

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA
DEL RÍO DE ORO ALTO PARA EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES
(PSA)**

**JENNY FABIOLA CÁRDENAS OSORIO
RAFAEL FELIPE ORTIZ SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

2011

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA
DEL RÍO DE ORO ALTO PARA EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES
(PSA)**

**JENNY FABIOLA CÁRDENAS OSORIO
RAFAEL FELIPE ORTIZ SÁNCHEZ**

Trabajo de grado para optar el título de Economista

**Director:
RAFAEL ALCIDES TÉLLEZ SÁNCHEZ
Economista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

2011

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. EL DESARROLLO SOSTENIBLE.....	18
1.1 LA ECONOMÍA AMBIENTAL.....	20
1.2 VALORACIÓN ECONÓMICA	22
1.2.1 Pago por Servicios Ambientales (PSA).....	24
2. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LA MICROCUENCA RIO DE ORO ALTO	32
2.1 OFERTA HÍDRICA.....	34
2.2 DEMANDA HÍDRICA	35
2.3 ÍNDICE DE ESCASEZ	37
3. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA RÍO DE ORO ALTO	39
3.1 MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE.....	41
3.2 DISPONIBILIDAD A PAGAR (DAP).....	44
3.2.1 Diseño muestral para la estimación de la DAP.	48
3.2.2 Análisis descriptivo encuesta Disposición de pago para el sector residencial del Municipio de Piedecuesta.....	49
3.2.3 Modelo de regresión de respuesta cualitativa –Logit.	62
3.2.4 Método estadístico multivariante – Análisis Factorial.....	67

3.2.5 Estimación de la Disposición a Pagar (DAP) en el sector residencial de Piedecuesta.	75
3.3 DISPONIBILIDAD A SER COMPENSADO (DAA)	77
3.3.1 Diseño muestral para la estimación de la DAA.	77
3.3.2 Análisis descriptivo encuesta disposición a aceptar (DAA) en el sector rural del Municipio de Piedecuesta.	79
3.3.3 Estimación de la Disposición a aceptar (DAA) en el sector rural de Piedecuesta.	89
4. ESQUEMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN LA MICROCUENCA RÍO DE ORO ALTO	95
5. CONCLUSIONES	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS	110

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Unidades de rendimiento hídrico en la microcuenca Río de Oro Alto.....	34
Cuadro 2. Oferta total de agua en la subcuenca Río de Oro	35
Cuadro 3. Demanda de agua por uso doméstico de la subcuenca Río de Oro.....	36
Cuadro 4. Total usos del agua en la subcuenca Río de Oro	36
Cuadro 5. Índice de escases del agua en la subcuenca Río de Oro Alto	37
Cuadro 6. Número de suscriptores urbanos de agua potable en el municipio de Piedecuesta	48
Cuadro 7. Número de encuestas a realizar por estrato socioeconómico	49
Cuadro 8. Promedio de la tarifa actual cancelada por el servicio de acueducto vs la tarifa esperada según estrato económico en Piedecuesta.....	58
Cuadro 9. Grado de importancia de los servicios ambientales brindados por los ecosistemas percibido por los encuestados en el municipio de Piedecuesta	59
Cuadro 10. Ingreso mensual promedio por número de personas en promedio que trabajan en cada vivienda de Piedecuesta según estrato socioeconómico	62
Cuadro 11. Promedio residencial DAP, tarifa actual e ingreso mensual.....	76
Cuadro 12. Uso del suelo en el territorio encuestado de la microcuenca Río de Oro Alto	84
Cuadro 13. Grado de importancia de los servicios ambientales brindados por los ecosistemas percibido por los encuestados en la microcuenca Río	87

Cuadro 14. Costos de producción e ingresos netos de la actividad ganadera por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto. Precios 2011	90
Cuadro 15. Costos de producción e ingresos netos del cultivo de mora de castilla por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto. Precios 2011	91
Cuadro 16. Costos de oportunidad de la actividad ganadera por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto.	92
Cuadro 17. Costos de oportunidad del cultivo de mora de castilla por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto. Precios 2011	93
Cuadro 18. Costos de establecimiento y mantenimiento silvopastoril por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto	97
Cuadro 19. Costos de establecimiento y mantenimiento bosque protector por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto.	98
Cuadro 20. Número de hectáreas transformadas a las actividades silvopastoril y bosque protector de acuerdo a cada escenario planteado para la microcuenca Río de Oro Alto	100

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de zonificación de la subcuenca Río de Oro, Microcuenca Río del Oro Alto	33
Figura 2. Barrios encuestados, municipio de Piedecuesta	50
Figura 3. Género del encuestado en el área urbana de Piedecuesta	51
Figura 4. Edad de los encuestados en el área urbana de Piedecuesta	51
Figura 5. Relación del encuestado con el jefe de hogar en el área urbana de Piedecuesta	52
Figura 6. Nivel de estudios del encuestado en el área urbana de Piedecuesta	52
Figura 7. Actividad a la que se dedica el encuestado en el área urbana de Piedecuesta	53
Figura 8. Actividad a la que se dedica el encuestado (más de una actividad) en el área urbana de Piedecuesta	54
Figura 9. Número de personas en promedio por vivienda	54
Figura 10. Condición de tenencia de la vivienda.....	55
Figura 11. Consumo mensual promedio de agua en m3 según estrato económico en Piedecuesta.....	56
Figura 12. Tarifa mensual promedio por el servicio de acueducto según estrato económico en Piedecuesta	57
Figura 13. Percepción tarifa mensual por servicio de agua en el municipio de Piedecuesta	58
Figura 14. Disponibilidad a pagar para proteger nacientes de agua de la microcuenca Río de Oro Alto	61

Figura 15. Regresión Logit.....	66
Figura 16. Coeficiente de correlación de las variables encuesta DAP	68
Figura 17. Análisis Factorial sin rotaciones.....	69
Figura 18. Criterio de contraste de caída.....	70
Figura 19. Análisis factorial con dos rotaciones	71
Figura 20. Análisis factorial con dos rotaciones sin la variable personhogar	73
Figura 21. Veredas encuestadas, municipio de Piedecuesta.	80
Figura 22. Edad de los encuestados en el área rural de la microcuenca Río de Oro Alto	80
Figura 23. Nivel de estudios del encuestado en el área rural de la microcuenca Río de Oro Alto	81
Figura 24. Condición de tenencia del predio.....	82
Figura 25. Localización de los predios en área de reserva o zona protegida dentro de la microcuenca Río de Oro Alto	82
Figura 26. Atractivos de los predios encuestados en la microcuenca Río de Oro Alto.....	83
Figura 27. Extensión por hectáreas de los predios encuestados en la microcuenca Río de Oro Alto	84
Figura 28. Calidad percibida sobre la fertilidad del suelo en el territorio de la zona de recarga hídrica de la microcuenca Río de Oro Alto	85
Figura 29. Fuente de abastecimiento de agua en los predios de la zona de recarga hídrica de la microcuenca Río de Oro Alto	86
Figura 30. Dinero por hectárea que estaría dispuesto a recibir cada productor encuestado para dedicar parte de su predio a la conservación	88
Figura 31. Esquema de Pago por Servicio Ambiental para la Microcuenca Río de Oro Alto	96

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Encuesta para la disposición a pagar en el sector residencial del municipio de Piedecuesta-Santander	110
Anexo B. Encuesta para determinar el costo de oportunidad y la disposición de aceptar un pago en el sector agropecuario en la Microcuenca Río de Oro Alto	114

RESUMEN

TITULO: VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO DE ORO ALTO PARA EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA)*

AUTORES: Jenny Fabiola Cárdenas Osorio
Rafael Felipe Ortiz Sánchez**

PALABRAS CLAVE: Valoración económica ambiental, desarrollo sostenible, esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Método de Valoración Contingente (MVC), Disponibilidad a Pagar (DAP), Disponibilidad a Aceptar (DAA), Microcuenca Río de Oro Alto, Recurso hídrico.

CONTENIDO:

El sistema económico predominante en el mundo ha usado los recursos naturales de forma ilimitada, es por esto que a través del desarrollo sostenible se plantea la valoración económica de los bienes y servicios ambientales que proveen los bosques y otros ecosistemas naturales.

La microcuenca Río de Oro Alto es la cuenca hídrica que abastece de agua potable al municipio de Piedecuesta, Santander por medio de la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos. Dicha cuenca, actualmente enfrenta un índice de escasez hídrico alto debido a la fuerte presión ejercida por el consumo doméstico del recurso y el uso inadecuado del suelo en el área de recarga hídrica.

Es por esta razón que el presente estudio pretendió valorar económicamente el recurso hídrico en la microcuenca Río de Oro Alto mediante el Método de la Valoración Contingente (MVC) el cual incluye la estimación de la Disponibilidad a Pagar (DAP) de los beneficiarios del recurso hídrico en el municipio de Piedecuesta así como la Disponibilidad a Aceptar (DAA) o compensación necesaria para los productores de la zona de recarga hídrica teniendo en cuenta el costo de oportunidad de las actividades económicas que se desarrollan con el fin de generar incentivos para la conservación, protección y manejo en la microcuenca.

Con dicha información, se propuso un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en la microcuenca Río Oro Alto en el cual, mediante aportes directos a partir de la DAP, los proveedores del Servicio Ambiental Hídrico (SAH) reciben un pago en dinero por dedicarse a actividades de conservación y restauración.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y administración. Director Rafael Alcides Téllez Sánchez.

ABSTRACT

TITLE: ECONOMIC EVALUATION OF WATER RESOURCES IN RÍO DE ORO ALTO BASIN TO THE PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES*

AUTHORS: Jenny Fabiola Cárdenas Osorio
Rafael Felipe Ortiz Sánchez**

KEYWORDS: Environmental economics, Sustainable development, Payment for Environmental Services (PES), Contingent Valuation Method (CVM), Willingness to Pay (WTP), Willingness to Accept (WTA), Rio de Oro Alto basin, Water resource.

DESCRIPTION:

The worldwide economic system has used natural resources unlimitedly. Sustainable development, through economic evaluation, has provided the theoretical and mathematical framework to measure the environmental services offered by forests and other natural ecosystems, showing that these resources are not infinite.

The Rio de Oro Alto basin is the watershed that supplies drinking water to Piedecuesta, Santander, through Piedecuestana of Public Services. This basin is currently facing a high shortage rate of water due to a strong pressure from domestic consumption and an inappropriate land use in the water recharge area.

As a result, this study sought to value, economically, the water resource in the Rio de Oro Alto micro-watershed through the Contingent Valuation Method (CVM) which includes the estimation of willingness to pay (WTP) of beneficiaries of water resources in Piedecuesta and the willingness to accept (WTA) or compensation required for producers from the water recharge area taking into account the opportunity cost of economic activities that take place in order to create incentives for conservation, protection and a better management of the basin.

