)	70	7008	0,1
	condición media (ton/ha·año)	-	2628	-
	condición final (ton/ha·año)	547	876	0,01

Fuente: elaboración propia

La vegetación en las rondas de las corrientes tiene efectos positivos sobre la calidad del agua gracias a una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos. Los tres tipos principales de efectos documentados son: estabilizar la morfología del canal de la corriente; ayudar a proteger la corriente de fuentes de contaminación aguas arriba mediante filtración y sedimentación de sedimentos, nutrientes y químicos; y pueden desplazar las actividades productoras de sedimentos y nutrientes lejos de las corrientes. Estas franjas ribereñas están asociadas a una reducción de 40 a 80% de sólidos suspendidos en las corrientes (McKergow et al., 2003).

A manera de ejemplo en un estudio desarrollado en Albany, Australia, se midió una diferencia en producción de sedimentos (ver cuadro anterior) para un período de cuatro años que redundó en una diferencia de sólidos suspendidos promedio de 147 a 9,9 mg/l. La reducción de sedimento promedio observada en los estudios de caso es de 62% anual.

En relación con este proyecto, el área que idealmente se acogería al esquema PSA corresponde a 1.519 hectáreas. A partir de la información recopilada en la encuesta socioeconómica aplicada al área de estudio, se sabe que la proporción del área que está ocupada por lotes de pasto es de 66%.

De acuerdo con lo anterior se espera que sobre aproximadamente 1.003 hectáreas, se observe una reducción en la producción de sedimentos que redunde en una reducción de la concentración de SST similar a la que se observaría para los sedimentos, es decir hasta menos de 5 mg/l.

La ganadería por su parte puede afectar el suelo de la localidad donde tiene lugar de dos maneras. Primero, los pastos sin manejo tienden a empobrecerse y exponer el suelo, dejándolo a merced de los efectos del agua y el viento. Segundo, el pisoteo del ganado, especialmente si no se da al suelo temporadas de descanso, puede cambiar su estructura edáfica haciéndolo más compacto. Los suelos compactados pierden capacidad de retención de agua pues se reduce el tamaño y la cantidad de intersticios donde tiene lugar la circulación y almacenamiento de agua y aire.

Esta condición es relevante en áreas donde la temporada seca es marcada y con eventos de escasez de agua, ya que el agua almacenada en el suelo adquiere más valor.

En Estados Unidos, la ganadería está asociada a un aumento en la erosión del terreno del 55%⁵. A nivel local, en la región del Guavio, se hace una comparación para cuatro corrientes de la concentración de sólidos suspendidos totales (SST) en los nacimientos y los puntos donde se han recibido previamente aguas de tierras en usos productivos. En el cuadro 3.2 se observa que las dos corrientes que están en contacto con actividades industriales, además de las agrícolas y pecuarias, presentan un impacto en términos de sólidos suspendidos totales (SST) mucho más fuerte. Aún así, el efecto exclusivo de las dos actividades puede evidenciarse en las quebradas, y de hecho puede cuantificarse como un aumento de aproximadamente 34%.

Cuadro 4-3 Impacto de actividades productivas sobre corrientes de la región del Guavio

Nombre de la corriente	Lugar de medición	SST (mg/l)	Impacto de la ganadería Δ SST (%)
Río Siecha	cuenca alta/ nacimiento	33	133%
	descarga agua residual doméstica de Guasca	40	
	actividades agrícola, ganadera e industrial	77	
Río Guavio	cuenca alta/ nacimiento	32	644%
	descarga agua residual doméstica de Gachetá	30	
	actividades agrícola, ganadera e industrial	238	

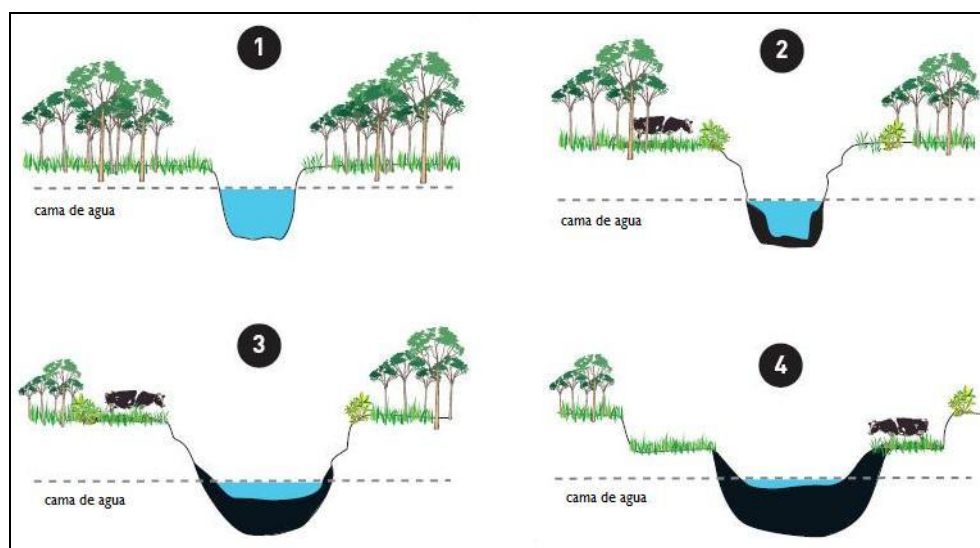
⁵ LEAD y FAO, 2006.

Quebrada Arenal	cuenca alta/ nacimiento	< 5	40%
	descarga agua residual doméstica de Junín	7	
	actividades agrícola y ganadera	8	
Quebrada El Curo	cuenca alta/ nacimiento	7	29%
	descarga agua residual doméstica de Gama	6	
	actividades agrícola y ganadera	9	

Fuente: elaboración propia

Cuando existe una producción de sólidos muy elevada, el proceso que se espera observar en una corriente es el que se ilustra en la figura 4-3.

Figura 4-3 Proceso de degradación de corrientes causada por ganadería.



Fuente: English, Wilson y Pinkerton (1999), consultados en LEAD y FAO, 2006.

Adicionalmente, en una evaluación⁶ comparativa desarrollada en doce microcuencas del departamento del Quindío, se midieron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Las microcuencas tienen en común que están afectadas por la ganadería y en ellas predominan tres coberturas vegetales relacionadas con usos del suelo en fincas

⁶ Chará, 2002.

particulares: bosques y vegetación sucesional avanzada, cafetales sin sombrío y pastizales ganaderos de rotación intensiva con mínima arborización. Los resultados se muestran en el cuadro 4-4, e ilustran cómo se espera que las actividades agrícola y pecuaria bajo métodos de manejo tradicionales, puedan afectar negativamente los cursos de agua relacionados.

Cuadro 4-4 Parámetros fisicoquímicos en dos tipos de microcuenca.

Parámetro	Microcuenca con vegetación de bosque	Microcuenca con vegetación de pastos
pH	6,16 (± 0,49)	6,25 (± 0,41)
alcalinidad (mg/l)	43,1 (± 27,12)	64,5 (± 38,97)
turbiedad (NTU)	5,1 (± 2,73)	40,2 (±66,23)
conductividad (ws/cm)	124 (±70,25)	126 (±76,23)
OD (mg/l)	5,22 (± 2,07)	5,41 (± 2,26)
DBO ₅ (mg/l)	5,2 (± 0,63)	11,5 (±18,38)
N-NH ₃ (mg/l)	0,15 (± 0,29)	0,09 (± 0,2)
P-PO ₄ (mg/l)	0,1 (± 0,0)	0,26 (± 0,26)
ST (mg/l)	146 (± 53,76)	200 (± 131,66)
SDT (mg/l)	126 (± 45,63)	133 (± 56,58)
SST (mg/l)	20,5 (± 16,42)	60,2 (± 108,1)
coliformes totales (NMP/100 ml)	3030 (± 3530)	56733 (± 16254)
coliformes fecales (NMP/100 ml)	3030 (± 3530)	55805 (± 162797)
Caudal	5,91 (±4,93)	11,2 (±9,75)

Fuente: Chará, 2002

Si bien los Sólidos Suspendidos Totales (SST) no ofrecen un diagnóstico detallado de calidad, tienen la virtud de ser un indicador grueso, de fácil y económica medición para un diagnóstico general. Además es la medida más directa del impacto que tiene la erosión del suelo sobre una corriente.

4.1.2. Usuarios de acueductos veredales y predios de la zona (ubicación, caudal captado/volumen concesionado)

Los acueductos que se surten de la quebrada Chinagocha entregan agua a unas 853 familias⁷, de manera que ésta satisface una demanda social significativa al igual que los requerimientos ecológicos del entorno. Por su parte la quebrada La Mistela aporta el agua del acueducto del cuarto El Carmen en la vereda San Antonio, para una población de aproximadamente 35 familias.

La demanda estimada de la población beneficiada por los sistemas de acueducto se presenta en el cuadro 4-5, en el cuadro 4-6 se presenta la demanda estimada del ganado en las zonas de influencia de las quebradas, y en el cuadro 4-7 la de los cultivos.

Cuadro 4-5 Demanda estimada de agua en los acueductos del sector La Bolsa.

Unidad	Número estimado de familias	Número estimado de habitantes	Demanda de agua - criterio RAS ¹ (l/s)	Demanda de agua - criterio observado ² (l/s)
Cabecera Junín	260	894	1,35	2,24
Vereda San Pedro	135	408	0,61	1,02
Vereda Santa Bárbara	339	1.024	1,54	2,56
Cuarto Chinagocha	30	91	0,14	0,23
Cuarto Talauta	39	118	0,18	0,29
Demanda total en Chinagocha	803	2.533	3,81	6,33
Cuarto El Carmen	35	106	0,16	0,26

¹ El criterio del RAS corresponde a 130 l/hab/día

² El criterio observado corresponde al estudio de reglamentación de corrientes de Guavio con un valor de 216 l/hab/día

Cuadro 4-6 Demanda estimada de agua para ganado.

⁷ La información demográfica oficial más reciente a escala veredal data de 1996, y se sabe que los problemas de orden público afectaron la dinámica demográfica del municipio hasta 2004. Por este motivo se acude a una fuente no oficial pero confiable: el lector de contadores eléctricos de EMGESA que ejecuta esta labor mensualmente en cada vivienda hace tres años.

Quebrada de influencia	número de cabezas	demanda - criterio observado ¹ (l/s)
Chinagocha	194	17,46
Mistela	61	5,49

¹ El criterio observado corresponde al estudio de reglamentación de corrientes de Guavio con un valor de 9 l/cab/s

Cuadro 4-7 Demanda estimada de los cultivos

Quebrada de influencia	Cultivo	ETR (mm/día)	área (ha)	ETR (l/s)
Chinagocha	maíz	2,18	1,57	0,3966
	papa	2,35	0,7	0,1903
	arveja	2,25	0,03	0,0078
	mora	2,16	0,31	0,0776
	Demanda de los cultivos			0,67

Fuente: elaboración propia

La demanda total estimada sobre la quebrada Chinagocha haciendo uso de los módulos de consumo observados es de 23,79 l/s. Para la Mistela es de 5,75 l/s.

4.1.3. Oferta hídrica (medición de caudales), información climatológica para estimación de caudales

En ninguna de estas corrientes existe una medición periódica de los caudales sino que se efectúa sobre las corrientes de mayor categoría a las que tributan, los ríos Chorreras y Guavio. En el cuadro 4-8 se presentan los caudales mínimos y máximos para diferentes periodos de retorno.

Cuadro 4-8 Caudal del río Chorreras

Tiempo de retorno (años)	Caudal máximo (m³/s)	Caudal mínimo (m³/s)
2	126	0.438
5	184	0.234
10	225	0.165
20	265	0.125
50	320	0.096
100	363	0.083

Fuente: Ecoforest, 2005.

El aforo realizado en la quebrada Chinagocha durante el trámite de la concesión a la vereda Santa Bárbara registra un caudal máximo de 0.08 m³/s y uno medio de 0.032 m³/s. Estos valores serán adoptados como la línea base de oferta hídrica de la Quebrada.

4.1.4. Análisis de escasez hídrica

El índice de escasez puede calcularse solamente para la quebrada Chinagocha. La fórmula utilizada para hallar este valor es:

$$I_e = \frac{\text{demanda hídrica superficial}}{\text{oferta hídrica superficial disponible}}$$

Para evaluar el índice de escasez se utilizará la demanda total estimada por los usos domésticos y agropecuarios y la oferta hídrica presentada en la anterior sección.

$$I_e = \frac{23.79}{32} * 100 = 74\%$$

De acuerdo con la Metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial (IDEAM, 2004), este valor indica que en la microcuenca hay escasez muy alta.

4.2. Biodiversidad

De acuerdo a la información del POMCA del área de drenaje de Chorreras y la publicación Reservas Forestales Protectoras Nacionales de Colombia (2005), la biodiversidad del área está representada por un conjunto amplio tanto de especies de fauna y flora. Estas especies son importantes para la valoración de la biodiversidad del área y como referentes de evaluación de los impactos que sobre estos aspectos tendrá el

proyecto. A continuación se describen las especies identificadas en diferentes estudios y las observaciones realizadas en las visitas de campo.

4.2.1. Flora

En la parte alta de las quebradas Chinagocha y Mistela, se registran bosques húmedos secundarios dominados principalmente por comunidades de *Hedyosmun balbisiana*, *Clusia minor*, *Clusia multiflora*, *Weinmannia tomentosa*, *Weinmannia pubescens* y *Didymopanax glabrous*.

Algunos autores (Camargo & Salamanca 1997), mencionan que en bosques Alto-andinos con alta humedad como los que se encuentran presentes en la zona, existe un conjunto de especies que son recurrentemente observadas en los levantamientos de vegetación, como: *Miconia squamulosa*, *Minocia ligustrina*, *Tibouchina grossa*, *Tibouchina lepidota*, *Axinaea macrophylla*, *Axinaza scutigera* y *Bucquetia glutinosa* de la familia Melastomataceae. *Myrica parvifolia* y *Myrica pubescens* de la familia Myricaceae; *Myrcine coriacea*, *Myrcine guianensis* y *Ardisia* sp. de la familia Myrsinaceae; *Weinmannia bogotensis*, *Weinmannia tomentosa* y *Weinmannia myrtifolia* de la familia Cunoniaceae; *Ocotea sericea* de la familia Lauraceae; *Oreopanax bogotense* y *Oreopanax floribundum* de la familia Araliaceae; *Baccharis latifolia*, *Baccharis spinosa*, *Petancalia pulchellus*, *Pollalesta* sp. y *Smallanthus piramidales* de la Familia Asteraceae; *Xylosma spiculiferum* de la familia Flacourtiaceae; *Persea mutisii* y *Ocotea sericea* de la familia Lauraceae; *Vallea stipularis* de la familia Elaeocarpaceae; *Drymis granadensis* de la familia Winteraceae y *Alnus acuminata* de la familia Betulaceae.

4.2.2. Fauna

Los ecosistemas montanos de la Región del Guavio están representados por los páramos y bosques andinos, que corresponden a las zonas del país con mayor transformación y presión antrópica. En estos ecosistemas viven gran cantidad de especies silvestres, la mayoría de las cuales están siendo afectadas por la alteración del hábitat. Uno de los objetivos de este proyecto es contribuir al restablecimiento de las condiciones de los hábitats necesarios por algunas especies emblemáticas que favorezcan su recuperación en el medio silvestre. Se buscará incentivar cambios en el uso del suelo mediante: a) planificación del uso del suelo a nivel de cada predio; b) restauración de áreas degradadas para mejorar la oferta de hábitat; y c) protección de nacederos y márgenes hídricos.

Entre los grupos de fauna silvestre más afectados se encuentran los grandes vertebrados representados principalmente por aves y mamíferos que presentan un alto grado de amenaza especialmente por la acelerada disminución de sus poblaciones. La recuperación de estas especies se dificulta principalmente por la disminución de hábitats adecuados para sustentar los requerimientos alimenticios y etológicos de la especie.

Con el fin de documentar este diagnóstico a continuación se describen para el área de estudio los principales grupos de especies registrados:

AVES

De acuerdo con la revisión de la información levantada en campo durante la formulación del POMCA en el área de drenaje de río Chorreras en 2005, se avistaron un total de 62

especies, pertenecientes a 29 familias, de las cuales la familia con mayor número de especies fue Tyrannidae con 7 especies, Trochilidae con 6 y Fringillidae con 4.

Las especies que fueron reportadas en hábitats intervenidos o sin cobertura arbórea, corresponden a: *Geranoaetus melanoleucus*, *Zenaida auriculata*, *Streptoprocne rutila*, *Sturnella magna*, *Molothrus bonariensis* y *Catamenia homochroa*. Igualmente, asociadas a humedales y cuerpos de agua se registraron las especies *Oxyura ferruginea*, *Anas flavirostris*, *Gallinula melanops*, *Sayornis nigricans* y *Cinclus leucocephalus*.

En relación con especies de hábitos generalistas se reportaron: *Anisognathus igniventris*, *Buthraupis montana*, *Thraupis episcopus*, *Columba fasciata*, *Atlapetes* sp, *Zonotrichia capensis*, *Carduelis psaltria*, *Sturnella magna*, *Molothrus bonariensis*, *Synallaxis azarae*, *Piaya cayana*, *Trogon personatus*, *Pharomachrus auriceps*, *Piculus rivolii*, *Carpintero*, *Veniliornis fumigatus*, *Campephilus pollens*, *Grallaria ruficapilla*, *Lesbia nuna*, *Adelomyia melanogenys*, *Ensifera ensifera*, *Heliangelus* sp, *Colibri coruscans*, *Diglossa lafresnayii*, *Diglossa humeralis*, *Diglossa cyanea*. y *Pyrrhomyas cinnamomea*.

MAMÍFEROS

Se reportó la presencia de 35 especies, representadas en 17 familias, siendo la familia Muridae la más abundante. Entre las más especies más comúnmente observadas se encuentran: *Sylvilagus brasiliensis*, *Mustela frenata*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus*, *Dinomys branickii*, *Olallamys albicauda*, *Felis Leopardus (tigrina)*, *Felis pardales*, *Felis (Herpailurus) yaguarondi*, *Oryzomys* sp, *Mustela frenata*, *Eira barbara*, *Nasua nasua*, *Nassuella olivacea*, *Sciurus granatensis*, *Cryptotis thomasi*, *Tremarctos ornatus*, *Cerdocyon thous* y *Urocyon cinereoargenteus*,

La mayoría de los hábitos de las especies reportadas es nocturna, algunas se encuentran presentes desde los 800 a los 3600 metros de altura sobre el nivel del mar. Otras se encuentran incluidas en los listados de especies amenazadas (*Odocoileus virginianus*, *Tremarctos ornatus*, *Felis leopardus (tigrina)*, *Felis pardales*) y *Felis (Herpailurus) yaguarondi*).

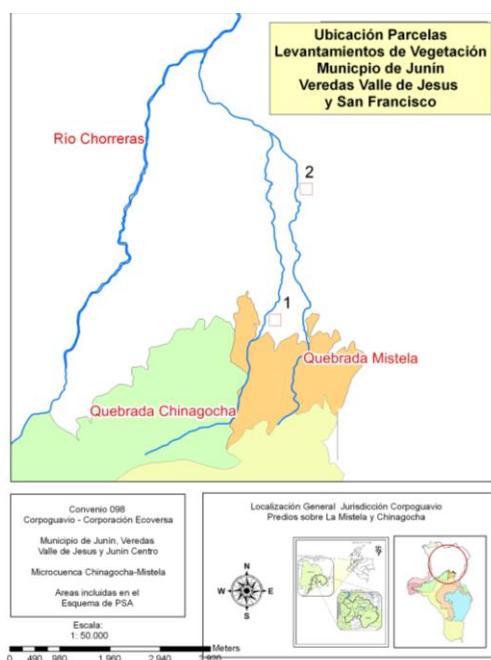
Entre las anteriores, se destaca la especie *Tremarctos ornatus*, conocida como oso de anteojos, que se encuentra incluida en las categorías mundiales de amenaza propuesta por la UICN (2003), en el status de Vulnerable (VU). Según el “Libro rojo de los mamíferos de Colombia (Rodríguez, et al. 2006)”, su hábitat incluye los bosques nublados andino y subandino, áreas de páramo, selvas, áreas abiertas y bosques intervenidos en diferentes estados de sucesión. Igualmente, sus requerimientos de hábitat se asocian con la presencia de especies de flora como el cedro (*Cedrela montana*), aliso (*Alnus acuminata*), y laurel (*Phoebe porphyria*); igualmente, en su dieta se identifican especies como *Chusquea* sp., *Puya* sp, *Tillandsia* y *Guzmania* (Bromeliaceae) y *Eryngium* sp. (Apiaceae).

Esta información es importante de considerar en el momento de realizar las actividades de restauración y conectividad a través de este proyecto teniendo en cuenta que uno de los objetivos es mejorar las condiciones de la biodiversidad regional considerando que los factores de alteración de las poblaciones naturales de oso se ven afectadas por la disminución, pérdida y/o fragmentación del hábitat.

4.2.3. Levantamientos Florísticos

Se realizaron dos levantamientos de vegetación en la parte alta y media de la Cuenca de las quebradas Chinagocha y Mistela, con el fin de identificar las especies más representativas de estas dos áreas. La ubicación de la parcelas se presentan en la figura 4-4.

Figura 4-4 Ubicación espacial de los levantamientos de vegetación en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con base en el SIG de CORPOGUAVIO.

Los levantamientos se desarrollaron a partir de la caracterización de dos parcelas de 10 x 10m, en donde se hizo un inventario detallado de todos los individuos presentes y en donde se tomaron los siguientes datos:

- Número de individuos
- Altura total
- Altura del fuste
- Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Adicionalmente, se realizó la colecta de un ejemplar por morfoespecie, con el fin de realizar su posterior determinación taxonómica. Para el análisis de la información, se organizaron los datos obtenidos en una matriz en Excel, que sirvió de base para el cálculo de los índices de biodiversidad y demás análisis. Con el fin de obtener una visión general del comportamiento de cada hábitat en cuanto a su composición, se aplicaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson.

El índice de Shannon considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población “indefinidamente grande”, esto es, una población efectivamente infinita (Ludwin,

J. & F. Reynolds 1998). El índice también asume que todas las especies están representadas en la muestra. Se calcula a partir de la ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$$

La cantidad p_i es la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima. En una muestra el verdadero de p_i es desconocido pero se estima mediante n_i/N (el máximo estimador probable) (Ludwin, J. & F. Reynolds 1998)

El Índice de Simpson (D), establece la probabilidad que dos individuos cualesquiera extraídos al azar de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a diferentes especies se calcula como:

$$D = \sum_{i=1}^n p_i^2$$

donde p_i es la proporción de individuos en la i -ésima especie

Los análisis de la información colectada en campo son básicamente descriptivos. Para los datos de bosques, se determinaron valores de frecuencia (número de parcelas donde se registra una especie/ total de parcelas), densidad (número de individuos de una especie/número total de individuos), cobertura (sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie) (Gast et al 2002) e Índice de Valor de Importancia para cada especie, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

IVI = Densidad relativa + Cobertura relativa + frecuencia relativa

Donde,

Densidad = Número de individuos de una especie * el número total de parcelas.

Densidad relativa = Densidad de una especie / la sumatoria de las densidades de todas las especies.

Cobertura = Sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie

Cobertura relativa = Cobertura de una especie/ la sumatoria de las coberturas de todas las especies.

Frecuencia = Número de parcelas donde se registra una especie/ en el total de parcelas realizadas

Frecuencia relativa = frecuencia de una especie / la sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

- **Primer Levantamiento de Vegetación**

El primer levantamiento se realizó en la parte alta de la cuenca a los 3.225 m.s.n.m, en un predio colindante con la Reserva Nacional Forestal de La Bolsa. Las características del área se observan en la figuras 4-5, 4-6 y 4-7.

Figura 4-5 Fisonomía externa del área donde se realizó el primer levantamiento de vegetación



Figura 4-6 Presencia de especies de bromelias y otras epifitas, indicativo de altos niveles de humedad



Figura 4-7 Levantamiento de las especies arbóreas presentes en la parcela



Los procesos de regeneración en el área no son evidentes, ya que predomina la presencia de hojarasca y no se evidencian rastros de plántulas de las especies arbóreas presentes. En cuanto a su estructura en la zona predomina el estrato arbóreo, con alturas entre 5 y 15 m. de longitud, con una cobertura aproximada del 90%. En cuanto a la distribución de clases diamétricas, los individuos están distribuidos así: entre 3 y 9 cm: 16 individuos; entre 9.1 y 15 cm: 35 individuos; entre 15.1 y 21 cm: 25 individuos y de 21.1 a 27 cm: 8 individuos, lo cual permite inferir que la mayoría de individuos se encuentran en estado maduro.

En general se registraron 84 individuos, correspondientes a 10 familias y 12 especies. Las familias más representativas son Cunnoniaceae y Euphorbiaceae, con especies de los géneros *Weinmannia* y *Hedyosmum*, respectivamente. Según los índices de biodiversidad aplicados, el índice de Shannon reportó un valor de 2.23, lo cual significa una diversidad baja en cuanto a número de especies presentes. Es decir una alta dominancia de pocas especies, en este caso de encenillos - *Weinmannia* sp (24 individuos de un total de 84 reportados. 28% de abundancia relativa). Los estratos herbáceos y arbustivos no están presentes en el área. Con relación al índice de Simpson, este arrojó un valor de 0.13, lo cual confirma la baja biodiversidad presente en la zona de muestreo.

En el cuadro 4-9 se presentan los resultados correspondientes a la aplicación del índice de valor de importancia de cada especie para la zona. Basados en estos resultados, se evidencia que la especie *Centronia brachycera* es la que mayor importancia ecológica tiene. Esta especie de la familia de las Melastomataceae es característica de los ecosistemas andinos y endémica de Colombia por lo cual constituye una importante referente de conservación.

Cuadro 4-9 Listado de especies arbóreas identificadas en el primer levantamiento florístico, densidad relativa, frecuencia relativa, área basal relativa e índice de valor de importancia.

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Área basal relativa	IVI
<i>Centronia brachycera</i>	0,035714286	0,052631579	0,580328478	0,668674342
<i>Weinmannia</i> sp.	0,285714286	0,105263158	0,024649102	0,415626545
<i>Miconia squamulosa</i>	0,071428571	0,105263158	0,17387036	0,350562089
<i>Drymis granadensis</i>	0,071428571	0,105263158	0,046804107	0,223495837
<i>Hedyosmun</i> sp.	0,107142857	0,105263158	0,009286529	0,221692544
<i>Clusia multiflora</i>	0,107142857	0,105263158	0,001300114	0,213706129
<i>Eupatorium angustifolium</i>	0,107142857	0,105263158	0,000955186	0,213361201
<i>Palicourea</i> sp.	0,035714286	0,052631579	0,112101674	0,200447539

<i>Hyeronimia sp.</i>	0,071428571	0,105263158	0,015282974	0,191974703
<i>Geissanthus andinus</i>	0,035714286	0,052631579	0,017750537	0,106096402
<i>Weinmannia balbisiana</i>	0,035714286	0,052631579	0,011701027	0,100046891
<i>Chusquea scandens</i>	0,035714286	0,052631579	0,005969912	0,094315776

- **Segundo Levantamiento de Vegetación**

Se realizó en la parte baja de la cuenca a los 2.721 m.s.n.m, en un predio colindante con el cauce de la quebrada la Chinagocha. Las características del área se observan en la figuras 4-8, 4-9 y 4-10.

Figura 4-8 Fisonomía Interna de la parcela donde se realizó el segundo levantamiento de vegetación



Figura 4-9 Presencia de plántulas y un dosel menos consolidado en comparación con la primera parcela



Figura 4-10 Presencia de un número menor de especies y árboles con menor porte



Con relación a esta segunda parcela de muestreo, predomina el estrato arbóreo, con alturas entre 3,5 a 18 m. de longitud, con porcentaje de cobertura cercano al 60%. En cuanto a la distribución de clases diamétricas, los individuos están distribuidos así: entre 3 y 9 cm: 12 individuos; entre 9.1 y 15 cm: 45 individuos; entre 15.1 y 21 cm: 15 individuos y de 21.1 a 27 cm: 3 individuos. Se observó una buena presencia de plántulas explicado en gran medida a la poca consolidación del dosel.

En total se registraron 75 individuos, distribuidos en 9 especies, y 8 familias, en donde la familia Melastomataceae es la que tiene mayor representatividad, en cuanto a número de especies. Sin embargo, la especie mas abundante fue *Eugenia* sp. (pomarrosa), con una abundancia relativa del 32%, seguida de *Alnus acuminata* (aliso) (16%), *Myrica parvifolia* (laurel) y *Palicourea angustifolia* (arbustos) con 12% de abundancia relativa cada una.

Esta información se confirma con la aplicación de índice de Shannon, cuyo valor fue 1.9, lo que indica una baja diversidad y una alta dominancia de pocas especies. Así mismo el índice de Simpson dio un valor de 1.16, lo cual confirma la baja diversidad presente.

En cuanto al índice de valor de importancia se evidencia que la pomarrosa o *Eugenia* Sp. es la especie con mayor importancia ecológica dentro del área, seguida del aliso - *Alnus acuminata* y pequeños arbustos de la especie *Palicourea angustifolia* (cuadro 4-10).

Cuadro 4-10 Listado de especies arbóreas identificadas en el segundo levantamiento florístico, densidad relativa, frecuencia relativa, área basal relativa e índice de valor de importancia

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Área basal relativa	IVI
<i>Eugenia</i> sp.	0,32	0,13	0,00000027	0,45
<i>Alnus acuminata</i>	0,16	0,13	0,00000165	0,29
<i>Myrica parvifolia</i>	0,12	0,13	0,00000011	0,25
<i>Palicourea angustifolia</i>	0,12	0,13	0,00000007	0,25
<i>Cestrum</i> sp.	0,08	0,13	0,00000029	0,21
<i>Ocotea heterophylla</i>	0,08	0,13	0,00000003	0,21
<i>Miconia theazans</i>	0,04	0,07	0,00000458	0,11
<i>Phyllanthus</i> sp.	0,04	0,07	0,00000363	0,11
<i>Miconia</i> sp.	0,04	0,07	0,00000050	0,1

				1
--	--	--	--	---

Del análisis de la información obtenida se puede concluir que la biodiversidad en las áreas estudiadas es baja con una dominancia de especies baja. Los valores de los índices calculados sirven como indicadores iniciales que serán objeto de monitoreo a mediano plazo (anualmente durante el período de ejecución), con el fin de verificar los cambios en la biodiversidad local y la sensibilidad de estos índices a los cambios.

4.2.4. Establecimiento de la Línea Base de coberturas vegetales

Para el establecimiento de los montos a pagar por el servicio de biodiversidad es necesario establecer la línea base de cada uno de los predios incluidos en el esquema. Para la determinación de la cobertura actual se utilizaron las imágenes y el mapa predial disponibles y con la utilización del SIG se estableció el % de cobertura vegetal existente en el área externa a las áreas protegidas establecidas. En el siguiente cuadro se observan los valores obtenidos.