With this information, we proposed a system of Payment for Environmental Services (PES) in the Rio de Oro Alto basin in which, through direct contributions from the WTP, the Environmental Water Service Providers (EWS) receive a cash payment to conserve and practice restoring activities.

* Draft Degree

** Faculty of Human Sciences. School of Economics and Administration. Director: Rafael Alcides Téllez Sánchez.

INTRODUCCIÓN

Toda decisión ambiental puede ser analizada desde una perspectiva económica lo que implica hacer elecciones desde la racionalidad de cada individuo; sin embargo, en un mundo donde los recursos son limitados, cada elección conlleva necesariamente un costo, como el de no tomar la opción alternativa o si se conservan los ecosistemas de una cuenca hidrográfica en su estado natural; así como la disposición a pagar por comprar o no comprar, por extraer o no extraer servicios o recursos ambientales. Estos costos y disposiciones son utilizados como herramientas en la toma de decisiones ambientales bajo diferentes metodologías que la economía ambiental y la economía ecológica proporcionan para un enfoque de desarrollo sostenible.

Las elecciones de productores asentados en un ecosistema de cuenca generan beneficios económicos que simultáneamente impactan en grados diferentes la provisión del recurso hídrico para los beneficiarios aguas abajo, compradores del Servicio Ambiental, quienes ven afectados sus niveles de utilidad; por tanto, resulta importante promover el uso adecuado de este recurso mediante la aplicación del esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) con el fin de maximizar los beneficios para la sociedad como un todo.

Según la FAO¹, se considera como PSA a la compensación o pago directo hecho por los usuarios hacia los proveedores de un servicio ambiental, con el fin de

¹ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Foro electrónico sobre sistemas de Pago por Servicios Ambientales en cuencas hidrográficas. [En línea] Santiago de Chile. Agosto, 2004. 2 p. [Consultado 17 Oct. 2010]. Disponible en <
http://www.ccmss.org.mx/descargas/Foro_electronico_sobre_sistemas_de_pago_por_servicios_ambientales_en_cuencas_hidrograficas.pdf >

garantizar la provisión o mantenimiento de dicho servicio logrando así una asignación más eficiente tanto de los recursos naturales como de los servicios que prestan.

En el presente trabajo se busca establecer la relación entre el desarrollo sostenible y la preservación del recurso hídrico en la Microcuenca Río de Oro Alto que abastece de agua potable al municipio de Piedecuesta - Santander por medio del planteamiento de un esquema de PSA para lograr la conservación de los ecosistemas de la cuenca y garantizar la provisión a futuro del agua potable.

Inicialmente se presenta el soporte teórico del desarrollo sostenible, la economía ambiental, la valoración económica de los recursos naturales y el esquema de PSA junto con la normatividad colombiana que respalda algunos de estos conceptos. Posteriormente, se caracteriza la zona de estudio en términos de oferta y demanda de agua para plantear la escasez hídrica definida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).

Una vez se describe tal escenario, se desarrolla la valoración económica del recurso hídrico estimando la Disponibilidad a Pagar (DAP) y la Disponibilidad a Aceptar (DAA) de los agentes económicos involucrados en este mercado hipotético aplicando el Método de Valoración Contingente. Esta información permitirá esbozar el esquema de PSA y la propuesta elaborada por los autores.

1. EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Antes que la sociedad tomara conciencia acerca de la importancia que tenía la protección del medio ambiente, el término *Sostenibilidad* era analizado y comprendido como las condiciones necesarias para garantizar una tasa de crecimiento dinámica de la economía a mediano y largo plazo en donde la explotación de los recursos naturales se llevaba a cabo sin ninguna restricción. De seguirse dando el anterior proceso de acumulación de riqueza, por medio del usufructo del medio ambiente, sin ninguna duda conduciría a un colapso del sistema económico por escasez de recursos naturales y a una contaminación sin precedentes.

Una vez las personas empezaron a notar cambios en las características de los ecosistemas y se reconoce que la vida de todos los seres en el planeta se encuentra, de cierta forma, en manos del hombre, es cuando se despierta el interés hacia la preservación del medio ambiente. Con respecto a este tema Carrizosa dice:

El interés por el concepto de sostenibilidad surgió fundamentalmente de su angustia ante las pérdidas de elementos de los ecosistemas, elementos físicos y bióticos de los ecosistemas, ante la desaparición de los bosques naturales, de la pesca y ante la transformación de las aguas y del aire por contaminación (...)².

Consecuentemente, en 1972 en la Cumbre Mundial sobre medio ambiente humano, celebrada en Estocolmo, se comienza a hablar por primera vez del Desarrollo Sostenible mediante la valoración política, jurídica y económica de los recursos naturales renovables. Luego en el año de 1987, la Comisión Mundial del

² CARRIZOSA, Julio. Construcción de la Teoría de la Sostenibilidad. En: Misión Rural, Transición, Convivencia y Sostenibilidad. IICA. 1998. Vol 5. p. 28.

Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD) publicó un documento titulado *Nuestro futuro común*, que más adelante se conocería como el *Informe Brundtland*. En dicho informe, se caracteriza a este tipo de desarrollo como la búsqueda de soluciones a un problema dual: eliminar la pobreza mundial y solucionar o mitigar los problemas medioambientales. Desde este punto de vista en este informe se afirma lo siguiente:

“(...) dicho proceso debía ser capaz de generar un desarrollo no sólo sostenible en términos ecológicos, sino también sociales y económicos. Esto es que además de asegurar su armonía con el medio ambiente, eran inherentes a un desarrollo con este calificativo, transformaciones institucionales que permitiesen el cambio social gradual y un crecimiento económico autosostenido (...)”³.

El desarrollo sostenible, entonces, se puede definir como aquel que conduce al crecimiento económico, al bienestar social y al aumento de la calidad de vida, sin agotar la base de recursos naturales renovables de que se nutre, ni deteriorar el medio ambiente o la capacidad de las generaciones del futuro. Sin embargo, algunos científicos ponen el acento en el tema de cómo conseguir la sostenibilidad, particularmente, en los últimos 20 años.

Al respecto, Pearce⁴, enriqueció el concepto con el planteamiento de una sostenibilidad débil y una sostenibilidad fuerte la cual contribuyó al diseño de mecanismos económicos de sostenibilidad destacando la necesidad de comprensiones y prácticas de complejidad sistémica. También sobre el tema de

³ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y desarrollo. Informe Brundtland. Nuestro Futuro Común. 1987. Citado por ARBOLEDA, Luz Estela; Estado del sector agua potable y saneamiento básico en la zona rural de la isla de San Andres, en el contexto de la reserva de la biosfera. [En línea] 2010. 23 p. [Consultado 9 Nov. 2010] Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/3871/1/905022.2010.pdf>>

⁴ PEARCE, David. Economics and environment. Essays on ecological economics and sustainable development. 1 ed. Inglaterra: Edward Elgar Publishing Limited, 1998. 45-46 p. ISBN 1-85278-772-4

las condiciones de sostenibilidad, Téllez⁵ plantea ésta en función de la intersección de tres categorías: el crecimiento, la equidad en la distribución, la población y la coherencia ecológica como base de los objetivos de desarrollo, mostrándola como un propósito deliberadamente referido a la coherencia ecológica de las estrategias de desarrollo en la cual pueden conducir a aumentar o disminuir la frontera ambiental de posibilidades de producción.

Desde esta óptica, el presente estudio se basa en el desarrollo sobre una aplicación de mecanismos que buscan hacer posible la sostenibilidad, en particular, el uso sostenible del recurso hídrico de la microcuenca del Río de Oro Alto.

1.1 LA ECONOMÍA AMBIENTAL

En general, la economía ambiental tiene sus antecedentes en la idea central de Hartwick⁶ en el sentido de que la necesidad de reinvertir las rentas obtenidas del capital natural a donde se extraen los recursos con el fin de mantener el consumo real constante a lo largo del tiempo o, mantenimiento del capital constante. La economía ambiental se define como la ciencia que busca establecer las bases teóricas que permiten el uso sostenible del medio ambiente y los recursos naturales, encontrándose su eje central en el análisis de los recursos ambientales⁷.

La economía ambiental es la disciplina que estudia los fenómenos y problemas ambientales que actualmente enfrenta el mundo, examinándolos desde la

⁵ TÉLLEZ SÁNCHEZ, Rafael A. Desarrollo Sostenible Alternativo... un desafío. 1 ed. Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2010. 261-262 p. ISBN: 978-958-8504-47-6

⁶ HARTWICK, M; OLEWILER, Nancy D. La Economía de los recursos naturales. 2 ed. Adison-Wesley Educación Editores, 1998. Cap 2.

⁷ BARRY C, Field. Economía Ambiental. 3 ed. España: McGraw-Hill, 2003. 245 p. ISBN 9788448139438

perspectiva analítica que caracteriza a la economía. Esta ciencia constituye una herramienta a la hora de realizar estudios que contribuyan a prácticas de desarrollo sostenible, brindando instrumentos teóricos, conceptuales y metodológicos como la valoración de los bienes y servicios ambientales.

En este sentido, según Aburto⁸, la economía ambiental analiza cómo y por qué las personas, naturales o jurídicas, toman decisiones sobre el uso de los recursos naturales, las cuales afectan o traen consecuencias sobre el medio ambiente. Estas decisiones generalmente se llevan a cabo sin ningún tipo de restricción ambiental, es decir, la mayoría de agentes económicos que entran en juego, en este caso los que se encuentran en la microcuenca Río de Oro Alto, hacen uso del recurso sin considerar el gasto o deterioro ambiental del servicio ambiental hídrico y tampoco asumen los costos derivados de la contaminación del agua en la zona.

La economía ambiental posee dos divisiones que son de gran utilidad en este estudio, la microeconomía y la macroeconomía. En este documento básicamente se hará uso de algunos conceptos que se manejan a nivel microeconómico, como apoyo en los análisis de agentes económicos y del bienestar social en las zonas delimitadas.

Los agentes económicos que participan dentro de la microcuenca Río de Oro Alto, pueden dividirse en dos: usuarios y no usuarios del recurso hídrico. Estos tipos de agentes valoran subjetivamente los beneficios que para ellos trae el servicio hídrico; y es partir de este punto, según Azqueta⁹, en donde se logra diferenciar los valores percibidos entre aquellos de *uso* y *no uso*.

⁸ ABURTO, Eddy. Valoración económica del servicio ambiental hidrológico. De la microcuenca "Paso los Caballos" del municipio San Pedro de Potrero Grande. 1 ed. Nicaragua, 2004. 21 p. ISBN 99924-64-06-2

⁹ AZQUETA OYARZUN, Diego. Valoración económica de la calidad ambiental. 1 ed. España: McGraw Hill, 1994. 57 p. ISBN 84-481-1853-7

Los valores de *uso* son aquellos que se perciben de forma directa, es decir, la persona hace uso del bien y, por tanto, se ve afectada por cualquier cambio que ocurra con respecto al mismo. De acuerdo a ello, los agentes que poseen este tipo de valoración subjetiva, en el caso particular del servicio hídrico de la microcuenca Río de Oro Alto, son los usuarios de agua potable abastecidos por la empresa de Piedecuestana de Servicios y los productores dueños del agua río arriba.