Área predial al interior de la Reserva (Ha)	Área predial exterior de la Reserva (Ha)	Porcentaje de Cobertura vegetal en la zona exterior del Predio (% del área)/total del predio	ID Predio	Código Catastral del Predio
510.61	119.72	35	0	25372000300020001
19.89	0.64	75	1	25372000300020003
23.45	0.18	40	2	25372000300020004
11.91	11.19	50	3	25372000300030017
31.62	26.53	60	4	25372000300030049
9.82	1.04	15	5	25372000300030048

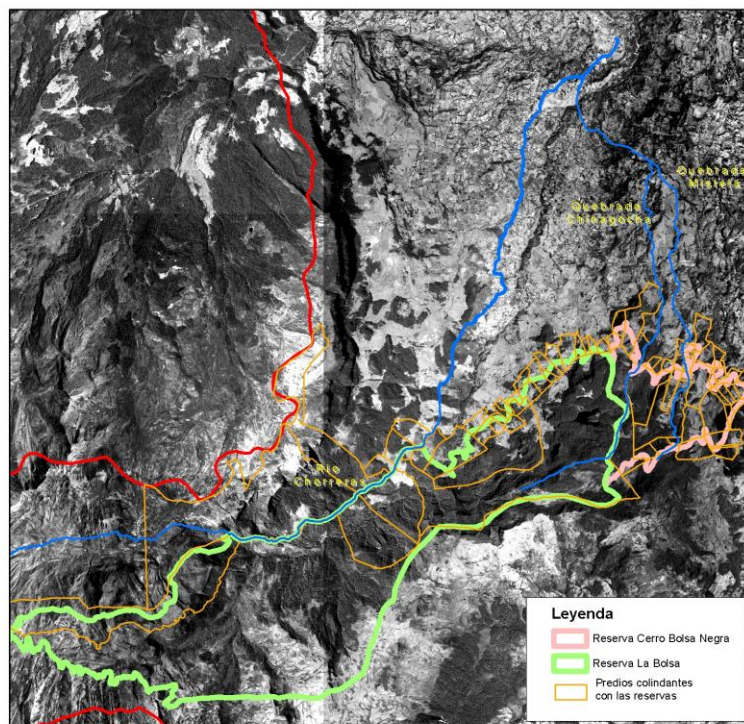
1.71	9.62	2	6	253720003000300 51
0.00	4.69	0	7	253720003000300 52
2.23	1.60	90	8	253720003000300 45
3.32	0.30	100	9	253720003000300 44
3.01	1.12	10	10	253720003000303 60
4.91	0.29	12	11	253720003000303 64
25.53	584.36	0	12	253720003000300 56
3.24	0.04	50	13	253720003000303 59
5.12	1.30	50	14	253720003000308 84
14.21	2.77	35	15	253720003000301 78
8.15	2.90	25	16	253720003000301 77
6.32	3.40	35	17	253720003000301 76
1.32	3.05	1	18	253720003000301 50
8.02	6.84	25	19	253720003000301 49
6.09	0.29	60	20	253720003000301 47
2.50	8.46	35	21	253720003000301 48
2.80	1.07	2	22	253720003000300

				37
3.50	1.27	60	23	253720003000300 43
0.33	7.13	0	24	253720003000300 38
0.02	7.99	0	25	253720003000300 42
1.25	8.52	0	26	253720001000103 12
0.27	8.43	0	27	253720001000101 07
0.11	3.65	0	28	253720001000101 06
3.89	2.91	30	29	253720003000303 65
35.66	8.45	40	30	253720003000303 70
7.21	2.33	90	31	253720003000303 69
1.01	12.18	0	32	253720001000101 22
1.05	2.37	1	33	253720001000101 18
2.25	2.30	0	34	253720001000101 21
0.56	1.39	40	35	253720001000101 20
4.65	0.36	40	36	253720001000104 16
5.79	1.21	30	37	253720001000101 23
3.60	0.34	100	38	253720001000101 15

3.97	0.47	50	39	253720001000101 19
3.40	50.60	0	40	253720001000101 11
8.94	2.86	80	41	253720003000303 71
97.59	209.28	30	42	253720003000212 09
3.13	1.67	20	43	253720001000400 44
1.38	1.70	0	44	253720001000400 45
15.06	0.17	65	45	253720003000200 02
0.65	32.50	0	46	253720001000401 06
11.18	6.77	20	47	253720001000401 11
1.55	0.43	0	48	253720001000401 12
8.53	0.20	0	49	253720001000401 14
5.00	2.40	20	50	253720001000400 15
3.51	2.32	30	51	253720001000400 46
0.26	5.95	0	52	253720001000400 05
7.48	0.04	35	53	253720001000409 32
1.02	0.04	100	54	253720001000409 33
2.04	4.82	5	55	253720001000409

				53
0.05	5.04	0	56	253720001000409 54
0.19	3.71	0	57	253720001000409 55
0.87	3.56	100	58	253720001000400 99
19.28	2.68	0	59	253720001000499 99
19.28	2.68	0	60	253720001000499 99
2.70	26.65	0	61	253720001000400 49
4.71	0.95	80	62	253720001000400 51
19.28	2.68	0	63	253720001000499 99
15.62	0.82	40	64	253720001000401 68
1.25	8.52	0	65	253720001000103 12
156.67	94.91	40	66	253720003000212 08

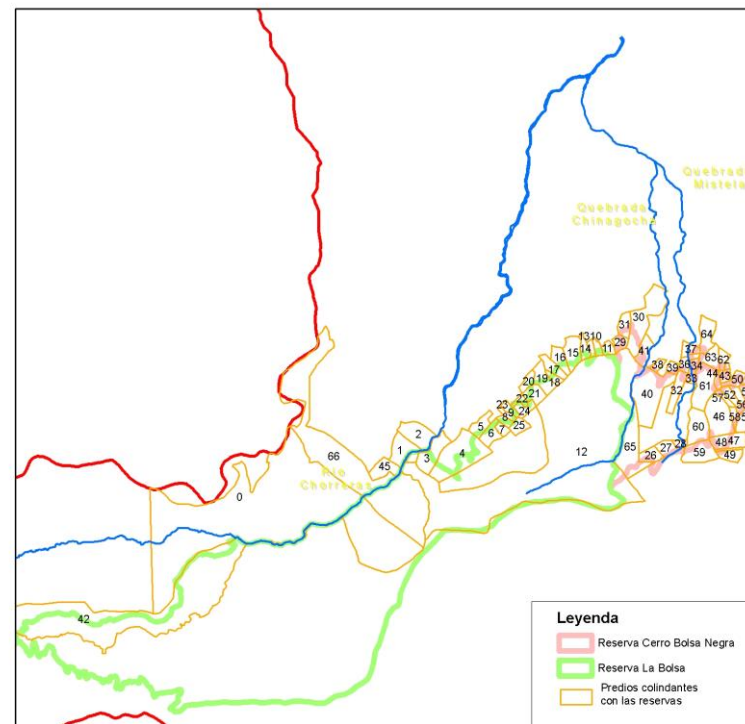
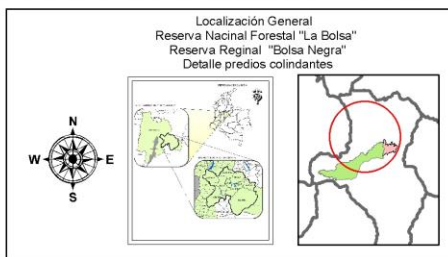
El servicio de biodiversidad estará relacionado con dos aspectos principalmente; el primero con aumentar el tamaño de las zonas de amortiguación de las áreas que actualmente vienen siendo protegidas (Reserva Nacional forestal La Bolsa, Parque Nacional Natural de Chingaza, Reserva Regional de Concepción, Reserva Regional Bolsa Negra, ver figura 4-11). La segunda, propende por favorecer la conectividad entre estas áreas y pequeños parches de bosque secundario remanentes en la parte media y baja de la cuenca a partir de promover acciones de conservación en los bosques de galería o riparios de las quebradas la Chinagocha y Mistela.



Convenio 098
Corpoguvio - Corporación Ecoversa
Municipio de Junín
Área de drenaje Río Chorreras
Microcuenca Chinagocha-Mistela
Áreas incluidas en el
Esquema de PSA

Escala:
1: 75.000

0 5501,100 2,200 3,300 4,400 Meters



Convenio 098
Corpoguvio - Corporación Ecoversa
Municipio de Junín
Área de drenaje Río Chorreras
Microcuenca Chinagocha-Mistela
Áreas incluidas en el
Esquema de PSA

Escala:
1: 75.000

0 5501,100 2,200 3,300 4,400 Meters

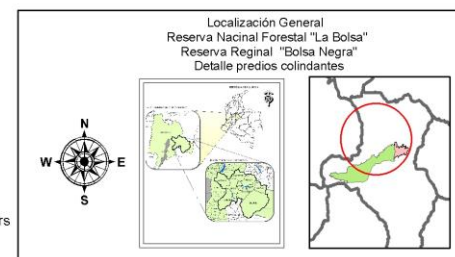


Figura 4-11 Localización de predios en la zona colindante de las áreas protegidas

5. Servicios Ambientales

Dadas las características observadas en el municipio, los servicios ambientales que se incluyen en el esquema de pago por servicios son calidad de agua y biodiversidad. En el servicio de agua se prevé acoger a los propietarios colindantes con las rondas hídricas de las quebradas La Chinagocha y La Mistela para que conformen márgenes protegidas.

En relación con el servicio ambiental de biodiversidad se plantea la creación de zonas de amortiguamiento alrededor de la Reserva Forestal La Bolsa y zonas de ronda en sectores importantes hidrológicamente, con el fin de mejorar las coberturas vegetales en el área, favorecer las conectividades entre fragmentos y mejorar las condiciones de hábitat tanto para especies amenazadas, como el oso de anteojos, como para la biodiversidad regional en general. Los predios a involucrar son los ubicados en esas áreas (parte o la totalidad de predios según la voluntad de los propietarios o poseedores (ver figura 5-1).

5.1. Descripción de la operación del esquema de PSA

5.1.1. Identificación de los proveedores del servicio ambiental

Los proveedores del servicio ambiental serán los propietarios o poseedores de predios en la ronda hídrica de las quebradas Chinagocha y Mistela, así como los predios colindantes con la Reserva Forestal La Bolsa.

Sobre la ronda de las quebradas, en el recorrido que va desde su salida de La Reserva hasta su desembocadura en el río, existen 146 unidades prediales. Los tamaños varían desde 609.9 hasta 0.18 hectáreas, con un promedio de 9.7. El precio promedio por hectárea es \$969,540, el máximo es \$4,375,823 y el mínimo \$46,852.

Figura 5-1 Histograma por tamaño (en hectáreas) de los predios en las rondas de las quebradas

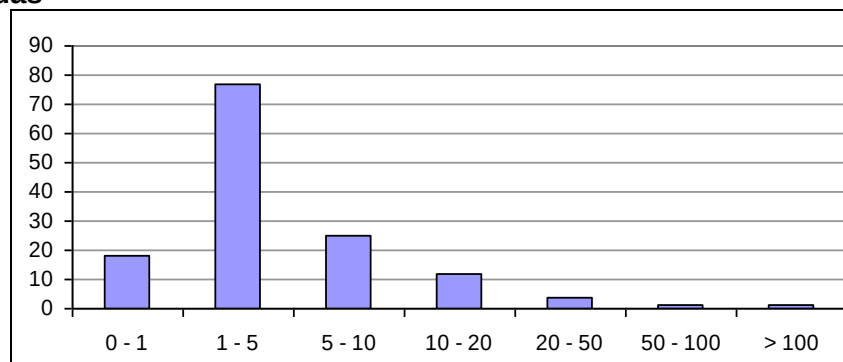
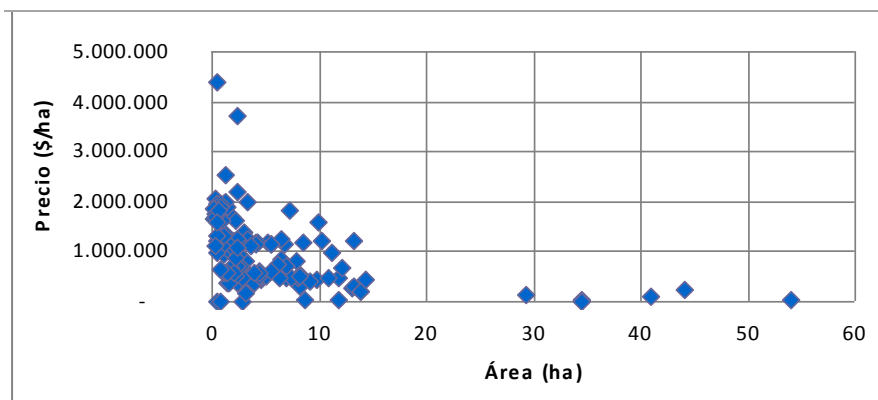


Figura 5-2 Precio en pesos por hectárea de los predios en las rondas de las quebradas



En la zona baja de la Reserva Forestal La Bolsa hay 64 predios vecinos con un promedio de 12.8 hectáreas y un rango entre 149.4 y 0.45 hectáreas, más pequeño que el del grupo de predios en la ronda pero con tamaños mayores. Los precios en cambio están en un rango más pequeño y tienen valores menores, entre \$13,560,000 y \$120,000 un predio. El valor por hectárea oscila entre \$1,828,444 y \$39,351 con un promedio de \$375,697.

Figura 5-3 Histograma por tamaño (en hectáreas) de los predios aledaños a la Reserva La Bolsa

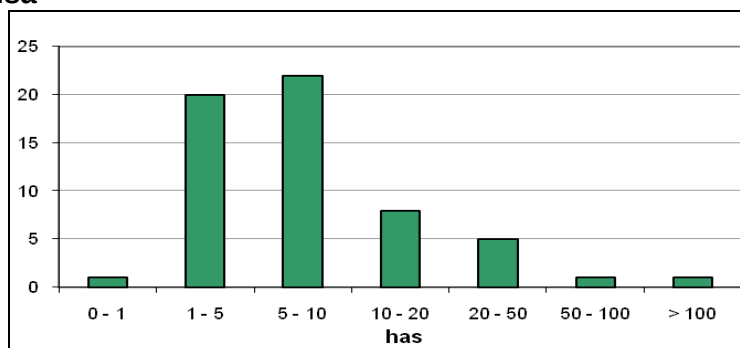
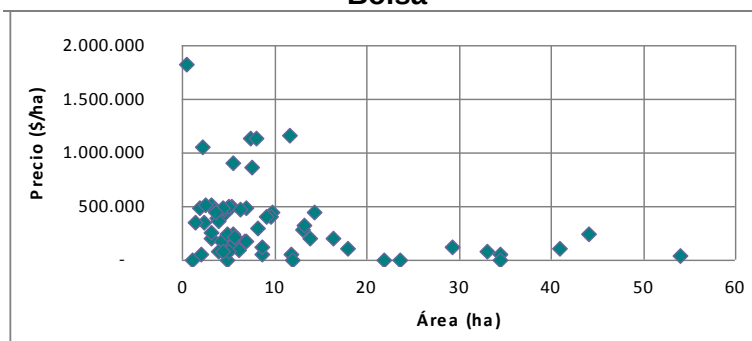


Figura 5-4 Precio en pesos por hectárea de los predios aledaños a la Reserva La Bolsa



En consecuencia los potenciales proveedores de los servicios ambientales serán 210 propietarios o poseedores de predios en la ronda hídrica (146) y en la zona de amortiguación de la Reserva Forestal La Bolsa (64).

En la encuesta realizada a una muestra de los anteriores proveedores se pudo determinar que las áreas de bosque o coberturas naturales representan en promedio un del área total de los predios, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 5-1 Porcentaje de los predios en bosque o área natural

Muestra	69
Media	21,3%
Mediana	14,3%
Máximo	75%
Mínimo	0%

Fuente: Encuestas – Ecoversa 2008.

Así mismo, se constató que los proveedores están dispuestos a conservar o restaurar en promedio un 30% de su predio como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 5-2 Porcentaje del área a restaurar o conservar con respecto al total del predio

	total	hidrológico	doble	biodiversidad
Muestra	57	31	15	11
Media	29,1%	30,7%	24,3%	31,2%
Mediana	20%	20,0%	11,7%	22,7%
Máximo	100%	99,5%	100%	100%
Mínimo	0,6%	0,6%	1,5%	1,7%

Fuente: Encuestas – Ecoversa 2008.

Los datos anteriores garantizan que los proveedores de los servicios ambientales seguirán obteniendo ingresos del 70% del área de sus predios con actividades agropecuarias y están dispuestos a dedicar aproximadamente el 30% para la generación de servicios ambientales (según la voluntad expresada en desarrollo de las encuestas).

5.1.2. Coberturas y usos del suelo generadores de los servicios ambientales

Para la prestación del servicio de agua se prevé acoger a los propietarios colindantes con las quebradas La Chinagocha y La Mistela, de manera que se puedan conformar márgenes protegidas en las rondas. La vegetación que se prevé favorecer en las rondas es la nativa; sin embargo se incluyen también las siguientes intervenciones:

- Regeneración natural asistida con la siembra de especies que favorezcan y dinamicen la consolidación de las rondas.

- b. Sistemas agroforestales que garanticen por lo menos una cobertura de copa del 60%.

En los últimos sistemas no se fomentará la siembra de especies coníferas o especies alelopáticas que no permiten el crecimiento de otras especies en la parte basal y por lo tanto disminuyen los efectos de retención de sedimentación.

En el servicio de biodiversidad se planea la creación de zonas de amortiguamiento alrededor de la Reserva Forestal La Bolsa y zonas de expansión en sectores ricos hídricamente, que estarían conformadas, como mencionó anteriormente, por porcentajes o la totalidad de predios ubicados en esas áreas. En la zona de amortiguamiento, la intervención que propone el proyecto es simplemente la regeneración natural. También se plantea convertir las rondas hídricas en corredores biológicos y por lo tanto, se requerirá de intervenciones consistentes en regeneración natural enriquecida con especies relevantes para el corredor.

En consecuencia, el proyecto permitirá las siguientes intervenciones en áreas donde actualmente se encuentran en usos pecuarios o agrícolas:

Áreas	Intervenciones	Servicios ambientales
Ronda Hídrica quebradas Chinagocha y Mistela	Regeneración natural	Hídrico
	Regeneración natural enriquecida con especies para corredor	Hídrico y Biodiversidad
	Sistemas agroforestales	Hídrico
Zona de Amortiguación de la Reserva Forestal de La Bolsa	Regeneración natural	Biodiversidad

Así mismo, el proyecto contemplará el pago por conservación de las coberturas naturales existentes en los predios, para evitar fugas, es decir, que se deforesten estas zonas no afectadas para posteriormente acceder a pagos del proyecto por restaurarlas.

5.1.3. Identificación de los compradores

Los beneficiarios de los servicios hidrológicos serán los usuarios de los acueductos con concesiones sobre las corrientes de Chinagocha y Mistela. Otro beneficiario del servicio ambiental de reducción de sedimentación es EMGESA como la empresa generadora de

energía hidroeléctrica del embalse del Guavio. Sin embargo, para efectos de la implementación de este proyecto de PSA, estos beneficiarios directos serán representados por el Municipio de Junín y CORPOGUAVIO, que serían los compradores de los servicios ambientales hídricos en el esquema según esta propuesta.

De acuerdo con el artículo 111 de la ley 99 de 1993, el Municipio de Junín debe invertir el 1% de sus ingresos directos en la compra de predios en áreas abastecedoras de su acueducto municipal, o en pago por servicios ambientales.

En el caso del servicio de biodiversidad, los beneficiarios no son regionales sino nacionales o internacionales. Se propone que el pago por los servicios de biodiversidad sea asumido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial buscando un apalancamiento de fondos internacionales de entidades cuyo objetivo misional es la conservación de la biodiversidad.

5.2. Descripción general del valor a pagar

Los pagos efectuados a los oferentes del servicio junto con los costos de transacción determinan la viabilidad de un esquema PSA. La importancia del pago radica en que el cumplimiento en la provisión del SA por parte de cada oferente dependerá de si ese 'pago' efectivamente lo compensa o le es más conveniente dedicar su tierra a otros usos.

Si el valor se desvía mucho de la cantidad de dinero que los oferentes están dispuestos a aceptar a cambio del servicio, el esquema tiende a fracasar: frente a un pago que es muy pequeño los oferentes no le darán acogida.

La razón es que en cualquier escenario de decisión económica, se supone que un agente busca conseguir los mayores beneficios posibles tomando como valor de referencia su *costo de oportunidad* particular. Este término hace referencia a los ingresos de la alternativa productiva que se sacrifica por la conservación o un uso del suelo ambientalmente adecuado.

En el contexto de los PSA, los costos de oportunidad de los oferentes están relacionados con la existencia local de mercados de bienes o servicios que pueda producir en el terreno sujeto a cambio de uso de acuerdo con: la calidad de la tierra, la extensión del terreno, las oportunidades de mercado, la disponibilidad y costo de insumos, y la tasa de descuento del dinero.

En caso contrario, si el pago es demasiado alto, el programa no optimiza el uso de los recursos económicos disponibles, posiblemente sacrificando la obtención de mayores beneficios o amenazando su sostenibilidad en el tiempo o cubriendo menores áreas. Por lo anterior, es importante que en el diseño del esquema de PSA, el valor a pagar se aproxime al valor del costo de oportunidad de aquellos agentes que se constituirían en el grupo de oferentes del servicio. De esta manera se puede generar un presupuesto para el proyecto, evaluar su viabilidad de acuerdo a los recursos disponibles y recomendar un monto a pagar en el esquema.

5.2.1. Metodología y Análisis de Costos de Oportunidad

En este proyecto se aplicó una encuesta (ver en el Anexo 5: formato de la encuesta), con la que se recolectó la información primaria necesaria para conocer el costo de oportunidad relacionado con los propietarios de las tierras en la región. En la encuesta también se capturó la disponibilidad a aceptar por incluir sus tierras en el esquema a través de una pregunta directa.

La participación de CIFOR en la etapa de diseño del proyecto se concretó con los aportes de Rocío del Pilar Moreno y Sven Wunder, al proceso de identificación de los componentes del esquema y el diseño de la encuesta. Adicionalmente esta organización hizo el aporte económico necesario para cubrir los gastos relacionados con la implementación de la encuesta.

DESCRIPCIÓN DE ENCUESTAS

La encuesta diseñada tiene por objeto recopilar información social, productiva y económica a nivel predial. Se tomaron tres bases esquemáticas para el diseño: el formulario del Censo Nacional Agropecuario de la República del Ecuador de 2000, la Encuesta a Familias Salvadoreñas de 2000 y el Cuestionario Prototipo de la Red de Pobreza y Ambiente de 2007⁸.

Se genera un listado de variables a recolectar, presentado en el cuadro 5-3, y a partir de éste se formulan las preguntas que integran la encuesta.

Cuadro 5-3 Variables a recolectar mediante la encuesta

Categoría de variables	Variables
Generalidades del predio	ubicación, área, relación del encuestado con el predio, actividades que alberga, pendiente y fertilidad del terreno, origen del agua consumida por tipo de uso
Sociales	edad, género, educación, y actividad laboral de los integrantes del hogar
Económicas del hogar	Fuentes y rangos de ingresos, número de propiedades rurales, contratos relacionados al usufructo del predio
Productivas del predio	Número de trabajadores permanentes y transitorios, cosecha de cada cultivo, cantidades vendidas, cantidades destinadas a autoconsumo; método de riego; número de animales comprados, vendidos y en stock; cantidad producida de derivados; demanda de

8 La Red de Pobreza y Ambiente cuyo nombre oficial en inglés es Poverty Environment Network es un programa de CIFOR cuyo objetivo es la recolección uniforme de datos socioeconómicos y ambientales en más de veinte países. La página web del proyecto es: http://www.cifor.cgiar.org/pen/_ref/home/index.htm

	trabajo
Flujos asociados a actividades agropecuarias	precios de compra y venta de animales, costo de vacunas, medicamentos y alimentos; gasto en semillas, agroquímicos, maquinaria y otras inversiones en cultivos; salario de trabajadores, salario de técnicos o profesionales; precio de venta por unidad de peso de cada producto, lugar y costo de comercialización
Recursos hídricos y conservación	periodos de escasez de agua, extracción de recursos naturales, utilidad percibida de los ecosistemas naturales
Disponibilidad a aceptar (DAA)	cantidad mínima de dinero declarada que el encuestado está dispuesto a recibir por la destinación de parte de su predio al esquema de PSA

Fuente: elaboración propia

La versión final de la encuesta contiene ocho secciones en que se organizan las preguntas según su carácter. En la sección 1 se incluyen las preguntas que caracterizan social y comunitariamente al encuestado, en la 2 los usos del suelo en el predio, en la 3 la relación del encuestado con el predio, en la 4 la economía del hogar del encuestado, en la 5 las actividades agrícolas, en la 6 las actividades pecuarias, en la 7 los usos de los recursos naturales, y en la 8 se busca capturar la disponibilidad a aceptar (DAA) de los encuestados por participar en el esquema de PSA.

Previo a la aplicación de la encuesta, se hace un listado preliminar de propietarios que resulta de cruzar información predial georreferenciada con la ubicación de las quebradas y las vecindades de La Bolsa. Dada la baja densidad de vegetación natural aguas abajo de la conjunción de las quebradas, el interés del estudio recae sobre el sector aguas arriba de ese punto. A lo largo de 7.8 kilómetros de la quebrada Chinagocha existen 24 predios, sobre los 5.9 kilómetros de la Mistela hay 54, y alrededor de la Reserva Forestal La Bolsa hay 64 predios.

La encuesta se aplica en cada predio al propietario o al poseedor de hecho. Ésta persona puede ser un arrendatario, administrador, tenedor o poseedor. A partir de la información catastral de la alcaldía se elabora una lista con los nombres de los propietarios de los predios ubicados en las áreas de interés. Dicha lista sirve de guía para la ubicación de la mayoría de propietarios o poseedores, mientras que los demás encuestados fueron identificados durante las fechas en que se implementó la encuesta.

La encuesta se aplica en: 12 predios aledaños a la Reserva La Bolsa, 7 aledaños a la quebrada Mistela, 21 a la quebrada Chinagocha, y en 17 ubicados en la vecindad tanto de una quebrada como de la reserva. Además se aplican 10 en predios ubicados en el sector Tembladores de la vereda Centro, región que alberga una gran cantidad de nacederos y

hace parte de la porción de áreas naturales en Chorreras por fuera de áreas de protección.

REVISIÓN DE ENCUESTAS

La información consignada en las encuestas se relaciona a cada unidad predial donde se implementó. Esto implica que existen 67 datos para las diferentes variables indagadas. En cada predio existe por lo general más de un uso del suelo, cada uno de los cuales se identifica con un lote individual. Así la muestra de 67 predios está conformada por 158 lotes.

Hay 14 tipos de usos del suelo, de los cuales cinco son de naturaleza agrícola y sólo uno está asociado con actividad ganadera, el pasto.

Cuadro 5-4 Caracterización de las áreas encuestadas por unidad de lote.

Tipo de uso	lotes en uso	tipo de actividad	lotes en actividad	tipo de uso
Pasto	64	Pecuario	65	productivo
Maíz	6	Agrícola	14	
Papa	3			
Arveja	1			
Mora	3			
cana azúcar	1			
bosque natural	50	Servicio Ambiental	71	Servicio Ambiental
bosque plantado	11			
Humedal	10			
Laguna	1			
Sabana	2	Ocioso	8	ocioso
Construcción	3			
Descanso	1			
Acueducto	2			

Fuente: elaboración propia

ECONOMÍAS DE FINCA/FAMILIAS

Los beneficios calculados y la disposición a aceptar, son las dos medidas usadas para evaluar el costo de oportunidad para los propietarios de la tierra en el sector La Bolsa de Junín.

BENEFICIOS CALCULADOS

Los cálculos de ingresos, costos y beneficios se elaboran nivel de lotes debido a que la información de productividad se indagó a este nivel. Más adelante se agrega a nivel de predios.

Se supone que cada hogar j tiene uno o más lotes dedicados a la producción agropecuaria. Sea cada lote representado con el subíndice i . Las unidades de análisis más elementales son los lotes, para los que se emplea el subíndice ij . La razón de esta notación es que cada lote i es independiente porque tiene un uso específico dentro del predio j y por lo tanto tiene características económicas particulares a pesar de que la totalidad del predio donde se ubica es manejado por un mismo hogar. El elemento de análisis más general son los predios, identificados con el subíndice j . Además, para el cálculo del costo de oportunidad interesan los lotes sujetos de pago por servicios ambientales.

Los ingresos asociados a cada lote se dividen en monetarios y no monetarios. Se emplean los subíndices M para montos monetarios y NM para los no monetarios:

$$I_{i,j} = I_{M,i,j} + I_{NM,i,j}$$

Cada tipo de ingreso se divide a su vez en varios componentes que se agrupan de acuerdo a si provienen de actividades agrícolas, que se identifican con el subíndice S , o de actividades pecuarias, que se identifican con el subíndice A .

Los ingresos monetarios provenientes de actividades agrícolas están dados por:

$$I_{M,S,i,j} = (cVenta_{i,j} + cTrueq_{i,j}) * p_i,$$

donde $cVenta_{i,j}$ es la cantidad vendida de la cosecha del lote i , $cTrueq_{i,j}$ es la cantidad negociada en trueque de la cosecha obtenida en lote i , y p_i es el precio unitario de mercado del producto cosechado en i .

La siguiente es la expresión para los ingresos de actividades pecuarias son:

$$I_{M,A,i,j} = \sum_{k=1}^m anVenta_{k,i,j} * p_k + \sum_{h=1}^q deVenta_{h,i,j} * r_h,$$

donde $anVenta_{k,i,j}$ denota el número de animales de la especie k vendidos, p_k es el precio de mercado del animal de la especie k , $deVenta_{h,i,j}$ es la cantidad de derivado h vendida y r_h es el precio del derivado h .

Cabe destacar que en el caso del ganado se tuvo en cuenta la variación de precios asociada a la edad del animal, de manera que la información se recolectó para tres etapas de crecimiento (ternero, novillo y adulto) y haciendo distinción de sexo.

Por su parte, los ingresos no monetarios están separados en dos componentes:

$$I_{NM,i,j} = I_{NM,S,i,j} + I_{NM,A,i,j} \cdot$$

Los ingresos no monetarios asociados a actividades agrícolas son $I_{NM,S,i,j} = (cAnim_{i,j} + cHog_{i,j} + cAmig_{i,j}) * p_i$,

donde $cHog_{i,j}$ es la cantidad de la cosecha consumida en el hogar, $cAnim_{i,j}$ la cantidad de cosecha destinada a los animales, $cAmig_{i,j}$ la cantidad de cosecha regalada, y p_i el precio unitario de mercado.

Los ingresos no monetarios de actividades pecuarias están dados por la ecuación

$$I_{NM,A,i,j} = deHog_{h,i,j} * r_h$$

donde $deHog_{h,i,j}$ es la cantidad de derivado h producido y que se consume en el hogar, y r_h es el precio de mercado del derivado h .

Los costos se desagregan en dos componentes de acuerdo a si provienen de actividades agrícolas o pecuarias.

$$C_{i,j} = C_{M,S,i,j} + C_{M,A,i,j}$$

Los costos monetarios agrícolas igualan el valor de los insumos usados en la producción de bienes de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$C_{M,S,i,j} = agrq_{i,j} * v_{agrq} + fert_{i,j} * v_{fert} + l_{i,j} * p_L + semll_{i,j} + maqu_{i,j} + inver_{i,j} + transp_{i,j} \cdot$$

donde $agrq_{i,j}$ es la cantidad de agroquímicos y v_{agrq} su precio unitario, $fert_{i,j}$ es la cantidad de fertilizantes y v_{fert} su precio unitario, $l_{i,j}$ es la cantidad de trabajo contratado en ese cultivo desde la preparación de la tierra hasta la cosecha, $semll_{i,j}$ es la cantidad de dinero invertido en semillas o plántulas, $maqu_{i,j}$ son los gastos en arrendamiento de

maquinaria para el cultivo, $inver_{i,j}$ es la cantidad de dinero invertido en la preparación del terreno para la siembra (aparte de la mano de obra y del arriendo de maquinaria), y $transp_{i,j}$ es el costo del transporte de la cosecha en caso de haberse comercializado fuera del predio.