Por otro lado, los valores de *no uso* se dividen en valor de opción y de existencia. Los primeros hacen referencia a aquellas personas que, si bien en la actualidad no están haciendo uso del bien, optan por tener abierta la opción de utilizarlo en el futuro; mientras que el valor de existencia lo realizan aquellas personas que no utilizan el bien de forma directa ni indirecta, y tampoco tienen pensado hacerlo en el futuro, sin embargo simplemente valoran positivamente el hecho de que el bien exista. En este caso se tendrán en cuenta los agentes que perciben el servicio hídrico como valor de opción, como es el caso del Estado debido a que es su deber proveer y garantizar el servicio a las generaciones actuales y a las futuras.

1.2 VALORACIÓN ECONÓMICA

Uno de los problemas económicos básicos en la sociedad, como lo plantea Barrantes¹⁰, es la asignación y/o distribución de recursos escasos (capital, trabajo, recursos naturales) para atender las necesidades de los individuos; aunque la mayoría de los bienes y servicios que se producen en la economía tienen un precio, ya sean determinados en el mercado o por los costos de producción, existe un conjunto de bienes y servicios que carecen de mercado y por lo tanto de precio. Dentro de estos, dice el autor, se encuentran los bienes y servicios que brindan los ecosistemas, los cuales son necesarios valorar monetariamente para incorporarlos

¹⁰ BARRANTES, Gerardo; VEGA, Mauricio. Curso de capacitación. El servicio Ambiental hídrico: aspectos biofísicos y económicos. Costa Rica, 2004. 3 p.

al mercado y hacer comparables sus aportes al bienestar general de la población con respecto a otros bienes y servicios que son producidos en la economía.

Debido a que el sistema de mercado no trasmite información correcta sobre el valor de los bienes y servicios ambientales que se utilizan o usan, pues son subvalorados con el cobro de los costos de proveer el servicio únicamente, se hace necesario establecer un valor económico para incorporar la información de estos servicios y bienes en los procesos de toma de decisiones, de modo que se pueda pagar por el recurso.

Para Penna y Cristeche¹¹, la valoración económica de recursos y bienes naturales es inseparable de las decisiones que deben tomarse sobre sus usos pese a que dicha unión se considera conflictiva debido a que existen muchos efectos intangibles, como la vida humana, la estética y otros beneficios. Sin embargo, en la práctica, como señala Costanza¹², todos los días estamos valorando los servicios ambientales de la biodiversidad y éstos mantienen estrecha relación con el desarrollo de un país.

En casos como el del recurso hídrico, los cambios en la oferta conducen a escasez cuando el ecosistema reduce sus existencias, al tiempo que la población y el dinamismo económico aumentan. Esto, según Barrantes¹³, hace que “la sociedad reaccione, dando un mayor valor a los flujos de servicios”. En este sentido el objetivo de valorar económicamente el ambiente es construir indicadores monetarios comparables del bienestar que éste proporciona a la sociedad como se pretende en el presente trabajo.

¹¹ PENNA A. Julio y CRISTECHE Estela. Valoración de los servicios ambientales: diferentes paradigmas. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No 2. Argentina, 2008. 9-15 p. ISBN 978-987-521-291-6.

¹² COSTANZA, Robert. Visions, values, valuation and the need foran ecological economics. En: BioScience. Junio, 2001. vol. 51, no. 6. 59-68 p.

¹³ BARRANTES. Op. cit., 5 p.

1.2.1 Pago por Servicios Ambientales (PSA). Es generalizado el convencimiento de que el medio ambiente proporciona una serie de beneficios a los seres que viven en su entorno brindándoles las mejores condiciones para el disfrute y mantenimiento de la vida. Hasta los microorganismos, que simplemente no logran ser captados por la vista humana, dependen de la existencia y condiciones del medio ambiente y, por ende, de los servicios que éste les brinde. Todos estos beneficios capturados por los seres son denominados Servicios Ambientales (SA), los cuales debido a una deficiencia en su administración se encuentran en peligro de pérdida, ocasionan deterioro de los medios de vida, amenazas a la salud e incremento de la vulnerabilidad; es decir, los SA se entenderán, entonces, como los beneficios que las personas extraen de los ecosistemas.

En el caso de Colombia, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial¹⁴, los servicios ambientales pueden diferenciarse en distintas categorías:

- Servicios de aprovisionamiento: hace mención a los productos que se obtienen directamente de los ecosistemas, como alimentos y fibras, combustibles, recursos genéticos, precursores bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos, recursos ornamentales y Agua.
- Servicios de regulación: derivados de los procesos ecológicos de regulación asociados a cada tipo de ecosistema, entre los que se encuentran el mantenimiento de la calidad del aire, regulación climática e hídrica, control de la erosión, purificación del agua y control biológico.
- Servicios culturales: Estos son los beneficios no materiales que la sociedad recibe de los ecosistemas, como la diversidad natural, valores espirituales y

¹⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Estrategia Nacional de Pago por Servicios Ambientales. [En línea] Colombia. Julio, 2008. 9 p. [Consultado 9 Nov. 2010] Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/doc/Estrategia_PSA.doc >

religiosos, sistemas de conocimiento formal y tradicional, valores educativos y paisajísticos, relaciones sociales y el sentido de pertenencia.

- Servicios de soporte: Se definen como aquellos que son necesarios para la producción o generación de los demás servicios ecosistémicos o ambientales.

Por su parte, Barrantes considera que “los servicios del ecosistema se pueden ver como un flujo de materiales, energía e información que producen los ecosistemas, los cuales, combinados con otros servicios producidos por el ser humano contribuyen al bienestar humano”¹⁵. En este sentido, los servicios de un ecosistema y su funcionamiento a nivel mundial, indican que éstos son críticos para el desarrollo del sistema de vida del planeta, pues contribuyen directa e indirectamente al bienestar humano y, por lo tanto, representan parte del Valor Económico Total (VET) del planeta.

Entre los servicios ambientales más reconocidos, se toman los siguientes:

- Captura de Carbono (generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática);
- Servicios Ambientales Hidrológicos (mantenimiento de la capacidad de recarga de acuíferos, mantenimiento de la calidad de agua, reducción de sedimentos cuenca abajo, conservación de manantiales, reducción del riesgo de inundaciones);
- Biodiversidad y Paisaje (protección de biodiversidad de los ecosistemas, conservación y recuperación de suelos, belleza paisajista y recreación).

Dentro de este contexto, el propósito de implementar esquemas de PSA, es asignar valor económico a los SA, creando mecanismos de compensación, a través de esquemas de pagos y fondos para la conservación ambiental (internacionales, nacionales, locales y mixtos) dirigidos a los dueños de zonas

¹⁵ BARRANTES. Op. cit., 11 p.

forestales que optan por la protección de bosques, como un incentivo de conservación que contribuye, a su vez, a la preservación del ciclo hídrico; ya que se sitúan en las partes altas de las cuencas.

La promoción, discusión y aceptación del concepto de SA y la concepción de su pago (PSA) como mecanismo económico de compensación para los dueños de bosques que los conservan, tiene el siguiente marco de antecedentes:

- Declaración de Estocolmo, 1972. Se incluyó por primera vez a la agenda política mundial la dimensión ambiental, reconociendo la importancia de los ecosistemas para el desarrollo humano.
- Informe Brundtland, 1987. Se plantea el concepto de Desarrollo Sustentable, el cual busca materializarse por medio del Manejo Sostenible de Recursos Naturales.
- Declaración de Río, 1992. Se propone el concepto de Servicios Ambientales, y su aplicación por medio de tres ejes de acción: combate al cambio climático, conservación de biodiversidad y prevención de degradación ambiental, así como la desertificación del suelo.
- Protocolo de Kyoto, 1997. Se plantean los mecanismos de mercado de captura de carbono; además de impulsar diversos programas de Pago por Servicios Ambientales a nivel internacional.
- Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, 2002 en Johannesburgo. Se incorpora como uno de los objetivos del programa de Pago por Servicios Ambientales la reducción de la pobreza.

Es por esto que conservar ecosistemas naturales implica un costo de oportunidad ante la renuncia a los ingresos potenciales que generaría una actividad económica por una alternativa en esas tierras. Por lo tanto, para el aumento o conservación de cobertura natural, es necesaria la compensación a los dueños de dichas tierras con un monto igual o superior a la renuncia de ingresos (su costo de oportunidad)

para que dedique sus tierras a la protección y conservación de ecosistemas. Esta compensación debe ser financiada con los recursos provenientes de los bienes y servicios que provee el ecosistema; por ejemplo, de los flujos de ingresos que genere la demanda social del agua que los distintos ecosistemas ayudan a conservar.

Consecuentemente, en el caso del servicio hídrico que abastece la microcuenca Río de Oro Alto, se hayan dos actores fundamentales: aquellos que se sitúan en la zona de recarga hídrica de dicha microcuenca, y los que se asientan aguas abajo. Según Pagiola y Platais¹⁶, los asentados en las zonas de recarga hídrica, denominados también como los actores río arriba, representan la oferta hídrica, ya que al hacer uso del suelo, alteran la calidad, cantidad y frecuencia de las masas de agua. Los segundos, denominados también como los actores río abajo, son los que se benefician del servicio hídrico en la medida en que tienen acceso al agua para uso doméstico, irrigación para la agricultura, recreación y permanencia de los ecosistemas de la parte baja, por ello son vistos como la demanda hidrológica.

En consecuencia, y según el Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial¹⁷, la pérdida de los servicios ambientales se debe a que:

“Al no recibir, normalmente, los usuarios de las tierras altas ninguna compensación por los servicios ambientales que sus tierras generan para otros agentes, carecen de motivación económica para tomar en cuenta esos servicios cuando deciden cómo usar sus tierras. Por lo tanto, no

¹⁶ PAGIOLA, Stefano y PLATAIS, Gunars. Pagos por Servicios Ambientales. Banco Mundial. Citado por DAZA, Margarita y NORIEGA, Andrea. Valoración económica de los servicios hídricos y de biodiversidad del Cerro La Judía. Programa de Uso y Valoración. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia, 2009. 54 p.

¹⁷ PAGIOLA, Stefano y PLATAIS, Gunars. Pagos por Servicios Ambientales. Departamento de Medio Ambiente. Banco Mundial. [En línea]. Washington, D.C. Mayo, 2002. 1 p. [Consultado 9 Nov 2010]. Disponible en: http://www.cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/Proyectos%20de%20investigacion/pagos_servicios_ambientales.pdf <

tienen razón económica para tomar estos servicios en cuenta al tomar una decisión acerca del uso de sus tierras”.