Los costos monetarios de actividades pecuarias están dados por:

$$C_{M,A,i,j} = (agrq_{i,j} * v_{agrq} + inver_{i,j} + l_{i,j} * p_L + maqu_{i,j}) + \sum_{k=1}^m (anComp_{k,i,j} * p_k + vacmed_{k,i,j} + alicon_{k,i,j} + l_{k,i,j} * p_L).$$

El primer paréntesis representa los costos asociados a los pastos, donde $agrq_{i,j}$ es la cantidad de agroquímicos empleada; $inver_{i,j}$ es la cantidad de dinero invertido en el mantenimiento, que consiste básicamente en el mantenimiento de zanjas y la remoción de maleza; $l_{i,j}$ es el número de jornales contratado para el mantenimiento de pastos; y $maqu_{i,j}$ es el gasto en el arriendo de maquinaria para el mantenimiento del pasto. En la sumatoria se escriben los costos asociados directamente a los animales, donde $anComp_{k,i,j}$ representa la cantidad de animales de la especie k comprada durante el último año y p_k su precio unitario, $vacmed_{k,i,j}$ los gastos en vacunas y medicamentos invertidos en esta especie, y $alicon_{k,i,j}$ los gastos en alimentos y concentrados, $l_{k,i,j}$ denota la cantidad de jornales contratados para el cuidado único de esta especie, y p_L el precio del jornal.

A partir de las expresiones presentadas hasta ahora, se construyen los beneficios monetarios y no monetarios de cada lote como $B_{M,i,j} = I_{M,i,j} - C_{M,i,j}$ y $B_{NM,i,j} = I_{NM,i,j}$, respectivamente. Así, los beneficios netos del lote son: $B_{i,j} = B_{M,i,j} + B_{NM,i,j}$.

Los flujos monetarios a nivel de predio se construyen también a partir de las expresiones anteriormente construidas y los flujos de otro tipo de actividades más generales asociadas al predio como un todo, que se identifican con el subíndice G .

El ingreso monetario del predio expresa como:

$$I_{M,j} = \sum_{i=1}^n I_{M,S,i,j} + \sum_{i=1}^n I_{M,A,i,j} + I_{M,G,j} \quad \text{donde} \quad I_{M,G,j} = activFuera_j + usoterc_j$$

Los componentes de los ingresos generales del propietario son: ingresos por actividades diferentes a las que se desarrolla dentro del predio j , $activFuera_j$, y la renta que se recibe de terceros por el usufructo parcial o total del predio j , $usoterc_j$.

Los ingresos no monetarios del predio son:

$$I_{NM,j} = \sum_{i=1}^n I_{NM,S,i,j} + \sum_{i=1}^n I_{NM,A,i,j} \cdot$$

Los costos monetarios a nivel de predio se calculan como:

$$C_{M,j} = \sum_{i=1}^n C_{M,S,i,j} + arrien_j + \sum_{i=1}^n C_{M,A,i,j} + C_{M,G,j}$$

donde $arrien_j$ representa los gastos por concepto de arrendamiento de lotes ajenos para el mantenimiento de animales y el componente $C_{M,G,j}$ se construye como:

$$C_{M,G,j} = l_{perm,j} * p_L + l_{tecn,j} * p_{L,tecn}$$

donde $l_{perm,j}$ es la cantidad de empleados permanentes en el predio, $l_{tecn,j}$ la cantidad de personal técnico o profesional contratada en el predio y $p_{L,tecn}$ el costo unitario de los servicios técnicos.

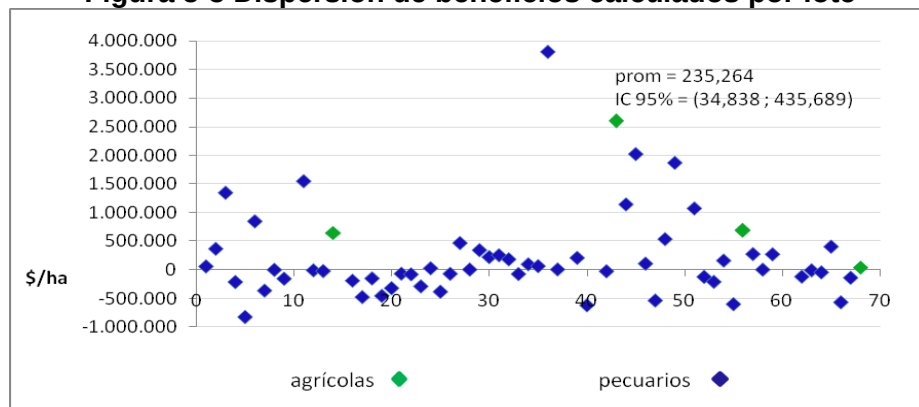
Por último, los beneficios asociados al predio son:

$$B_j = I_{M,j} + I_{NM,j} - C_{M,j}$$

Esta expresión permite estimar los beneficios netos de cada unidad productiva, considerando los ingresos tanto monetarios como no-monetarios y costos.

Debido a la negativa de algunos encuestados a responder preguntas relacionadas con precios y producción, 3 de los lotes agrícolas y 8 de los pecuarios carecen de información para construir sus flujos monetarios. Además otros siete lotes exhibieron inconsistencias irreparables que obligaron su eliminación de la muestra. Se hallaron los beneficios para los 61 lotes que aportaron información completa y consistente de 79 productivos. En la siguiente figura se muestran los beneficios por hectárea calculados para la muestra de lotes seleccionada, en color azul están las cifras de los pecuarios y en verde las de los agrícolas.

Figura 5-5 Dispersión de beneficios calculados por lote



Fuente: elaboración propia

La muestra de cuatro lotes agrícolas tiene beneficios netos anuales positivos, en promedio de \$996,000 para un tamaño promedio de 2,400 metros cuadrados por lote. Para los 57 lotes con uso pecuario, se encontraron beneficios netos anuales tanto positivos como negativos y uno nulo, con un promedio de \$192,000.

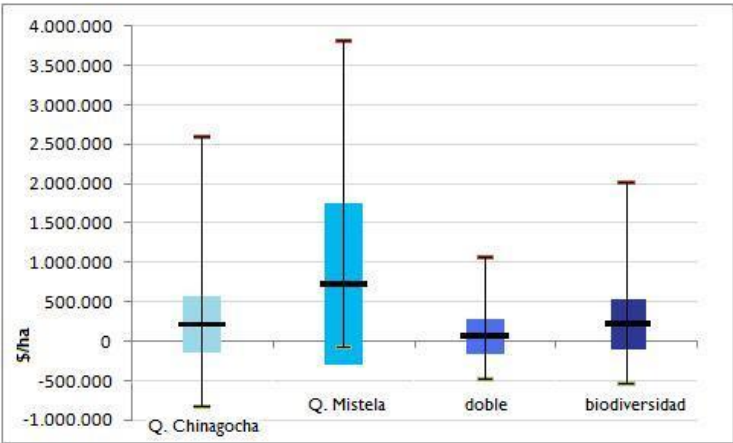
El hecho que 30 unidades productivas sufran pérdidas netas es contradictorio, pero debe tenerse en cuenta que las condiciones del sector agropecuario no intensivo en municipios pequeños como Junín tienden a ser precarias, y debe contemplarse la posibilidad de que los individuos se conformen con que sus ingresos cubran escasamente sus gastos.

Luego los beneficios por lote se analizan de acuerdo con el tipo de servicio ambiental que el lote tiene potencial para ofrecer: servicios hidrológicos sobre la quebrada Chinagocha, servicios hidrológicos sobre el margen de la quebrada Mistela, lotes en condiciones para prestar tanto servicios hidrológicos como de conservación de biodiversidad y los que se ubican en el sector más remoto respecto a la cabecera municipal, con potencial para prestar servicio de biodiversidad.

Se contruyen cinco variables estadísticas para cada grupo. En la figura 5-6 se ilustra el intervalo de confianza de 95% de los datos mediante barras, los valores mínimos y máximos mediante los extremos de las líneas delgadas verticales, y los promedios mediante líneas gruesas horizontales.

El grupo que exhibe los mayores beneficios es el de la Mistela con un promedio de \$723,000, pero cabe anotar que la disparidad con respecto a los otros grupos se explica por un lote que relaciona beneficios sensiblemente mayores a los del resto de la muestra, y se puede observar en la figura 4.2 como el valor máximo en ese grupo. Si se elimina esa observación, el grupo con mayores beneficios promedio es el de biodiversidad con \$218,000 . En ese caso la diferencia entre los beneficios promedio de este grupo y los dos que ofrecerían servicios hidrológicos es de tan solo \$9,500. En este orden de ideas un incentivo monetario efectivo para la prestación de cualquiera de los dos servicios debería ser el mismo.

Figura 5-6 Beneficios anuales por hectárea en los lotes según servicio ambiental.



Fuente: elaboración propia

El grupo de lotes a ofertar dos servicios tiene beneficios por hectárea promedio de \$56,000. Este resultado se deriva del hecho que varios de estos predios están ubicados en sectores de humedales y nacimientos de agua que al encharcar permanentemente algunos sectores de los predios los limita para la realización de actividades productivas. En estos casos la abundancia hídrica en los propios predios, no se traduce en un flujo de servicios ambientales que los propietarios puedan incorporar a sus sistemas productivos y en consecuencia a sus flujos monetarios. En el cuadro 4.3 se presenta un resumen de los flujos de beneficio calculados.

Cuadro 5-5 Promedio de beneficios por hectárea calculados por lote

Criterio	Grupo	Cantidad de lotes	Promedio de beneficios/ha
Uso actual del lote	Agrícola	4	996.000
	Pecuario	57	192.000
SA a ofrecer	hidrológico - Chinagocha	22	208.000
	hidrológico - Mistela	7	723.000
	hidrológico y biodiversidad	14	56.000
	Biodiversidad	18	218.000

Fuente: elaboración propia

DISPONIBILIDAD A ACEPTAR CAPTURADA

Las declaraciones de DAA las dan los encuestados en relación con el predio, ya no con cada lote. De hecho esta pregunta tiene dos partes. La primera para conocer el área que el encuestado estaría dispuesto a comprometer en el esquema de PSA, y la segunda para

conocer cuál sería el monto del pago que lo incentivaría a efectivamente participar en el esquema por periodo de un año.

La cantidad de respuestas válidas a estas preguntas fue más pequeña que las respuestas a preguntas relacionadas con la economía del predio. Sólo en 46 predios hubo una respuesta registrada y de estos, cuatro no asociaron esa disponibilidad a una extensión determinada del lote, por lo que no se toman en cuenta para el análisis por unidad de área.

La principal virtud de la pregunta directa y abierta es que su interpretación es también directa. Su principal problema es que confronta al encuestado con un problema desconocido, frente al cuál le es difícil adoptar una posición. Por lo anterior, es común encontrar una alta proporción de abstinencia a responder o gran cantidad de respuestas exageradamente altas o bajas. En esta encuesta se implementó una de las ayudas a las que puede recurrir un investigador para facilitar al encuestador imaginar el escenario, que es describir 'el vehículo de pago' (Freeman III, 2003).

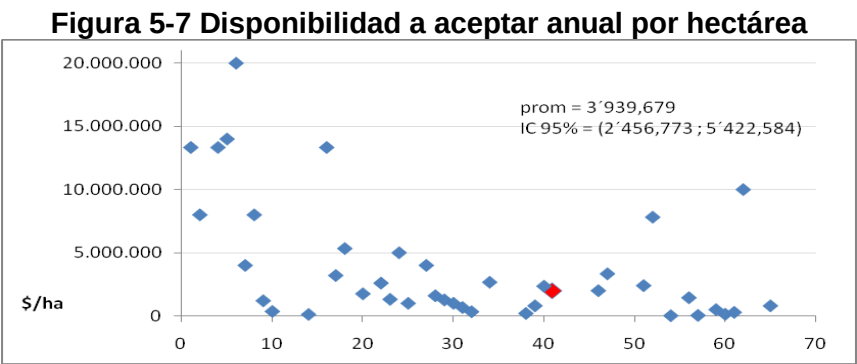
Uno de los problemas que enfrenta una pregunta directa de valoración es la adopción de una respuesta estratégica por parte de encuestados que busquen influenciar el monto del pago en caso de realizarse o el grado de compromiso individual en el proyecto (Freeman III, 2003). El texto introductorio en la encuesta incluye una descripción del método de selección de participantes que busca mitigar la ocurrencia de este sesgo, donde se explica que de acuerdo al monto declarado se procedería de seleccionar participantes de abajo hacia arriba hasta completar el presupuesto.

Para el diseño de la sección de la DAA se tienen presentes las recomendaciones elaboradas por Freeman (2003) para la reducción de fuentes de error en una pregunta de medida de valoración hipotética. Se diseña un texto introductorio a la sección que contiene una descripción de la situación actual en la zona de influencia de la Reserva La Bolsa y luego expone la posibilidad de implementar un esquema de pago por servicios ambientales, haciendo énfasis en la naturaleza hipotética del proyecto y las limitaciones que habría sobre los posibles pagos, dada la restricción de recursos disponibles. Después del texto se le informa al encuestado que normalmente surgen dudas frente a la propuesta recién escuchada de manera que se abre un espacio para la solución de dudas. Una vez el encuestado asegura tener claridad sobre la propuesta, se le pregunta si estaría interesado en participar o no.

En caso negativo se pregunta la razón y en caso positivo se procede a elaborar el escenario particular al que se vería enfrentado el encuestado de acuerdo a las características del predio y del servicio ambiental que ofrecería (ver la sección 8 de la encuesta en el Anexo 4.5). Enseguida se hace la siguiente pregunta: ¿cuál es la cantidad mínima de dinero que Usted aceptaría anualmente por conservar esa área?

Las DAA declaradas por hectárea se muestran en la figura 5-7 y se marca en color rojo el único predio con un lote agrícola para observar de qué manera se relaciona con los valores estadísticos de los lotes pecuarios. La DAA promedio de los predios que albergan

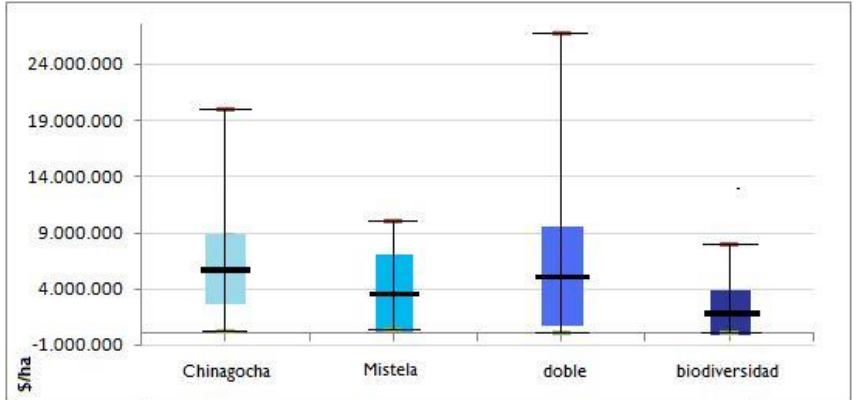
un lote pecuario es de \$3'988.171 y el intervalo de confianza con un 95% es [2'471,000; 5'505,000]. Por su parte la DAA del predio con lotes agrícola y pecuario es de 2'000,000, valor inferior no sólo al promedio sino al límite inferior del intervalo de confianza para los lotes pecuarios



Fuente: elaboración propia

Los valores obtenidos al agrupar los montos declarados de disponibilidad a aceptar de acuerdo con el servicio ambiental que potencialmente ofrecerían, se ilustran en la figura 4.4. Las diferencias observadas entre los estadísticos de los diferentes grupos no son muy significativas, de manera que si se usara esta medida para determinar el pago es posible pensar en un pago compensatorio independiente de los servicios ambientales a ofrecer en los predios. En el cuadro 5-8 se presentan los promedios de montos declarados.

Figura 5-8 Disponibilidad a aceptar anual por hectárea declarada de acuerdo con el servicio ambiental a ofrecer



Fuente: elaboración propia

Cuadro 5-6 Promedio y mediana de DAA por hectárea declarada por predio

Criterio	Grupo	Cantidad de predios	Promedio de DAA/ha	Mediana de DAA/ha
SA a ofrecer	hidrológico - Chinagocha	16	5'711,000	2'500,000

	hidrológico - Mistela	6	3'569,000	1'300,000
	hidrológico y biodiversidad	12	3'112,000	2'000,000
	Biodiversidad	8	1'813,000	428,571
General		42	3'939,000	2'000,000

5.2.2. Propuesta de pago por servicios ambientales

Hay una diferencia entre los resultados obtenidos utilizando las dos medidas, los beneficios calculados y la DAA declarada. En estas condiciones, la adopción de un valor para el pago debe respaldarse con una buena argumentación de la forma como sean considerados los resultados en el proceso de decisión. En el cuadro 5 se presenta un resumen de los valores calculados y los declarados.

Una primera postura a adoptar es asumir que el costo de oportunidad calculado se aproxima más al valor real. En ese caso se elige un valor a partir de los beneficios calculados por hectárea, pueden ser los \$235,264 de promedio general. De forma opuesta, si se opta por considerar la DAA como el valor más cercano al costo de oportunidad real, el pago haría referencia a algún valor relacionado con las declaraciones, por ejemplo el promedio de \$3'939,679.

La diferencia entre ambas opciones es de un orden de magnitud, demasiado grande para pensar en buscar un término medio conciliador. La literatura justifica que en la práctica se encuentre un mayor valor para la DAA respecto a otras medidas, dado que estas últimas no contemplan variables no observables que la DAA si mide.

Cuadro 5-7 Resumen beneficios calculados y montos declarados

Criterio	Grupo	Cantidad de lotes	Promedio de beneficios/ha	Cantidad de predios	Promedio de DAA/ha
Uso actual del lote	Agrícola	4	996,000	1	2'000,000
	Pecuario	57	192,000	41	3'988,000
SA a ofrecer	hidrológico - Chinagocha	22	208,000	16	5'711,000
	hidrológico - Mistela	7	723,000	6	3'569,000
	hidrológico y biodiversidad	14	56,000	12	3'112,000
	biodiversidad	18	218,000	8	1'813,000
General		61	235,000	42	3'939,000

Fuente: elaboración propia

En el área de estudio esto puede no ser cierto ya que el comportamiento observado de los propietarios es el de tomar decisiones en el plano económico de forma conformista, no en búsqueda de los máximos beneficios o de la máxima utilidad. En este orden de ideas esos valores no percibidos por la DAA son tan imperceptibles como las pérdidas que muchos propietarios se permiten tolerar y definitivamente no equivalen tanto como a tres millones de pesos, que es la diferencia aproximada entre ambas medidas.

De acuerdo con la anterior reflexión el pago propuesto aprecia más el criterio de beneficios calculados.

Con el uso del promedio de beneficios se corre el riesgo de no transmitir ningún incentivo al cambio de uso para los lotes que exhiben mediciones mayores. Serían 17 los lotes que potencialmente se autoexcluirían del esquema, ya que sus beneficios superan los \$235,000 que se le ofrecerían como compensación.

Sin embargo, este es un riesgo asociado a cualquier valor por debajo del mayor beneficio. Además, teniendo en cuenta que los esquemas de PSA tienen la virtud de que la participación no es obligatoria y que las condiciones se acuerdan entre las partes, este es un riesgo que se puede negociar en la etapa de contratación, posterior a esta fase de diseño.

Un monto conveniente para dar inicio a la negociación, es el valor por debajo del cual se encuentra el 85% de la muestra de beneficios calculados (52 predios), es decir, el percentil 0,85. Este valor, \$693,125, es ligeramente menor que el percentil 0,25 de la DAA, \$766,667. En otras palabras, el 85% de los beneficios calculados supera un 25% de las declaraciones de disponibilidad a aceptar. Esto implicaría que si en realidad la medida más precisa del costo de oportunidad es la DAA, el anterior no sería un punto de partida demasiado bajo.

Se considera que un pago anual de \$700,000 por hectárea es un buen incentivo para la participación de los propietarios en el esquema de PSA y representaría el costo de oportunidad que tiene la mayoría de predios en el área de intervención y por lo tanto deberá corresponder al valor mínimo pagado si se restringe totalmente la posibilidad de generación de bienes mercadeables en las áreas de pago por servicios ambientales.

De conformidad con la sección 3.2 el proyecto contempla intervenciones que generan costos adicionales y por lo tanto deberán ser cubiertas por los compradores y ejecutadas ya sea por el operador del proyecto o por el propietario del predio. El siguiente cuadro ilustra los tipos de costos de las intervenciones:

Áreas	Intervenciones	Servicios ambientales	Costo de intervención	Ejecución de la intervención
Ronda Hídrica	Regeneración natural	Hídrico	Cercado	Propietario

	Regeneración natural enriquecida con especies para corredor	Hídrico y Biodiversidad	Cercado, plántulas y mano de obra por mantenimiento.	Operador y propietario
	Sistemas agroforestales	Hídrico	Cercado, Plántulas, semillas, fertilizantes y mano de obra para recolección de cosecha.	Propietario
Zona de Amortiguación de la Reserva la Bolsa	Regeneración natural	Biodiversidad	Cercado	Propietario

Para el pago por conservación de las coberturas naturales existentes, sólo se incurre en costos de cercado.

Por lo tanto, el pago por servicios ambientales deberá considerar además del costo de oportunidad promedio \$700.000 ha/año, los costos del cercado y adicionalmente para los predios en donde se realicen intervenciones con servicios compartidos (hídrico y biodiversidad), se deberá adicionar el costo de las especies inducidas así como su mantenimiento. Para los sistemas agroforestales en la ronda, se recomienda sólo pagar el valor base del costo de oportunidad y que el propietario asuma los costos del establecimiento del arreglo.

6. Operación del esquema

Para efectos de la implementación del esquema de pago por servicios ambientales se recomienda un operador del proyecto. El operador del proyecto deberá ser una entidad sin ánimo de lucro, de la región con alta credibilidad. El operador será el encargado de las siguientes funciones:

- Establecer los contratos de conservación y/o restauración con cada propietario o poseedor.
- Recibir los recursos para el pago por los servicios ambientales de los compradores.
- Realizar visitas de campo y reportes sobre el cumplimiento de las actividades de conservación y/o restauración con cada propietario o poseedor participante en el esquema.
- Realizar los pagos por los servicios ambientales, luego de verificarse el cumplimiento de las actividades de conservación y/o restauración.

En la región, la entidad “Cabildo Verde” podría ser el operador del esquema. En caso de no ser factible encontrar el operador en la zona, CORPOGUAVIO podría asumir este papel adaptando el Programa PFINPAF a estas circunstancias. Así mismo, CORPOGUAVIO canalizará los recursos de los compradores de los servicios ambientales, particularmente del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y del Municipio de Junín, para posteriormente realizar un convenio de cooperación con el Operador. El Convenio tendrá como objeto el manejo de las áreas de rondas hídricas y de la zona de amortiguación de la Reserva Forestal de La Bolsa en las quebradas de la Chinagocha y la Mistela y estipulará las obligaciones del operador y los diseños técnicos de las intervenciones.

Cada propietario o poseedor deberá cumplir con los siguientes requisitos para ser elegible al pago por el servicio ambiental:

- a. Ser propietario o poseedor de un predio ubicado ya sea en la ronda hídrica de la Quebrada la Chinagocha o la Mistela o colindar con la reserva forestal La Bolsa.
- b. Que la totalidad del área natural del predio en la ronda hídrica o la que colinda con la Reserva se encuentre sujeta a un acuerdo de restauración y/o conservación con el operador del proyecto y esté debidamente delimitada y geo-referenciada.
- c. Que la pendiente del área generadora del servicio ambiental sea menor a 60% o que en su defecto, dicha área se encuentre en un uso productivo y con una cobertura diferente a las relacionadas con el servicio ambiental.

La primera condición de elegibilidad asegura el derecho de una persona para reclamar el pago por el servicio ambiental generado en un predio. Sólo los propietarios y poseedores pueden reclamar este pago. La segunda condición evita fugas, en cuanto si hay una porción de ronda hídrica no comprometida, el propietario podría deforestarla y trasladar las actividades productivas de la porción con compromiso de generación de servicio ambiental. Por último, la tercera condición establece un piso de “adicionalidad” en el sentido que áreas con altas pendientes difícilmente tendrán amenazas de cambio de uso del suelo; y por lo tanto no sería eficiente pagar por conservarlas ya que probablemente serán conservadas sin pago.

El operador del proyecto pagará por unidad de área restaurada y/o conservada en el área generadora del servicio ambiental (ronda hídrica o área de amortiguación). Es decir, se prestará el servicio ambiental cuando el propietario o poseedor del predio, cambie la cobertura vegetal existente en el área generadora del servicio ambiental, a una de las coberturas relacionadas con el servicio ambiental; o conserve una cobertura natural existente en el área generadora del servicio ambiental, durante el periodo del proyecto.

Por lo tanto, se requerirá levantar una línea base de coberturas vegetales existentes en el área de la ronda o de amortiguación en cada predio participante antes del inicio del proyecto de PSA. Esta línea base de coberturas servirá para determinar cuanta área se

restaurará y cuanta se conservará en cada predio, para así incluir el compromiso en los contratos que se firmarán entre el operador y cada propietario o poseedor.

Los pagos a los propietarios o poseedores se realizarán anualmente con posterioridad a la verificación de la adecuada restauración o conservación de las coberturas por parte del operador.

Para la implementación de intervenciones con actividades diferentes al cercado, se podrá contar con el apoyo de los técnicos de la Corporación u otra entidad que brinde asistencia técnica.

Recomendamos que el proyecto tenga una duración de 10 años, teniendo en cuenta que de acuerdo con la dinámica ecológica de la zona, en dicho período se puede consolidar una regeneración natural desde una pastura a un rastrojo alto.

7. Monitoreo

Como se mencionó anteriormente, el primer monitoreo lo realizará el operador del proyecto basado en la visita de campo a cada predio beneficiario del esquema. En este monitoreo se evaluará si el área comprometida en el contrato está debidamente delimitada y cercada, y si se están adelantando las actividades de restauración y/o conservación. El resultado de este monitoreo será el soporte para el pago a los propietarios. Así mismo, el operador deberá enviar un consolidado de dicho monitoreo a CORPOGUAVIO dentro del convenio de cooperación suscrito entre las partes y como base para el desembolso de los recursos para el pago de los servicios ambientales.

Por otra parte, CORPOGUAVIO realizará un monitoreo directo sobre los servicios ambientales y sobre el impacto del proyecto así:

1. Cambio de coberturas: utilizará sensores remotos para verificar cambios de cobertura en la totalidad de la ronda y el área de amortiguación de la Reserva y compararlas con las coberturas de línea base.
2. Servicio ambiental hídrico: realizará monitoreos trimestrales sobre la calidad del agua, particularmente las concentraciones de sólidos suspendidos a la altura de la confluencia entre la quebrada la Chinagocha y la Mistela, considerando las variables climatológicas de la región.
3. Realizará inventarios de especies y evaluará los índices de biodiversidad en las zonas restauradas del área de amortiguación de la Reserva Forestal La Bolsa.

Como parte del monitoreo y mejoramiento del esquema en relación con el servicio ambiental de biodiversidad, se propone actualizar la información disponible con información primaria sobre las características biológicas y ecológicas del área que permitan mejorar el conocimiento del área. Estas actividades se deberían desarrollar de manera paralela a la implementación del proyecto utilizando la metodología de Evaluación Ecológica Rápida.

Esta metodología conocida internacionalmente con las siglas REA - en inglés - (Rapid Ecological Assessment), fue desarrollada por The Nature Conservancy y Conservación

Internacional, con la intención de coleccionar y analizar información ecológica de manera eficiente en un tiempo corto y a un costo económico moderado (Kappelle et al. 2002).

Ha sido utilizada en proyectos que requieren obtener información primaria en áreas en las que se pretende desarrollar planes o programas de conservación, así como aquellas áreas donde se necesitan establecer restricciones de uso de los recursos naturales o ecosistemas o cuando se pretendan establecer o cuantificar los impactos ambientales por el desarrollo de actividades antrópicas.

En términos generales las EER permiten alcanzar entre otros objetivos: a) delimitar áreas de prioridad para la conservación de la biodiversidad, b) detectar y/o cuantificar amenazas o riesgos potenciales que ponen en peligro a la biodiversidad y c) dirigir investigaciones específicas como el inventario y monitoreo de la biodiversidad.

La metodología de EER involucra por una parte la revisión de información suministrada por sensores remotos (fotografías aéreas e imágenes de satélite, entre otros), que es complementada con la revisión de información secundaria relacionada con aspectos biológicos, ecológicos, geográficos, económicos y sociales del área que se pretende estudiar. Una vez consolidada la información se incorpora por capa en un Sistema de Información Geográfica.

Posteriormente se procede a la generación de los mapas iniciales obtenidos de la interacción de las capas de información y la interpretación de los sensores remotos, que serán la base para la verificación en campo de la información generada, con el fin de realizar los ajustes y modificaciones a las que haya lugar. Las EER incluyen las siguientes actividades:

- Revisión de literatura y mapas existentes (hojas topográficas).
- Selección de mapas con información abiótica (clima, geomorfología, suelo).
- Análisis preliminar de fotografías aéreas.
- Salidas de Reconocimiento en campo.
- Desarrollo de una macro clasificación fisionómica (unidades de cobertura de la tierra).
- Salidas de verificación de Coberturas.
- Recolección de especímenes botánicos para su identificación.
- Registro fotográfico de los ecosistemas, su fisonomía y estratificación.
- Ajustes a la Interpretación de las fotografías aéreas a partir de la información recolectada en campo.
- Almacenamiento y procesamiento de la información recolectada en formato de bases de datos y capas de información.
- Producción de mapas.

A partir del primer año de pagos, y con base en la información de línea base actualizada a nivel predial se deberá complementar la metodología de pagos por servicios de biodiversidad utilizando una herramienta adicional que permita realizar una evaluación de estos servicios de forma particularizada en cada predio involucrado en el esquema.

Algunos investigadores han propuesto diferentes aproximaciones para realizar estas evaluaciones, no obstante, en este proyecto se propone utilizar la metodología denominada “Hábitat Hectares methodology”, propuesta por el Departamento de Infraestructura, planeación y recursos naturales de Gales del Sur, Australia (Grieve 2003); **con la que se puede obtener un índice de biodiversidad por hectárea.**

Esta metodología ha sido propuesta para evaluar las variaciones en la biodiversidad con relación a los diferentes usos del suelo y ha sido diseñada para alcanzar tres objetivos:

- Cuantificar el valor de biodiversidad existente en un área.
- Estimar la magnitud y tendencias de los cambios en los valores de la biodiversidad como resultado de los cambios en el uso de suelo realizados.
- Incorporar los valores actuales o potenciales del área dentro del Índice de Biodiversidad.

El índice de biodiversidad es calculado con base en la medición de tres aspectos: condición de la vegetación, valor de conservación y el contexto paisajístico.