En este sentido, el PSA constituye un instrumento para la conservación de ecosistemas y la provisión de servicios ambientales por medio de la valoración del recurso de interés, hídrico para este caso particular, proporcionando una medida que permite la transacción de este tipo de bienes ambientales.

1.2.1.1 Marco legal colombiano. En Colombia existen normas jurídicas que buscan la protección y preservación del medio ambiente. Dentro de esta normatividad se encuentran: la Ley 23 de 1973, el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, las reformas establecidas en la Constitución Política de 1991; así como la Ley 388 de 1997 conocida como la ley del Ordenamiento Territorial, igualmente se encuentra el decreto 155 de 2004, la ley 1151 de 2007, la resolución 387 de 2010. El título 2, capítulo 4, sección 2.4.3 de la regulación integral del sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia definida por la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Dichas Leyes se esbozarán a continuación.

Luego de la Cumbre Mundial sobre medio ambiente humano de 1972, se formulan las primeras normas ambientales en Colombia, como por ejemplo la Ley 23 de 1973¹⁸, en la cual, según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)¹⁹, se crean algunos principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo, y además se otorgan algunas

¹⁸ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 23 (12, diciembre, 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1974. no. 34001. 1-3 p.

¹⁹ COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Normatividad ambiental y sanitaria. [En línea] [Consultado 4 Ene 2011]. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm>

facultades al Presidente de la República para expedir el código de los Recursos Naturales Renovables (RNR). Consecuentemente, se estipula el Decreto Ley 2811 de 1974, en donde se establece que el ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, y establece la obligatoriedad de tramitar el respectivo permiso de explotación de los RNR.

Posteriormente, en la década de los noventa se crea la Constitución de 1991, en donde se otorga prioridad al desarrollo de forma sostenible, dictándose en consecuencia la Sentencia C-328 de julio 27 de 1995. Esta sentencia estipula lo siguiente²⁰:

- Garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar el ambiente
- Proteger su diversidad e integridad
- Conservar las áreas de especial importancia ecológica
- Fomentar la educación ambiental
- Planificar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible
- Prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental
- Imponer las sanciones legales y exigir la reparación del daño
- Cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas.

De acuerdo a lo anterior, los particulares tienen el deber de participar conjuntamente con el estado en las decisiones concernientes a la preservación y restauración del medio ambiente. Dicha participación requiere que la población posea de forma previa la información necesaria que permita la cooperación ideal entre distintos actores; el Estado debe garantizar, por medio de distintos instrumentos, que la información sea de carácter general. De esta forma la

²⁰ Ibíd. Pág. 15.

población se convertirá en una comunidad que aporta ideas en las disposiciones estatales.

Por otra parte, mediante el artículo 111 de la Ley 99 de 1993²¹, en donde se crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), se reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos estipulando que los departamentos y municipios deben construir sinergias para la conservación y preservación del medio ambiente, dedicando durante 15 años el 1% de sus ingresos corrientes a la financiación de actividades relacionadas con el desarrollo sostenible, específicamente la adquisición de zonas estratégicas para la conservación del recurso. Posteriormente esta ley es modificada con el artículo 106 de la ley 1151 de 2007²², en donde parte del 1% también puede destinarse a la financiación de esquemas de PSA.

Si bien, el porcentaje de ingresos departamentales y municipales destinados al tema ambiental es poco en comparación con los grandes beneficios que trae la valoración ambiental, constituye un avance para la participación conjunta tanto de las de las entidades territoriales como de las autoridades ambientales y urbanas en la implementación de PSA.

Luego, en el año de 2004 se crea el decreto 155²³ el cual reglamenta el artículo 43 de la ley de 1993 en lo relativo a las tasas por utilización de aguas superficiales las cuales incluyen las aguas estuarinas y las aguas subterráneas, conteniendo

²¹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C: El Congreso, 1993. 43 p.

²² COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1151 (24, julio, 2007). Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2007. no. 46700. p. 79.

²³ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 155 (22, enero, 2004). Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2004. no. 45439. 1-8 p.

dentro de estas los acuíferos litorales. Entre las especificaciones que establece dicho decreto se encuentra la fijación de la tarifa de la tasa por utilización de agua, el cálculo del monto a pagar por cada usuario, formas de cobro y periodos de cancelación.

De otro lado, se encuentra la reglamentación que determina el valor promedio nacional de los costos por establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado, fija la cuantía máxima porcentual que se reconocerá por concepto de Certificado de Incentivo Forestal (CIF) y se fija el incentivo por árbol. Esta reglamentación es modificada cada año por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, actualmente, el decreto 387 de 2010²⁴ es el que determina dichos valores para el año 2011.

Finalmente, la CRA²⁵ mediante la regulación integral del sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia es quien regula el establecimiento de las tarifas para los servicios de acueducto y alcantarillado en el país. En la sección 2.4.3 referida a la Metodología y fórmulas tarifarias dentro del capítulo 4 denominado régimen tarifario que a su vez está incluido en el título 2 de normas especiales para acueducto, se estructuran los elementos de las formulas tarifarias, el cargo fijo, el cargo por unidad de consumo básico y por unidades de consumo complementario y suntuario como los demás elementos incluidos en el valor de la factura.

²⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Resolución 387 (28, octubre, 2010). Por la cual se determina el valor promedio nacional de los costos por establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado, fija la cuantía máxima porcentual que se reconocerá por concepto de Certificado de Incentivo Forestal (CIF) y se fija el incentivo por árbol, para el año 2011. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2010. no. 47926. 3 p.

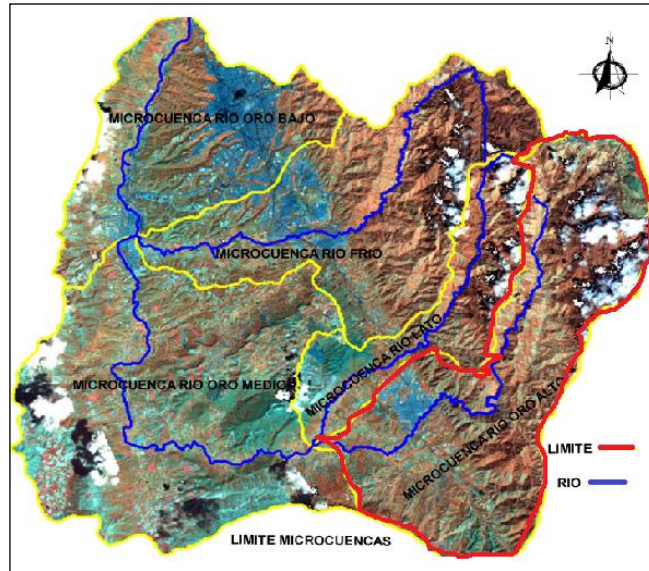
²⁵ COLOMBIA. COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Regulación integral del sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia. 151 p.

2. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LA MICROCUENCA RIO DE ORO ALTO

La microcuenca Río de Oro Alto es importante para el municipio de Piedecuesta debido a que capta sus aguas para el abastecimiento y consumo de la población del mismo. Este recurso es un insumo básico de los procesos productivos para el municipio y la población asentada en los sectores centro y norte de la microcuenca. Esta microcuenca se localiza al suroriente del área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) en el departamento de Santander con una extensión aproximada de 14.274 hectáreas aproximadamente.

Dicha área de estudio, microcuenca Río de Oro Alto, comprende el área de nacimiento del Río de Oro dentro de la red hidrológica de la subcuenca del Río de Oro (Figura 1), distribuida en 26 veredas: El Barroblanco, Cristales, El bore, El canelo, El guamo, Los colorados, El jazmín, El polo, El valorador, Faltriquera, Granadillo, Guatiguará, La loma, Las amarillas, Los curos, Los llanitos, Miraflores, Pajonal, Pinchote, Planadas, San Francisco, San Miguel, Santa Rita, Sevilla y, Parra y Juan Rodríguez.

Figura 1. Mapa de zonificación de la subcuenca Río de Oro, Microcuenca Río del Oro Alto



Fuente: CDMB, 2007

Según la CDMB en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico²⁶, en la microcuenca Oro Alto se presentan climas que varían desde el Muy frío moderadamente húmedo hasta el Templado semihúmedo; presentándose los valores más altos de humedad en la parte media alta de la microcuenca la cual corresponde a la Vereda Cristales caracterizada por poca deficiencia de agua. La parte baja, que corresponde al canal de desagüe del cauce principal del Río de Oro y su área aferente, es caracterizada por tramos de conducción de poca producción y alta demanda de agua, con concentraciones más bajas de humedad.

El Río de Oro nace a una altura de 3.500 msnm con aportes de cauces conocidos como La Máquina, Cola de pato y La lejía entre otros. El punto de referencia, divisorio de aguas, es El Picacho, localizado en el kilómetro 50 de la vía Bucaramanga-Pamplona. Para el primer tramo del río de oro ubicado en las

²⁶ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Microcuenca Río de Oro Alto (PORH). Bucaramanga - Colombia. Mayo, 2010. 27 p.

veredas Santa Rita y Cristales, las corrientes principales son las quebradas El reventón, La maquinaria, El picacho y nacimientos cercanos²⁷; este tramo es de importancia significativa por las zonas estratégicas boscosas que conserva en la zona de Bosque Alto Andino y el sistema de fuentes hídricas.

2.1 OFERTA HÍDRICA

La microcuenca Río Oro Alto tiene cuatro unidades de rendimiento hídrico: Oro Alto Alto, Quebrada Rasgón, Oro Alto Medio y Quebrada Grande. Su caracterización se presenta a continuación. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Unidades de rendimiento hídrico en la microcuenca Río de Oro Alto

Cuenca	Unidad Rendimiento Hídrico	Área (Ha)	Precipitación promedio	ISO rendimiento (Lt/seg/Km²)	Clasificación IDEAM Lps/Km²
Microcuenca Río Oro Alto	Oro Alto Alto	5335.2	1430	33.46	30-35 Alto
	Quebrada Rasgón	1255.4	1250	33.40	30-35 Alto
	Oro Alto Medio	4707.3	1230	20.50	20-25 Medio
	Quebrada Grande	5610.7	1380	5.60	5-10 Bajo
Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT					

El rendimiento total para la Subcuenca Río de Oro es de 5.379 litros por segundo, lo cual representa una oferta total* de 169.6 millones de metros cúbicos, siendo la microcuenca Oro Alto la que mayor aporte hace a la subcuenca con 34% del total, es decir 58 millones de metros cúbicos.

²⁷ Ibíd., 50 p.

* La oferta neta es calculada de acuerdo a la metodología del IDEAM, se toma una disminución en la oferta de cada microcuenca equivalente al 25% por caudal ecológico y 25% por calidad, quedando la Oferta Neta en el 50% del total de la Oferta.