- **Condición de la vegetación:** se establece a partir de la comparación del tipo de vegetación existente en un predio, en relación con la que debería existir si no se hubieran realizado los cambios en el uso del suelo (desarrollo de actividades como la agricultura y/o ganadería). Esto permite establecer el estado de conservación de los componentes críticos del hábitat, así como los recursos requeridos por especies de flora y fauna nativas para que puedan desarrollarse y establecerse nuevamente.
- **Valor de Conservación:** esta valoración es útil para comprender el valor de conservación del predio en un contexto regional. Algunos sitios pueden representar elementos de la biodiversidad que son comunes en el paisaje mientras que otros representan elementos raros. La significancia o valor de la biodiversidad reconoce la contribución actual de cada elemento en el paisaje comparado con un período anterior al desarrollo de las actividades productivas (agropecuarias).
- **Contexto Paisajístico:** reconoce que el valor de biodiversidad que posee un área varía con relación a su ubicación espacial. Esto implica que parches de vegetación inmersos en matrices de pastos o cultivos, tendrán una valoración menor en un contexto paisajístico que relictos de vegetación más cercanos a áreas seminaturales o poco intervenidas.

El Índice de Biodiversidad se calcula:

$(CS_{t_0} + LC) VC_{t_0} / c$ Puntaje de Valor de Conservación

Multiplicado por

$$((VC t_n - VC t_0) + (CS t_n - CS t_0)) / d$$

Puntaje del Valor del Impacto asociado al cambio en el uso de suelo

Donde:

CS t_0 = Actual valor de Conservación, que es prioritario para el cambio en el uso de suelo.

CS t_n = Potencial Valor de Conservación, después del cambio en el uso del suelo.

LC = Contexto paisajístico

VC t_0 = Condición Actual de la Vegetación, que es prioritaria para el cambio en el uso del suelo

VC t_n = Condición potencial de la Vegetación (ej. Después del cambio en el uso de suelo en un periodo tiempo acordado)

c, d = Constantes

El índice de biodiversidad es calculado como el cambio en los beneficios durante un período de 10 años, contados a partir del cambio en el uso de suelo.

Para aplicación de índice es necesario realizar los levantamientos florísticos y faunísticos (en las evaluaciones ecológicas rápidas) que permitan establecer la condición actual del área, la presencia o no de relictos de vegetación nativa; para posteriormente realizar la comparación entre diferentes áreas ante los cambios en el uso del suelo que se propongan realizar. La hoja de cálculo del índice se presenta en el anexo IV.

8. Plan de Implementación

Teniendo en cuenta que el proyecto descrito ya fue presentado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con la finalidad de gestionar recursos económicos para su implementación, se recomienda que la Corporación, adelante las gestiones pertinentes de divulgación y socialización del proyecto con las comunidades de la zona e inicie el proceso de elaboración, revisión y suscripción, tanto del Convenio como de los contratos correspondientes, según los modelos anexos.

Referencias Bibliográficas.

BLANCO, Javier (2006). La experiencia colombiana en esquemas de pagos por servicios ambientales. Recuperado el 2 de marzo del 2007, del sitio Web del Centro para la Investigación Internacional en Actividades Forestales: <http://www.cifor.cgiar.org/pes/ref/home/index.htm>

CERDÀ, Artemi y Stefan H. DOERR. (2005). Influence of vegetation recovery on soil hydrology and erodibility following fire: an 11-year investigation. International Journal of Wildland Fire: 14(4), 423–437.

CHARÁ, Juan David (2002). Interacciones entre el uso del suelo y los aspectos bióticos y abióticos de microcuencas en el departamento del Quindío. Informe del Convenio CIPAV - Corporación Autónoma Regional Del Quindío CRQ, Cali, Colombia. Consultado en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/10/murg1510.htm>

Ecoforest Ltda. (2005). Diagnóstico y Plan de Ordenamiento y Manejo del Área de Drenaje del Río Chorreras: fases diagnóstico, prospectiva y formulación.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM– (2004). Metodología para el cálculo del Índice de Escasez de agua superficial.

KHOSROWPANAH, Shahram, Leroy F. HEITZ y Yuming WEN (2008). Identifying the Optimum Land Coverage Practice for Reducing Soil Erosion in the Ugum Watersheds Using a Newly Developed GIS Based Erosion Potential Model. Consultado en: <http://water.usgs.gov/wrri/07grants/2007GU93B.html>

Livestock, Environment and Development (LEAD) Initiative y Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2006). Livestock's Long Shadow: environmental issues and options. Consultado en: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos: Evapotranspiración del cultivo. 2006. Consultado en: <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>

PAGIOLA, Stefano (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. Ecological Economics 65, p 712 – 724.

RODRIGUEZ, Nelly (2006). Ecosistemas de los Andes colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: segunda edición. Bogotá, Colombia. 154 p.

Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos y Estación Agrícola Experimental de Texas. Documentación teórica de la Herramienta para la Evaluación de Aguas y Sedimentos. 2005. Consultado en: <http://www.brc.tamus.edu/swat/doc.html>

Vásquez, Víctor (Ed.) (2005). Reservas Forestales Protectoras Nacionales de Colombia, Atlas Básico. Conservación Internacional; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Embajada Real de Los Países Bajos. Bogotá D.C. Colombia.

ANEXO I
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA LA
DETERMINACIÓN Y MONITOREO DE SERVICIOS AMBIENTALES – Versión 0.

A. SECCIÓN I: RESUMEN Y APLICABILIDAD DE LA METODOLOGÍA

1. Título de la Metodología Propuesta e Historial de Presentación

Pago por los servicios ambientales de restauración y conservación de la ronda hídrica. Versión 1. 19/08/2008 Historial: Esta metodología fue desarrollada por la Corporación Ecovera con base en el diseño del proyecto piloto de Pago por Servicios Ambientales hídricos y de biodiversidad en la cuenca del Río Chorreras, Región del Guavio, Departamento de Cundinamarca, dentro del Convenio de cooperación 098 de 2007 con la Corporación Autónoma Regional del Guavio – Corpoguavio.

2. Servicio ambiental seleccionado

Categoría principal: Agua Sub-categorías: Calidad.
--

3. Condiciones de aplicabilidad

Esta metodología es aplicable a proyectos de pago por servicios ambientales dirigidos a la restauración y/o conservación de coberturas vegetales en rondas hídricas con el objetivo de reducción de la sedimentación. La metodología es aplicable en cuencas hidrográficas, subcuencas y microcuencas que cumplan con la totalidad de las siguientes condiciones: a. La extensión de la cuenca sujeta a la intervención no deberá ser superior a 10.000 hectáreas. b. Por lo menos el 50% del área de la totalidad de la ronda hídrica delimitada de conformidad con lo establecido en la sección 4, se encuentra en pasturas o cultivos o una cobertura vegetal diferente a la cobertura natural. c. Existe evidencia que indica que la problemática de sedimentación en el cauce principal es causado por fenómenos antrópicos.
--

d. Existen usuarios aguas-abajo del punto de control, seleccionado de conformidad con la sección 4, que se ven o verían afectados por una mayor concentración de sedimentos en el cauce principal. (ej. Acueductos o hidroeléctricas).

Explicación/Justificación de ser necesaria:

La condición de extensión se basa en que la evidencia científica sobre los efectos ambientales de las rondas hídricas se limita a cuencas de tamaño medio o pequeño (McKergow et. al. 2003, (Owens et al., 1996; Williamson et al., 1996; Line et al., 2000). En la medida que dicha evidencia se complemente, dicha condición podrá ser modificada. Las condiciones b, c y d aseguran que la intervención de restauración y conservación sea significativa con respecto a la problemática ambiental.

4. Delimitación del área geográfica que genera el servicio ambiental

El área geográfica generadora del servicio ambiental es la conformada por la ronda hídrica de los cauces principales de la cuenca seleccionada.

El operador del proyecto deberá adelantar los siguientes pasos para la delimitación geográfica del área generadora del servicio ambiental:

Paso 1. Seleccionar un punto en el cauce principal en donde se controlará los efectos del pago por los servicios ambientales.

Paso 2: Identificar las corrientes de agua que tributan al cauce principal aguas arriba del punto seleccionado en el paso 1.

Paso 3. La delimitación geográfica del área que genera el servicio ambiental será la conformada por la franja de terreno de 10 - 50 mts a lado y lado de las corrientes principales identificadas en el punto 2, así como del cauce principal aguas arriba del punto de control seleccionado.

Explicación/Justificación de ser necesaria:

5. Coberturas o usos del suelo relacionados con el servicio ambiental

De conformidad con English et.al. (n.d.) las variables que inciden en el control de la sedimentación de rondas hídricas son: pendiente, área de la ronda, cantidad y tipo de vegetación, tipo de suelos y manejo de actividades agropecuarias colindantes con las rondas hídricas. De las anteriores variables, un proyecto de PSA elegible a esta metodología puede incidir en el área de la ronda y la cantidad y tipo de vegetación. English et.al. (n.d.) y McKergow et. al. (2003) coinciden en señalar que las coberturas vegetales con mayores retenciones de sedimentación corresponden a las que combinan pastos, arbustos y especies forestales nativas con raíces profundas que estabilizan el suelo. English et.al. (n.d.) también reporta que aunque las coberturas de pasturas pueden

retener sedimentación, pierden esta capacidad si no son manejadas adecuadamente en el tiempo. Por lo tanto, esta metodología excluye como cobertura compatible con retención de sedimentación las pasturas sin otra vegetación.

Por lo tanto el servicio ambiental se generará cuando el área generadora del servicio ambiental se encuentre en las siguientes coberturas:

1. La vegetación natural existente en la ronda hídrica del área del proyecto.
2. La vegetación que surge como consecuencia de una regeneración natural sin intervención.
3. La vegetación que surge como consecuencia de una regeneración natural asistida con la siembra exclusivamente de especies nativas de la cuenca objeto del proyecto de PSA.
4. Sistemas agroforestales que garanticen por lo menos el 70% de área con cobertura de copa y que no utilicen coníferas, especies alotrópicas o especies forestales con coeficiente de cultivo (Kc) superior a 1.

Explicación/Justificación de ser necesaria:

6. Descripción resumida de los pasos metodológicos para la determinación y monitoreo del servicio ambiental

Para determinar si un propietario o poseedor está generando el servicio ambiental de retención de sedimentación y regulación hídrica, se deberán seguir los siguientes pasos metodológicos:

Paso 1: Delimitación del área generadora del servicio ambiental (sección 4).

Paso 2: Identificación de los predios que contienen el área generadora del servicio ambiental.

Paso 3: Se prestará el servicio ambiental cuando el propietario o poseedor de un predio identificado en el paso 2, cambie la cobertura vegetal existente en el área generadora del servicio ambiental, a una de las coberturas relacionadas con el servicio ambiental descritas en la sección 5; o conserve una cobertura natural existente en el área generadora del servicio ambiental, durante el periodo del proyecto.

B. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL SERVICIO AMBIENTAL

1. Relación entre las actividades o usos del suelo y el servicio ambiental seleccionado.

La concentración de sólidos suspendidos en canales abiertos, como lo son las quebradas, depende de dos procesos. El primero es la erosión natural dentro del canal, causado por el agua y el material que la corriente transporta, los cuales en su recorrido desgastan tanto el lecho como los flancos del canal. El segundo es el drenaje de agua en exceso⁹ que escurre por terrenos aledaños a la corriente, generalmente asociada a eventos de lluvia, o de corrientes afluentes. El contenido de sólidos de una corriente en particular va a depender del contenido en estas aguas que le tributan.

De los anteriores procesos, el mayor contribuyente en escenarios donde los suelos tienen usos productivos, es el escurrimiento proveniente de los lotes vecinos. La razón es que los suelos agrícolas y pecuarios suelen tener características que no favorecen la retención prolongada de agua ni la integridad del perfil del suelo.

Las entidades que lideran la investigación en calidad de suelos y modelos hidrológicos, caracterizan la susceptibilidad de un suelo a la erosión mediante un factor de erosionabilidad¹⁰. Dicho factor está en función del tamaño de las partículas, el porcentaje de materia orgánica, la estructura de las partículas que conforman suelo y la permeabilidad para agua y aire (se mide en mm recorridos por el fluido cada hora).

Los suelos están sujetos al cambio constantemente, y los principales causales son el clima y la vegetación. En particular, la vegetación actúa sobre un suelo mediante la estructura de raíces y follaje, y su demanda nutricional.

En la medida que el follaje de una especie particular de planta proteja al suelo del viento o el agua hay un menor riesgo de erosión. Por ejemplo, reduce la energía de la lluvia por la interceptación de gotas, impidiendo que su impacto sobre el suelo ejerza un efecto removedor.

Cuando el sistema radicular de una planta se ubica en la capa más superficial del suelo, puede agotar la materia orgánica rápidamente, empujar el suelo hacia el exterior, y así hacerlo más propenso a la erosión.

También hay especies que sintetizan componentes que inhiben el crecimiento de otras plantas más pequeñas, las cuales pueden ser importantes en la medida que constituyan una cobertura vegetal superficial protectora del suelo.

En áreas naturales andinas los procesos erosivos son inusuales, a excepción de fenómenos de desprendimiento en sectores de pendientes fuertes, lo cual constituye evidencia sólida de que las especies nativas se distancian mucho de causar los problemas recién descritos. Algunos estudios internacionales muestran cómo en general

⁹ El agua en exceso es la que el suelo no puede absorber dado que está conteniendo tanta agua como puede, y en consecuencia es agua que transita por encima del suelo.

¹⁰ El factor de erosionabilidad fue propuesto en 1971 y desde entonces ha sido objeto de mejoras. Es aplicable a un suelo siempre que su contenido de limo y arena fina sea menor al 70%.

la vegetación tiene un efecto positivo en la reducción de la erosión. En el cuadro 3.1 se presentan dos casos documentados con las correspondientes cifras.

Cuadro 3.1. Reportes de disminución de erosión atribuida a vegetación

	Nombre del sitio de estudio, País donde se ubica	Ugum, Guam [Khosrowpanah et al., 2008]	Cordillera Serra Grossa, España [Cerdà, 2005]	Albany, Australia Occidental [McKergow et al., 2003]
Descripción del escenario	condición inicial	pastizales de sabana con vegetación	seis meses después de un incendio	ronda sin vegetación
	condición intermedia	-	doce meses después de un incendio	-
	condición final	sitios inclinados sin vegetación	dos años después de un incendio	ronda con vegetación de 4 años
Producción de sedimento	condición inicial (ton/ha·año)	70	7008	0,1
	condición media (ton/ha·año)	-	2628	-
	condición final (ton/ha·año)	547	876	0,01

Fuente: elaboración propia

La vegetación natural en las rondas de las corrientes tiene efectos positivos sobre la calidad del agua gracias a una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos. Los tres principales tipos de efectos documentados son: estabilizar la morfología del canal de la corriente; ayudar a proteger la corriente de fuentes de contaminación aguas arriba mediante filtración y sedimentación de sedimentos, nutrientes y químicos; y pueden desplazar las actividades productoras de sedimentos y nutrientes lejos de las corrientes. Estas franjas rivereñas están asociadas a una reducción de 40 a 80% de sólidos suspendidos en las corrientes McKergow et al. (2003), Owens et al.(1996), Williamson et al., (1996) y Line et al.,(2000).

McKergow et al. (2003) en un estudio desarrollado en Albany, Australia, reportan una diferencia en producción de sedimentos (ver cuadro anterior) para un período de cuatro años que redundó en una disminución de sólidos suspendidos promedio de 147 a 9,9 mg/l como consecuencia de una recuperación de la ronda hídrica.

Opción 1:

2. Estimación de la línea base de la actividad o uso del suelo en el área geográfica.

Propuesta metodológica:

La línea base corresponderá al uso del suelo del área generadora del servicio ambiental en una fecha próxima, no mayor a 2 años, antes del inicio del proyecto de PSA.

El levantamiento de la línea base puede realizarse por dos métodos: interpretación de sensores remotos y/o visitas de campo. La interpretación de sensores remotos (imágenes satelitales, fotografías aéreas etc) comprende típicamente los siguientes pasos:

1. Recolección de las fuentes de datos (imágenes, fotografías etc.)
2. Pre-procesamiento de los datos remotos.
3. Interpretación y clasificación de los datos remotos.
4. Post – procesamiento para correlacionar y corregir los datos remotos utilizando otras fuentes de información.
5. Mapeo y generación de tablas.