La microcuenca que menores problemas de calidad presenta es Oro Alto, las demás microcuencas presentan problemas de calidad de agua especialmente por los vertimientos de aguas residuales aportadas por los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, siendo en la Microcuenca Río Frío la única área donde se ubica una Planta de Tratamiento de Aguas residuales (PTAR)²⁸. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Oferta total de agua en la subcuenca Río de Oro

Microcuenca	Área (Has)	Rendimiento Hídrico (Lt/seg/ Km ²)	Rendimiento Hídrico Total Microcuenca (Lt/seg)	Oferta Total (m ³)	%	Oferta Neta (50% Calidad y Caudal)
Oro Alto	14.309,3	12,86	1.840	58.026.240	34,21	29.013.120
Lato	5.112,2	10,99	562	17.723.232	10,45	8.861.616
Río Frío	11.795	6,02	1.010	31.851.360	18,78	15.925.680
Oro Medio	16.852,6	5,12	863	27.215.568	16,04	13.607.784

Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT

2.2 DEMANDA HÍDRICA

La demanda* estimada y el índice de escasez de agua en la microcuenca Río de Oro Alto fue calculada por la CDMB teniendo en cuenta la demanda en cada una de las microcuencas y la población de los municipios.

Para determinar el consumo doméstico, la corporación supone un promedio máximo diario de consumo por habitante de 180 litros diarios. De acuerdo a una

²⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Plan de ordenación y manejo ambiental subcuenca río de oro. Bucaramanga – Colombia. Octubre, 2007., 23p

* La demanda de agua representa el volumen de agua expresado en metros cúbicos que son utilizados por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado y se compone por la sumatoria de las demandas de los sectores agrícola, pecuario, uso doméstico, uso industrial y sector comercial y de servicios. CDMB, 2007

población en la subcuenca correspondiente a 27.219 personas distribuidas en las cinco microcuencas y un consumo anual de agua representada en 65.700 litros por persona en el año; el consumo doméstico corresponde a 1.788.288 metros cúbicos al año para toda la población²⁹ (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Demanda de agua por uso doméstico de la subcuenca Río de Oro

Microcuenca	Población	Consumo (m ³ /día)	Consumo Total (m ³ /año)
Oro Alto	7.176	1.292	471.463
Lato	1.101	198	72.335
Río Frio	7.557	1.360	496.494
Oro Medio	9.467	1.704	621.981
Oro Bajo	1.918	345	126.012
Total	27.129	4.899	1.788.285

Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT

Además del consumo doméstico de agua en la microcuenca, se incluye también el consumo agropecuario y la demanda por la concesión del Acueducto de la Piedecuestana de Servicios Públicos con 375 litros por segundo para una demanda total de Oro Alto como se muestra en la cuadro 4.

Cuadro 4. Total usos del agua en la subcuenca Río de Oro

Microcuenca	Consumo doméstico (m ³)		Consumo pecuario (m ³)			Consumo Agrícola (m ³)	Total Consumo (m ³)
	D. Uso Doméstico	Concesión	Bovino	Avícola	Porcino		
Oro Alto	471.463	11.826.000	100.726	297.621	646	-	12.696.556
Lato	72.336	-	69.796	3.285	727	-	146.144

Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT

²⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. POMCA. Op. cit., 18 p.

Cuadro 4. (Continuación)

Microcuenca	Consumo doméstico (m ³)		Consumo pecuario (m ³)			Consumo Agrícola (m ³)	Total Consumo (m ³)
	D. Uso Doméstico	Concesión	Bovino	Avícola	Porcino		
Río Frío	496.495	19.363.104	110.998	54.969	1.910	-	20.027.476
Oro Medio	621.982	-	212.393	3.000.300	17.147	6.821.738	10.673.560
Oro Bajo	126.012	-	23.657	19.710	70	1.352.658	1.522.107
Total	1.788.288	31.189.104	517.570	3.375.885	20.500	8.174.396	45.065.743

Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT

2.3 ÍNDICE DE ESCASEZ

Con el conocimiento previo de la oferta y la demanda del recurso hídrico de la microcuenca, por medio de la metodología del IDEAM, la CDMB³⁰ calculó el índice de escasez* el cual representa el exceso de la demanda sobre la oferta de agua en determinada zona. Para la microcuenca Oro Alto existe una alta presión sobre el recurso hídrico que denota una urgencia máxima para el manejo adecuado de la misma (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índice de escases del agua en la subcuenca Río de Oro Alto

Microcuenca	Oferta Total (m ³ /año)	Oferta hídrica neta (m ³ /año)	Demanda hídrica Total (m ³ /año)	Índice de escasez %	Categoría del índice
Oro Alto	58.026.240	29.013.120	12.696.556	43.79	Alto > 40%
Lato	17.723.232	8.861.616	146.114	1.6	Bajo < 10%
Río Frío	28.840.887	14.420.443	20.027.475	138.8	Alto > 40%

Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT

³⁰ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. POMCA. Op. cit., 18 p.

* El índice de escasez corresponde al cociente entre la demanda de agua sobre la oferta en metros cúbicos multiplicado por 100. Es alto el nivel de escasez cuando el valor es mayor al 40%, medio entre 20-40%, moderado entre el 10-20% y bajo cuando es mejor al 10%.

Cuadro 5. (Continuación)

Microcuenca	Oferta Total (m ³ /año)	Oferta hídrica neta (m ³ /año)	Demanda hídrica Total (m ³ /año)	Índice de escasez %	Categoría del índice
Oro Medio	27.215.568	13.607.784	10.673.560	78.9	Alto > 40%
Oro Bajo	9.911.884	4.955.942	1.522.108	30.7	Medio 20-40%
Total	141.717.811	70.858.905	45.065.813	63.6	Alto > 40%
Fuente: CDMB, 2007. Cálculos Grupo POAT					

Cabe señalar que el índice para esta microcuenca es mayor al 40% justificado ante la magnitud de agua demanda por el acueducto en concesión principalmente lo cual podría generar desabastecimiento en algunas épocas ante la demanda del área urbana del municipio de Piedecuesta.

En contraste con lo anterior, y según Téllez³¹, el estado actual que envuelve a esta área no es favorable de acuerdo al número de personas que dependen de su abastecimiento; dicha situación es preocupante ya que el agua no posee un sustituto y, debido a ello, tal vez sea esta el recurso que define los límites del desarrollo sostenible.

El problema de escasez hídrica en la microcuenca Río de Oro Alto, es un ejemplo evidente de la necesidad de conservación del recurso hídrico. Una de las formas de preservación de este recurso es por medio de su valoración para el Pago por Servicios Ambientales, que conduzca al manejo sostenible de la cuenca.

³¹ TÉLLEZ SÁNCHEZ. Op. cit., 435 p.

3. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA RÍO DE ORO ALTO

El sistema económico de libre mercado ha sido uno de los causantes del problema de sobreexplotación y uso ineficiente de los recursos debido a que no considera, dentro de la función de producción, el deterioro del medio ambiente. Esta exclusión de los recursos ambientales no ha hecho posible que los bienes y servicios que prestan los ecosistemas posean un mercado en donde productores y consumidores determinen sus respectivos precios.

La economía ha basado su problema fundamental en la asignación eficiente de recursos escasos como el capital, el trabajo y, lo que aquí interesa, los recursos naturales en la producción de bienes donde la demanda supera la oferta disponible.

En el caso del recurso hídrico no se puede hablar de un bien público debido a que en la mayoría de los casos es excluyente, puesto que no puede ofrecerse a todas las personas en las mismas condiciones. Así mismo, este recurso genera rivalidad en el consumo ya que si los productores de la zona en donde afluye el agua hacen un uso inadecuado o consumen más de lo que es generado por el ecosistema, se reduce el consumo potencial de los ubicados aguas abajo afectando de tal forma la disponibilidad total del recurso. Lo anterior demuestra que es necesario regular el uso del recurso respecto a su utilización ante el riesgo de agotamiento y el índice de escasez alto según la metodología IDEAM.

El agua, que debería ser un bien público, ha de considerarse como un recurso no opcional ya que es un elemento vital para la existencia de cualquier tipo de vida y es un derecho para todos los ciudadanos por el cual el Estado ha de velar.

Al llevar a cabo la valoración económica ambiental e incluir dichas externalidades, se puede contar con un indicador de bienestar social del bien para compararlo con otros bienes o con la medida monetaria más común, el dinero, pese que, lo que le confiere valor a las cosas es su relación con el hombre.

La metodología a implementar parte de considerar que el servicio hídrico cumple la función de regulador de los flujos de provisión de agua y de almacenamiento y retención de la misma. Además, considera que el mecanismo de PSA, internaliza por medio del sistema de precios, el costo de brindar un servicio ambiental de forma que los costos y beneficios asociados a la conservación estén distribuidos equitativamente entre los proveedores y usuarios del SAH por medio de la compensación económica realizada por parte de los segundos hacia los primeros.

Para esbozar el esquema de PSA en la microcuenca Rio de Oro Alto se presentará un mercado hipotético compuesto por unos beneficiarios del servicio hídrico en esta microcuenca que corresponden a las viviendas del área urbana del municipio de Piedecuesta, Santander suscriptoras del servicio de acueducto por la empresa Piedecuestana de servicios públicos.

Del otro lado se encuentran los productores asentados en el territorio de la microcuenca quienes, como lo señala la CDMB³², poseen la siguiente distribución en el uso del suelo: primero el bosque natural secundario con un total de 8052.3 hectáreas (Has) lo que corresponde al 57.3% del área total de la microcuenca, seguido de los potreros abiertos dentro de la clasificación de tierras agropecuarias que involucra el 18% (2581.2 Has) y los cultivos mixtos con el 11.4% del área (1629 Has); el terreno restante se encuentra distribuido por relativa importancia en rastrojos (4.4%), cultivos semipermanentes como la mora y otros (3.1%), zona de expansión urbana (3.1%) y vegetación especial de paramo (2.2%).

³² CDMB. Op. cit., 52 p.

Estos agentes económicos actúan de manera racional tratando de maximizar sus funciones de utilidad y de producción las cuales dependen, entre otros, de los usos directos e indirectos, ya mencionados, que proporciona el recurso hídrico a toda la población denotados por los valores de uso y no uso; y que por medio de su interacción arrojan los valores del servicio aproximándose a la posibilidad de conservar los ecosistemas. Cada uno de los individuos es un agente racional que al tomar sus decisiones permiten que el bienestar social se maximice.

3.1 MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE

El método de Valoración Contingente (MVC), como plantea Azqueta³³, intenta averiguar la valoración que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental, a través de la pregunta directa.

Este trabajo optó por el método de la valoración contingente buscando evaluar los beneficios de esquemas relacionado con los objetivos de políticas encaminadas a la provisión del servicio hídrico que no tienen precio por su conservación en el mercado. Estima la disponibilidad a pagar (DAP) de los habitantes de Piedecuesta como una aproximación para medir los beneficios económicos que conllevaría la mejora ambiental; y, estima la disponibilidad a aceptar (DAA) o ser compensado para medir el valor económico del daño producido por degradación del ecosistema de donde afluye el agua.

Los supuestos que se manejan bajo esta metodología, como también considera Uribe³⁴, son los siguientes:

³³ AZQUETA OYARZUN. Op. cit., 158 p.

³⁴ URIBE, Eduardo, et al. Introducción a la valoración ambiental y estudios de caso. Colombia: Universidad de los Andes, 2003. 81 p.

1. El individuo se comporta en el mercado hipotético de la misma manera como lo haría en un mercado real, y toma una decisión racional al asignar, o no, parte de su ingreso a la compra del bien ambiental.
2. El individuo tiene información completa sobre los beneficios que el consumo del bien ambiental le generaría.
3. El individuo maximiza su utilidad dada una restricción presupuestaria representada por el ingreso disponible. Esto quiere decir que, a la hora de decidir si estaría dispuesto a pagar o no, y cuánto, por el bien ambiental ofrecido, el individuo sabe que tiene un ingreso limitado a gastar. Al igual que se maximizan las funciones de producción.

Este tipo de análisis que se ha propuesto conlleva a la realización de una valoración económica que puede traer algunos aspectos negativos, por ejemplo, la dependencia de los valores en cuanto a la distribución de la renta. Por ende, y siguiendo a Azqueta³⁵, es necesario llevar a cabo matizaciones complementarias, en las cuales se normalicen las variables, evitando llegar a la conclusión de que una mejora en la calidad del medio ambiente se destine básicamente a aquellas personas que poseen un mayor poder adquisitivo, y por el contrario, aquellas zonas deterioradas sean destinadas a los consumidores con menor disponibilidad a pagar; posteriormente se combina la forma individualista con la colectiva, observando a la equidad no como la respuesta a las preferencias individualistas, sino como la opinión de los representantes sociales.

Con el fin de recolectar información para determinar la valoración subjetiva que tienen las personas en cuanto al cambio en su bienestar ante un pago monetario mensual con el fin de conservar los bosques para seguir abasteciéndose de forma regular con el servicio hídrico (agua potable) y estimar la disponibilidad a aceptar un cambio en la actividad realizada orientándose a la conservación de bosques, se

³⁵ *Ibíd.*, 20 p.

realizaron encuestas, las cuales se encontraron agrupadas en tres bloques (anexo A y B):

- Información relevante sobre el bien, o el problema objeto de estudio, de modo que el encuestado tenga una información suficientemente precisa como para identificar correctamente el problema de que se trata.
- Describir la modificación del objeto de estudio. Es decir, el nivel de partida en cuanto a la calidad del bien ambiental, la modificación propuesta, lo que supone para la persona y el mecanismo de financiación y/o el vehículo de pago. Una vez descrito el escenario, las preguntas se dirigen ahora a intentar averiguar la disposición a pagar y a ser compensado de cada persona por el cambio propuesto, sin olvidar que cuando se trata de encontrar esta cantidad, el planteamiento que se hace tiene que girar a predecir un mayor bienestar, dada la mejor calidad ambiental, por el dinero que supone ella.
- Por último, se debe cuestionar sobre algunas de las características socioeconómicas más relevantes de la persona encuestada, de acuerdo con el problema objeto de estudio: renta, edad, estado civil, nivel de estudios, entre otros.

En el momento en que han sido estructurados los bloques anteriormente mencionados, se contemplaron varias alternativas para llevar a cabo el estudio, tanto desde el mecanismo elegido para desarrollar las preguntas como desde la perspectiva del tipo de preguntas realizadas.

Los medios empleados para la implementación de la encuesta giraron en torno a entrevistas personales desarrolladas por ocho encuestadores (estudiantes de economía de últimos niveles) completamente capacitados sobre el estudio, el objetivo, la metodología y el instrumento de forma tal que no se violara el supuesto número dos, antes mencionado.

Por otro lado, en cuanto al formato de las preguntas, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial³⁶ afirma que éstas deben formularse con el fin de que la persona revele una posible cantidad que estaría dispuesta a pagar por una mejora determinada (o por evitar un empeoramiento), o la cantidad exigida para la compensación por un daño (o para renunciar a una mejora). Sin embargo, se utilizó el formato abierto y binario, tal y como lo propone Azqueta³⁷.

3.2 DISPONIBILIDAD A PAGAR (DAP)

El método de valoración contingente, para este trabajo, supone que el individuo experimenta un mayor nivel de utilidad si accede a los beneficios que le provee la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales de la microcuenca Río de Oro Alto con el fin de seguirse abasteciendo a futuro del servicio ambiental hídrico. Por tanto, según Uribe³⁸, se propone que un individuo tendrá un mayor nivel de bienestar después de la mejora:

$$U^1(\text{Conservación}) > U^0(\text{No conservación}) \quad (1)$$

Para medir el cambio en el bienestar de un individuo, derivado del mejoramiento en la conservación de los bosques y el nivel de satisfacción que representa el servicio de agua potable, se tendría que indagar sobre su disponibilidad de pago por acceder a dicha mejora (pregunta 11 de la encuesta. Anexo A). El pago implicaría una reducción en el ingreso disponible del individuo; por lo cual, actuando de manera racional, él decide si compra el servicio ambiental y bajo qué precio mensual; conociendo que si paga, tendrá que abstenerse de adquirir otros bienes porque su ingreso es limitado (supuesto 3).

³⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. cit., 61 p.

³⁷ AZQUETA OYARZUN. Op. cit., 162 p

³⁸ URIBE. Op. Cit., 85 p.

Si se asume que el bien ofrecido (conservación) se presenta por la letra q , y que el ingreso disponible del individuo se representa por la letra y , entonces el individuo será indiferente entre comprar el bien o no comprarlo; sí y solo sí:

$$U^1(\text{Conservación}) > U^0(\text{No conservación}) \quad (1)$$

Donde, q^1 es la situación al conservar y q^0 es la situación sin conservar los bosques y demás ecosistemas de dicha microcuenca.

Habiendo explicado la racionalidad económica del método de valoración contingente, se especifica el planteamiento anterior en términos de una función que pueda ser estimable mediante el estudio empírico. Para logra esto, se propone una función de utilidad del individuo que se puede expresar como:

$$U(y, q) = V(y, q) + \varepsilon \quad (3)$$

Donde $V(y, q)$ representa la función de utilidad indirecta, la que representa la máxima utilidad que puede alcanzar el individuo dados unos precios y un ingreso disponible. El termino ε representa la parte de la utilidad que no puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo.

Las funciones de utilidad bajo el estado inicial (sin la conservación del ecosistema) y bajo el estado final (conservación del ecosistema) son representadas por las siguientes ecuaciones (4) y (5).

$$U^0(y, q^0) = V^0(y, q^0) + \varepsilon_0 \quad (4)$$

$$U^1(y, q^1) = V^0(y - DAP, q^1) + \varepsilon_1 \quad (5)$$

Siguiendo con lo planteado en Uribe³⁹, se asume que el valor esperado es cero, lo que significa que el cambio en la utilidad se mide como la diferencia entre la utilidad indirecta en la situación final menos la utilidad indirecta en la situación inicial. Es decir:

$$\Delta V = V^1(y, q^1) - V^0(y, q^0) \quad (6)$$

La función operable en términos empíricos para la función de utilidad indirecta, de acuerdo a Uribe⁴⁰, que presenta el modelo econométrico para la estimación, tiene una forma funcional lineal que depende del ingreso (y):

$$V = \alpha + \beta y \quad (7)$$

Entonces, la utilidad indirecta inicial y final se representan, para el estado inicial y el estado final mediante las ecuaciones (8) y (9) respectivamente:

$$V^0 = \alpha_0 + \beta y \quad (8)$$

$$V^1 = \alpha_1 + \beta(y - DAP) \quad (9)$$

El cambio en la utilidad se puede expresar ahora como:

$$\Delta V = [\alpha_1 + \beta(y - DAP)] - (\alpha_0 + \beta y) \quad (10)$$

Dado que α_1 como α_0 representan interceptos, ellos pueden ser adicionados; se tiene que:

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_0 \quad (11)$$

Por consiguiente,

³⁹ URIBE. Op. Cit., 86 p.

⁴⁰ *Ibíd.*, 86 p.

$$\Delta V = \alpha - \beta DAP \quad (12)$$

Entonces, la disponibilidad a pagar media, estaría definida por la ecuación 13 que representa la cantidad de dinero que el individuo representativo está dispuesto a pagar por la conservación de los bosques y otros ecosistemas de la microcuenca Río de Oro Alto.

$$DAP = \alpha / \beta \quad (13)$$

La forma funcional, en modelos empíricos, se estima junto con variables socioeconómicas (S). La formulación de este tipo de modelos es:

$$PROB(SI) = \beta_0 - \beta_1 DAP + \sum_{i=1}^N \beta_i S_i \quad (14)$$

La fórmula para estimar la disponibilidad a pagar media en estos modelos es:

$$DAP = \frac{\beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i S_i}{\beta_1} \quad (15)$$

El denominador, β_1 , es el coeficiente que acompaña la variable DAP. Las demás variables incluidas en el numerador son evaluadas en sus valores promedio.

Cada persona encuestada es una observación. Por tanto, la base de datos tendrá tantas observaciones como individuos que representan viviendas en el casco urbano del municipio de Piedecuesta. Cada observación corresponde a una vivienda donde la información debe ser suministrada por el jefe del hogar quien es quien toma las decisiones familiares de gasto. Además de esto, a cada observación le corresponde una serie de variables que serán descritas más adelante.

3.2.1 Diseño muestral para la estimación de la DAP. La obtención de información primaria necesaria para calcular la Disponibilidad a Pagar (DAP) se realizó por medio de una encuesta a una proporción de la población en donde, según el Plan de Desarrollo de Piedecuesta⁴¹, el número de viviendas suscriptoras del servicio de agua potable proveniente de la microcuenca Río del Oro Alto es de 20.840, que son abastecidas por la Empresa Piedecuestana de servicios públicos. Los usuarios de este servicio están distribuidos como se muestra a continuación:

Cuadro 6. Número de suscriptores urbanos de agua potable en el municipio de Piedecuesta

Suscriptor	Número	Porcentaje
Estrato 1	131	0,63%
Estrato 2	6.066	29,11%
Estrato 3	13.336	63,99%
Estrato 4	1.051	5,04%
Estrato 5	72	0,35%
Estrato 6	184	0,88%
Total	20.840	100,00%
Fuente: Plan de desarrollo de Piedecuesta 2008-2011		

Para la aplicación del diseño muestral se emplea la metodología del Muestreo Aleatorio Estratificado. Teniendo en cuenta los parámetros necesarios para obtener una estimación confiable, el tamaño muestral de viviendas a encuestar se calculó de la siguiente manera:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2(N-1) + (z^2 * p * q)} \quad (16)$$

⁴¹ COLOMBIA. ALCALDÍA DE PIEDECUESTA. Plan de desarrollo de Piedecuesta 2008-2011. piedecuesta incluyente: solidaria, viable y productiva. [En línea]. Piedecuesta – Santander. 2008. 81 p. [Consultado 27 Oct. 2010]. Disponible en <http://www.alcaldiadepiedecuesta.gov.co/docs/plan2008_2011.pdf>

Donde, N el tamaño poblacional, n es el tamaño muestral, z el estadístico de una distribución normal a un nivel de confianza del 95%, el margen de error aceptado por los investigadores que corresponde al 5% y, p y q que corresponden a las proporciones de éxito o fracaso, es decir de estar o no incluido en la muestra (probabilidad del 50%). Los resultados obtenidos representan una muestra total de 377 viviendas a encuestar.

$$n = \frac{20840 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2(20840-1) + (1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5)} \quad (17)$$

La cantidad de encuestas a desarrollar por cada estrato económico de forma proporcional se muestra a continuación. Cuadro 7.