La línea base deberá levantarse antes del inicio del proyecto y en cada predio potencialmente proveedor del servicio ambiental para evitar posibles fugas.

3. Estimación de línea base del servicio ambiental en el área geográfica.

El operador del proyecto deberá documentar la línea base del servicio ambiental por medio de mediciones de concentración de sólidos suspendidos totales en el sitio de control, así como de las variables climatológicas que influyen en el parámetro (temperatura, precipitación, viento etc.).

4. Requisitos de elegibilidad y criterios de diferenciación para la provisión, mantenimiento o aumento del servicio ambiental

Cada proveedor del servicio ambiental deberá cumplir con los siguientes requisitos para ser elegible al pago por el servicio ambiental descrito en esta metodología:

- a. Ser propietario o poseedor de un predio que incluya el área generadora del servicio ambiental (sección 4). En el caso de poseedor, se deberá documentar posesión pacífica.
- b. Que la totalidad del área generadora del servicio ambiental del predio se encuentre sujeta a un acuerdo de restauración y/o conservación con el operador del proyecto y esté debidamente delimitada y geo-referenciada.
- c. Que la pendiente del área generadora del servicio ambiental sea menor a 60% o que en su defecto, dicha área se encuentre en un uso productivo y con una cobertura diferente a las relacionadas con el servicio ambiental.

El operador del proyecto de PSA pagará por unidad de área restaurada y/o conservada en el área generadora del servicio ambiental y podrá diferenciar los pagos de acuerdo con los siguientes criterios:

Criterio 1 - Preferencia de coberturas vegetales relacionadas con el servicio ambiental: El operador podrá diferenciar el pago estableciendo preferencias entre las coberturas descritas en la sección 5 y en consecuencia, pagando más por coberturas preferentes. Para tal efecto, el operador podrá subdividir las categorías y asociar diferentes posibles arreglos.

Criterio 2 – Pendientes: El operador podrá diferenciar el pago de acuerdo con la mayor o menor pendiente del área generadora del servicio ambiental, siempre y cuando cumpla con el criterio de elegibilidad del literal c.

Criterio 3 – Ubicación del área generadora del servicio ambiental: El operador podrá diferenciar el pago de acuerdo con la cercanía o lejanía del área generadora del servicio ambiental al sitio de control.

Criterio 4 – Actividad del proyecto: el operador podrá establecer pagos diferenciales para las actividades de conservación y para las actividades de restauración.

Explicación/Justificación de ser necesaria:

La primera condición de elegibilidad asegura el derecho de una persona para reclamar el pago por el servicio ambiental generado en un predio. Sólo los propietarios y poseedores pueden reclamar este pago.

La segunda condición evita fugas, en cuanto si hay una porción de ronda hídrica no comprometida, el propietario podría deforestarla y trasladar las actividades productivas de la porción con compromiso de generación de servicio ambiental.

Por último, la tercera condición establece un piso de “adicionalidad” en el sentido que áreas con altas pendientes difícilmente tendrán amenazas de cambio de uso del suelo; y

por lo tanto no sería eficiente pagar por conservarlas ya que probablemente serán conservadas sin pago.

C. METODOLOGÍA DE MONITOREO

1. Monitoreo de la implementación de las actividades o usos del suelo

El monitoreo de la implementación de las coberturas vegetales en las rondas hídricas deberá basarse en dos fuentes de información:

Los reportes de ejecución de la implementación del proyecto en cada predio. Estos reportes deberán identificar las actividades realizadas en cada predio con base en visitas de campo y contener información como: metros lineales de cercas establecidas, hectáreas sembradas, mortalidad etc.

Utilización de sensores remotos para verificar cambios de cobertura en la totalidad de las corrientes seleccionadas y compararlas con las coberturas de línea base.

2. Estimación ex-post del servicio ambiental

Durante el periodo de duración del proyecto, el operador deberá realizar por lo menos 4 monitoreos anuales de concentración de SST en sitio de control.

3. Monitoreo del aumento, mantenimiento o provisión del servicio ambiental

Propuesta metodológica:

La comparación entre la cobertura vegetal durante el proyecto y la de la línea base en cada predio servirá para determinar la provisión del servicio ambiental y por lo tanto como condición de pago de cada propietario o poseedor.

Para evaluar la efectividad ambiental del proyecto, se comparará el monitoreo de la concentración de SST y oferta hídrica durante la implementación del proyecto, con sus niveles de línea base.

Explicación/Justificación de ser necesaria:

D. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

1. Listado de siglas utilizadas

Sigla	Descripción
PSA	Pago por servicios ambientales
SST	Sólidos Suspendidos Totales

2. Información de contacto del proponente

Nombre de la Organización	CORPORACIÓN ECOVERSA
Dirección de Correspondencia	CRA 8 No 69 -70 Of 101
Ciudad	Bogotá
Teléfono	3177708
Fax	
Correo electrónico	info@ecoversa.org
URL	www.ecoversa.org
Responsable de la metodología	
Nombre	
Apellido	
Cargo	
Dependencia	
Numero de celular	
Teléfono	
Fax	
Correo electrónico	

3. Referencias

English W, Wilson T. and Pirkenton B. "Riparian Area Management Handbook for Agricultural and Forestry Lands", College of Agriculture, Forestry and Live Science, Clemson University. (No date). www.clemson.edu/scg/water

Line, D.E., Harman, W.A., Jennings, G.D., Thompson, E.J., Osmond, D.L., 2000. Nonpoint-source pollutant load reductions associated with livestock exclusion. J. Environ. Qual. 29, 1882–1890.

McKergowa L., Weaver D., Prosser I, Grayson R, Reed A. "Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia"; *Journal of Hydrology* 270 (2003) 253–272.

Owens, L.B., Edwards, W.M., Van Keuren, R.W., 1996. Sediment losses from a pastured watershed before and after fencing. *J. Water Soil Conserv.* 51, 90–94.

Williamson, R.B., Smith, C.M., Cooper, A.B., 1996. Watershed riparian management and its benefits to a eutrophic lake. *J. Water Res. Pl.*

ANEXO II

Modelo de Convenio entre compradores

ANEXO III

Modelo de contrato con los proveedores del servicio ambiental

ANEXO IV
HOJA DE CÁLCULO DEL INDICE DE BIODIVERSIDAD POR PREDIO

Wildlife Biodiversity Index (BDI) of Landscape For _____			
Applicant: _____		Farm No.: _____	Tract No.: _____
Completed By: _____		County: _____	Date: _____
		Hide Unused Habitats Show All Habitats	Total Tract Acres: 0,00
			Clear Form

Wildlife Biodiversity Index (BDI)

Interspersion Index (II)

In adjacent blank. enter the total number of times the habitat changes.

Weighted Hábitat Index (HI)

0,00

Aquatic Index

Place an X (x) in the blank if the item below applies to the tract/field:

Cropland Habitat:

A. Field Size -

_____ Total Acres

0,00

 HI Score _____

Field No(s)

1. Field is $\leq$ 40 acres.

2. $\geq$ 50% of field within 660 feet of woody cover (treeline, hedgerow, woodland, or native herbaceous border)

B. Crop Residue Management -

1) 1. Seasonal Residue Management **(Do not check more than**

a. No-till winter cover crop 3 out of 5 years

b. No fall tillage; residue undisturbed

c. $\geq$ 50% residue remaining after chisel plowing only once in fall
OR after crop residues are grazed, chopped, or baled

2. Conservation Tillage - Crops No-tilled 3 out of 5 years

3. Wildlife Enhancement - $\geq$ 5% grain crops left unharvested

C. Conservation Crop Rotation -

1. Crop rotation must include either soybeans, corn, small grains, or legumes 3 out of 5 years

2. $<$ 50% of total cropland acreage in cotton each year

D. Habitat Buffers -

1. A field edge border (riparian forest buffer, hedgerow, field border, and/or filter strip) or non-cropped/non-pastured area (woodland, wetland, and/or shrubby idle area) is present on $\geq$ 25% of the field perimeter.

2. Field edge border is composed of native woody and/or herbaceous vegetation, at least 30 feet wide, not mowed or disturbed during the nesting season (April 1 -

August 15), and not used for turn rows, farm lanes, and/or crop or equipment storage.

E. Winter Flooding of Cropland -

1. Acres Flooded - ≥ 2 acres per field flooded
2. $\geq 50\%$ of flooded cropland planted in crops other than soybeans or cotton
3. ≥ 35 foot wide upland buffer consisting of native vegetation (trees, shrubs, grasses and/or forbs) surrounding $\geq 25\%$ of field.
4. Water present on $\geq 75\%$ of acres to be flooded prior to November 15
5. Flooding frequency 4 out of 5 years
6. Surface water present ≥ 4 months of year
7. Average depth of water ≤ 18 inches
8. Water source other than rainfall available

Grassland Habitat:

0,00 Total Acres

HI Score

Field
No(s)

A. Field Size -

1

1. Field is ≤ 40 acres.
2. $\geq 50\%$ of field within 660 feet of woody cover (treeline, hedgerow, woodland or native herbaceous field border)

B. Species Composition -

1. $\geq 30\%$ of field in mixed native vegetation; at least a 3 species mix that includes

native warm season grasses (example: broomsedge, foxtail); forbs (example: ragweed, pokeweed); and/or legumes (example: partridge pea, beggarweed).

2. Desirable legumes/forbs covering between 20 - 75% of field

3. Between 5 - 25% of field in trees, shrubs, and woody vines located in either field corners, fence rows, and/or field/water course edges.

C. Vegetative Structure -

1. $\geq 25\%$ of field edges having ungrazed-unhayed native herbaceous transition zones (such as field borders) ≥ 30 feet wide.

2. Between 25 - 50% of area has grasses with ≥ 8 inches of winter (November - February) height.

D. Management/Manipulation of Vegetation -

1. Timing: Field disked/burned/sprayed/grazed/hayed between August 15 and April 1 only.

2. Intensity:

☐ If ungrazed/unhayed fields - between 33 - 50% of field is burned/light disked annually **OR** entire field is burned/light disked at least every 2 - 3 years.

☐ If grazed field - must be managed under a grazing system allowing a 30 - 50 day rest period between grazing periods for each grazing area **OR** grazing is restricted/deferred during the nesting period (April 1 - August 15) on $\geq 10\%$ of grazing area.

☐ If field is only hayed - hay harvests are < 3 per year **OR** haying is restricted/deferred during the nesting period (April 1 - August 15) on $\geq 10\%$ of hayed area.

3. Native grassland areas are protected from wildfire by regularly maintained

fire breaks.

Woodland Habitat:

_____ Total Acres

0,00

HI Score _____

Field
No(s)

_____ A. Field Size - Stand $\geq$ 40 acres

_____ B. Species Composition -

_____ 1. Contains 25 - 75% hard mast

_____ 2. $\geq$ 33% of area has a mixture of species within the red oak and white oak groups
and/or hickory, pecan, or walnut.

_____ 3. $\geq$ 50% understory contains mixture of desirable native forbs, shrubs, and vines

_____ 4. $\geq$ 20% in Longleaf Pine

_____ C. Vegetative Structure -

_____ 1. Field is 50 - 75% woodland

_____ 2. Woodland habitat contains 10 - 20% of openings with native grasses, forbs, and
shrubs

_____ 3. Woodland habitat contains 3 snags or cavity trees per acre

_____ D. Management/Manipulation of Vegetation -

_____ 1. $\geq$ 50% in sawtimber rotation

_____ 2. Logging roads, skid trails, and loading areas are protected from erosion using
water bars and/or vegetation establishment that enhances wildlife habitat.

_____ 3. $\geq$ 50% of Pine stand burned on 2 -3 year rotation

4. Ungrazed

5. Stands with predominately hardwood species and/or sensitive riparian areas are protected from wildfire by regularly maintained firebreaks **OR** firebreaks are used to control prescribed burns in predominately pine stands.

Wetlands:

____ Total
Acres

0,00

HI
Score

____ Field
No(s)

A. Field Size - Field $\geq$ 2 acres in size

B. Species Composition -

1. $\geq$ 75% of wetland in native moist soil plants

2. $\geq$ 35 foot wide upland buffer consisting of native vegetation (trees, shrubs, grasses and/or forbs) surrounding $\geq$ 25% of wetland.

C. Flooding -

1. $\geq$ 75% of wetland flooded prior to November 15

2. Flooding frequency 4 out of 5 years

3. Surface water present $\geq$ 4 months of year

4. Average depth of wetland $\leq$ 18 inches

D. Management -

1. Water source other than rainfall available

2. $\geq$ 75% of wetland disturbed once every 3 years

3. Livestock are restricted from grazing wetlands and buffer areas.

Aquatic Habitat:

0,00

HI Score

Field
No(s)

_____ Check if there is any aquatic habitat in the form of intermittent and/or perennial streams, rivers, and/or recreational ponds/lakes adjacent to any fields.

_____ A. Riparian Zone -

_____ 1. Natural vegetation extends at least half of the channel width on one or both sides of the stream as applicable.

_____ 2. Riparian Zone Enhancement -

_____ a. Cropland - $\geq 75\%$ of all aquatic habitat adjacent to cropped fields are protected with a ≥ 35 foot wide native vegetated buffer.

_____ b. Grassland -

_____ i. Access of livestock and machinery to aquatic habitat is controlled and has stabilized stream crossings and/or bridges, if applicable.

_____ ii. Livestock are restricted from grazing within ≥ 35 foot wide area from the edges of aquatic habitat.

_____ iii. Fields are ungrazed; or **IF** grazed, then alternative water sources (troughs, etc.) are provided.

_____ c. Woodland - ≥ 35 foot wide area of native trees and shrubs are maintained adjacent to all aquatic habitat.

_____ 3. Nutrient & Pest Management: Pesticides and inorganic/organic fertilizers are not applied within a 50 foot wide setback area from aquatic habitat.

_____ B. Channel Condition: Although adjacent stream channels may have been altered in the past, straightening, dredging or other channel disturbances have been

discontinued; and if present any dikes or levees are set back to allow stream flows to inundate floodplains during high flows.

_____ C. Hydrologic Alteration: Land adjacent to the stream channel has out of bank flow at least once every 2 - 5 years during the growing season, *or*, if water from the stream is diverted or withdrawn, is there adequate residual flow of water to sustain aquatic biota.

_____ D. Bank Stability: > 33% of the stream banks are moderately stable, at an elevation generally close to that of the natural floodplain and have little or only minor active erosion.

_____ E. Barriers to fish movement: The adjacent stream(s) are free of any structures, culverts, dams or diversions **OR** if these structures are present the drop they cause from upstream to downstream is $\leq$ one foot.

Check for all Land Uses that Apply (C - cropland; G - grassland; W - woodland; & Wet - wetland)

A. Nutrient Management -

1. Lime and/or plant nutrients from commercial fertilizer is applied **if needed** according to current (3 years) soil test recommendations on all fields. **If** using organic fertilizer, fertilizer has been analyzed and is applied according to current (3 years) soil test recommendations on all fields. Nitrogen is not applied on dormant plants.

_____ C to

_____ G

_____ Wet

2. Use fertilizer application methods that will place nutrients as close as possible to the root zone of the plant (examples: banding, side-dressing, injection, and fertigation)

_____ C

_____ G

_____ Wet

B. Pest Management -

1. Undesirable vegetation, insects and other pests are managed using a total integrated

_____ C

pest management (IPM) system to reduce use of insecticides and herbicides.

_____ **G**

_____ **W**

_____ **Wet**

OR

_____ **C**

2. Use only pesticide application equipment with targeting techniques that minimize over-application and off-site movement potential (examples: hooded sprayer, direct injection sprayer, and laser guided sprayer)

_____ **G**

_____ **W**

_____ **Wet**

_____ **C**

3. Areas of pest infestation are selectively treated with "spot spraying" of herbicides and/or insecticides.

_____ **G**

_____ **W**

_____ **Wet**

ANEXO V

FORMATO DE LA ENCUESTA

ARCHIVO MAGNÉTICO