Cuadro 7. Número de encuestas a realizar por estrato socioeconómico

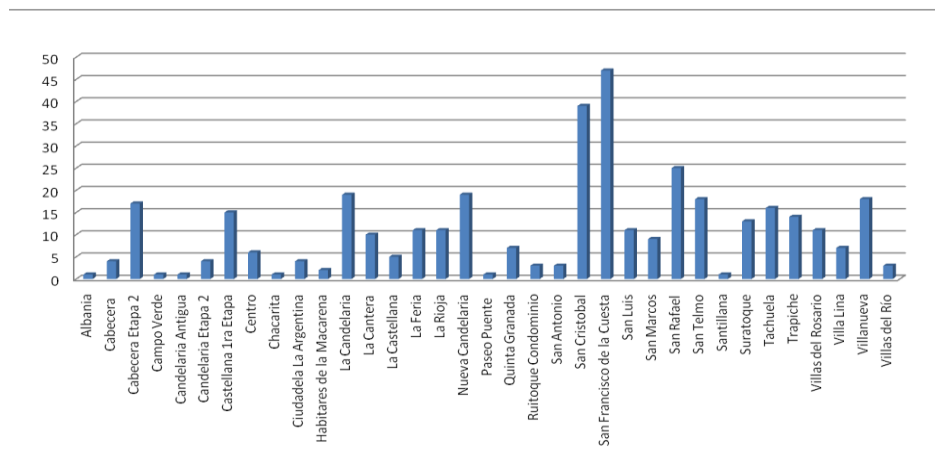
Suscriptor	Porcentaje	Numero de encuestas a realizar
Estrato 1	0,63%	2
Estrato 2	29,11%	110
Estrato 3	63,99%	241
Estrato 4	5,04%	19
Estrato 5	0,35%	1
Estrato 6	0,88%	3
Total	100,00%	377
Fuente: Cálculo de los autores		

3.2.2 Análisis descriptivo encuesta Disposición de pago para el sector residencial del Municipio de Piedecuesta. De acuerdo a la información recolectada en la zona urbana del municipio de Piedecuesta, Santander en la que se preguntaba a 377 habitantes, suscriptores del servicio de agua potable abastecido por la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos sobre la disponibilidad a pagar para la consecución de información sobre la disposición de

pago en el sector residencial por el Servicio Ambiental Hídrico (SAH) se obtuvo la siguiente información.

En total se encuestaron 35 barrios en la zona urbana del municipio de Piedecuesta cuya frecuencia se muestra en la figura 2.

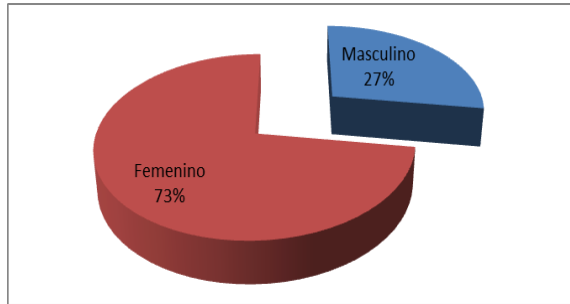
Figura 2. Barrios encuestados, municipio de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

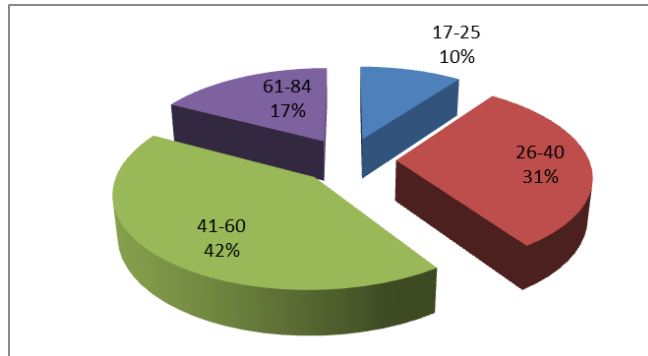
Del total de encuestados, el 73% correspondió a mujeres y el 27% a hombres. Figura 3. Respecto a la edad de las personas encuestadas, los datos mostraron que el 42,2% de la población encuestada pertenece al rango de edad entre 41-60 años, seguido del rango que oscila entre 26-40 con 30,5%, y por último los rangos de 17-25 y 61-84 con 10,1% y 17,2 % respectivamente, tal y como lo ilustra la figura 4.

Figura 3. Género del encuestado en el área urbana de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

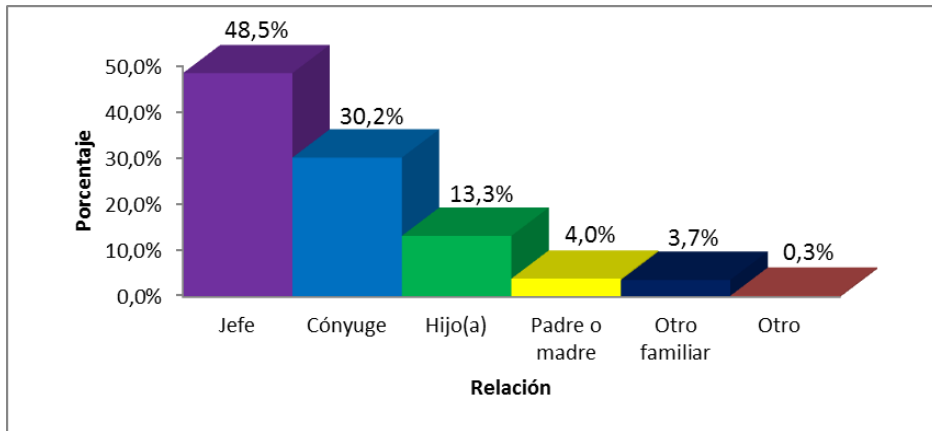
Figura 4. Edad de los encuestados en el área urbana de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

Por otra parte, para la pregunta acerca de la relación que tiene el encuestado con el jefe de hogar, el 48,5% respondió que era el jefe del hogar, mientras que el 30,2% afirmaron ser su cónyuge. El porcentaje restante fue para la relación hijo, padreo madre, otro familiar cercano u otra clase de parentesco. Esta relación se muestra en el figura 5.

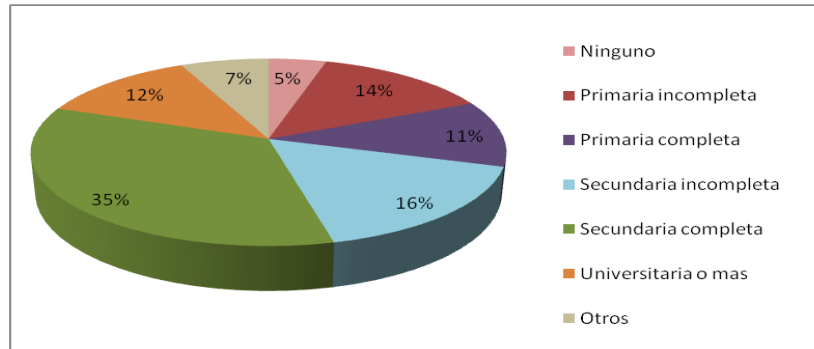
Figura 5. Relación del encuestado con el jefe de hogar en el área urbana de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

En cuanto al nivel de estudios del encuestado, figura 6, se puede decir que es básico debido a que el 35% de los encuestados realizaron sus estudios de secundarios completa seguidos del 16%, los cuales no la finalizaron, las dos categorías posteriores en orden de importancia son la primaria incompleta (14%) y completa (11%). Sólo el 12% de la población posee educación universitaria o más, el 7% otro tipo de educación, la cual incluye técnicos, tecnólogos y otros cursos del Sena; el 5% restante no posee escolaridad.

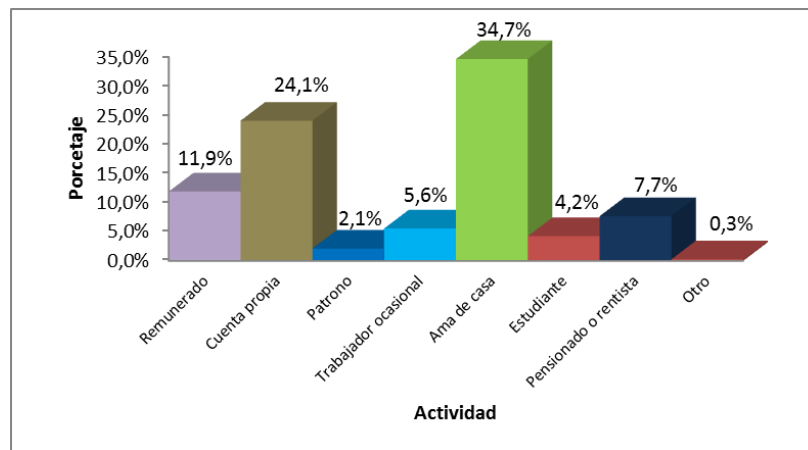
Figura 6. Nivel de estudios del encuestado en el área urbana de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

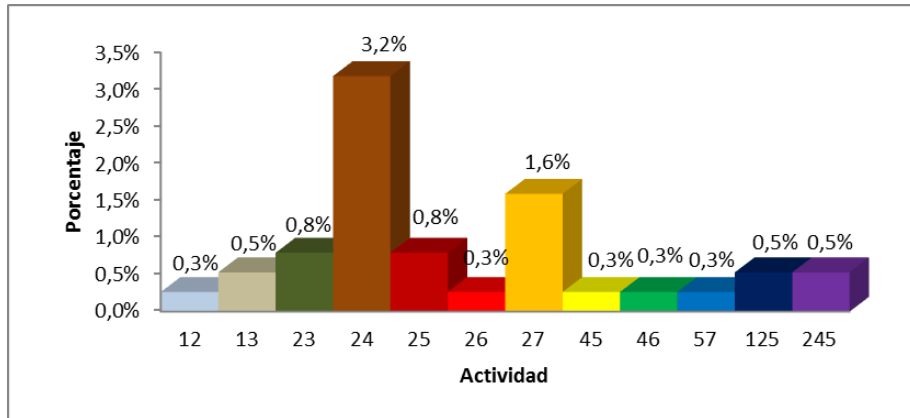
Ahora bien, en la figura 7 se muestra las actividades a la que se dedican los encuestados (1: remunerado, 2: cuenta propia, 3: patrono, 4: trabajador ocasional, 5: ama de casa, 6: estudiante, 7: pensionado o rentista, y 8: otro). La actividad predominante son las labores del hogar, seguido de los trabajadores por cuenta propia y aquellos que poseen un sueldo. Así mismo, se identificó que un porcentaje considerable de los encuestados se dedica a más de una actividad, combinando la actividad de ama de casa con trabajador por cuenta propia, ocasional y pensionada (figura 8).

Figura 7. Actividad a la que se dedica el encuestado en el área urbana de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

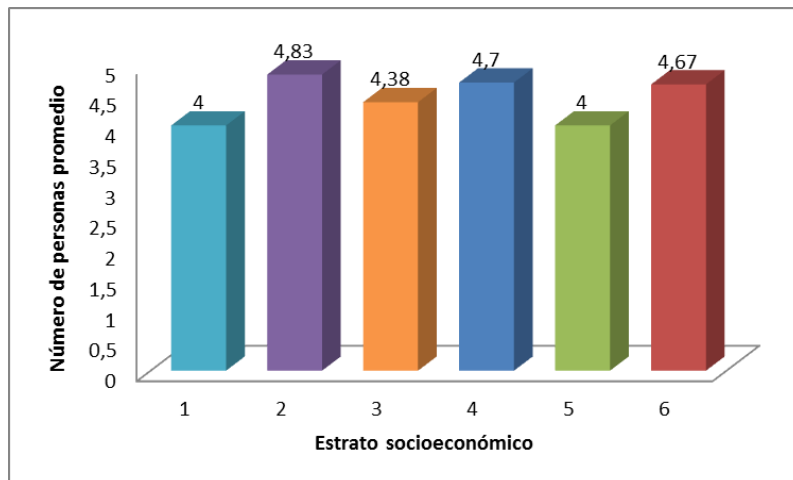
Figura 8. Actividad a la que se dedica el encuestado (más de una actividad) en el área urbana de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

La figura 9 muestra el número de personas promedio que residen en cada vivienda por estrato socioeconómico para un total de 4.51 personas por hogar en este municipio.

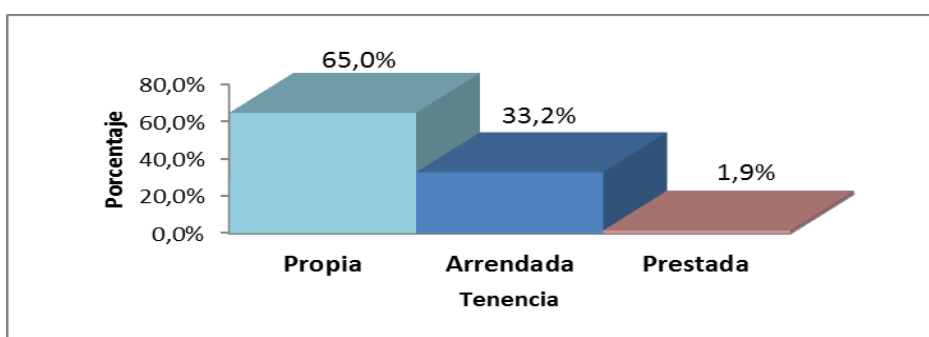
Figura 9. Número de personas en promedio por vivienda



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

En cuanto a la pregunta que indaga sobre la condición de tenencia de la vivienda, el 65% de los encuestados afirma ser propietarios de su hogar, mientras que el 33,2% se encuentra en una vivienda arrendada, con un valor promedio para el estrato 1, 2, 3 y 4 de \$200.000, \$341.666, \$433.701 y \$559.636 respectivamente. El 1,9% de los encuestados se encuentra en una vivienda prestada.

Figura 10. Condición de tenencia de la vivienda



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 201

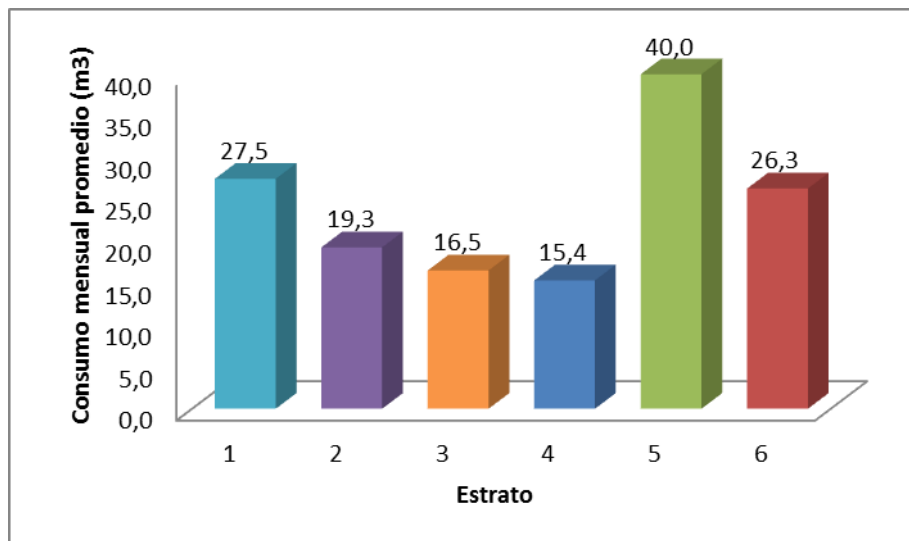
Frente a la pregunta de si cada usuario está satisfecho por el servicio de agua que recibe, el 81% de los hogares lo están mientras que el 19% argumenta que se presentan continuos racionamientos en la prestación del servicio acompañados de altas tarifas. En el caso de la satisfacción reportada en cuanto a la cantidad de agua que recibe cada hogar mensualmente para realizar las necesidades básicas, el 96,3% de la población encuestada manifestó que la cantidad de agua es suficiente para realizar las necesidades básicas. Dentro del restante porcentaje de insatisfacción (3,7%), los habitantes expresaron que el agua escasea generalmente durante la temporada de lluvias.

Cuando al encuestado se le preguntaba si existe confianza en el hogar por la calidad del agua que recibe, el 88% de la población considera que la calidad del

recurso es buena mientras que el 12% no lo cree principalmente porque cada vez que hay racionamientos el servicio es abastecido con suciedad y sobrecargado de cloro.

La encuesta también permitió conocer el promedio mensual del consumo de agua en metros cúbicos que realiza cada hogar el cual se ubica en los 17,47 m³ en todos los estratos económicos del municipio de Piedecuesta. La figura 11 refleja el consumo en m³ en relación al estrato socioeconómico, muestra que los estratos 1 y 5 son los que presentan un mayor promedio de consumo de agua.

Figura 11. Consumo mensual promedio de agua en m³ según estrato económico en Piedecuesta

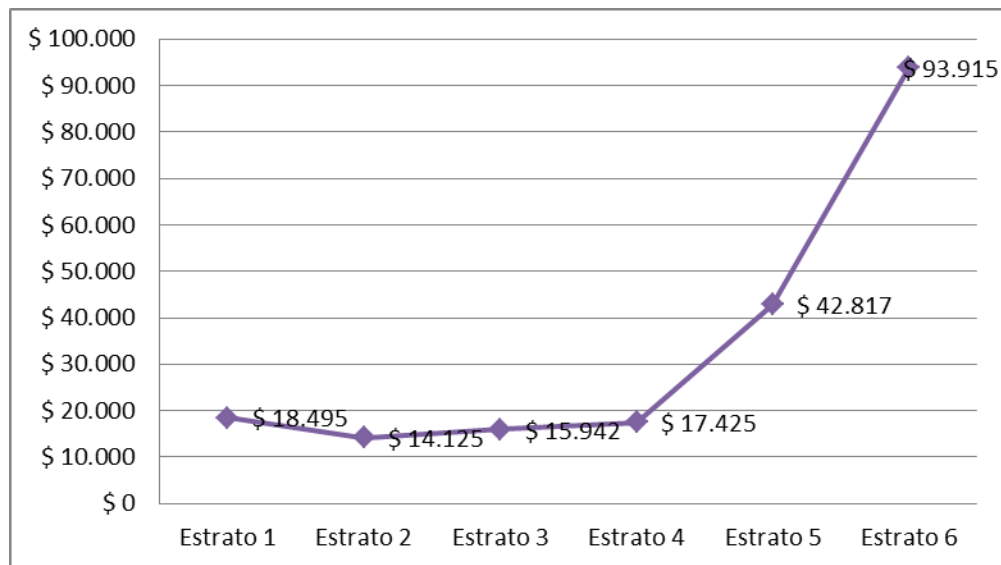


Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

La tarifa mensual que pagan los hogares en Piedecuesta por el servicio de acueducto oscila entre los \$1.006 y los \$137.000 con un valor promedio de \$16.196 variando por estrato socioeconómico como se muestra en la figura 12. El

valor promedio para el estrato uno es elevado debido a que el consumo en metros cúbicos en los hogares encuestados es alto, a pesar de ser en promedio 4 personas por vivienda. La desviación estándar de estas tarifas corresponde a \$10.754. Dado el consumo en metros cúbicos promedio y el valor promedio de la tarifa mensual paga, el valor promedio de cada metro cúbico en la zona urbana del municipio de Piedecuesta corresponde a \$917,14.

Figura 12. Tarifa mensual promedio por el servicio de acueducto según estrato económico en Piedecuesta

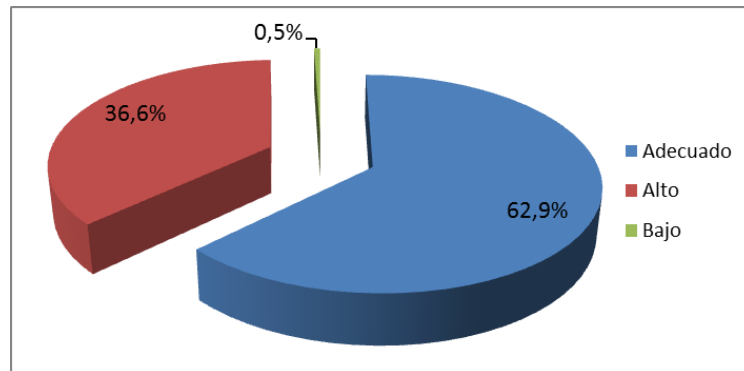


Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

En cuanto a la pregunta acerca de la percepción que el encuestado posee respecto al valor adecuado, alto o bajo del servicio de agua, el 62,9% de la población encuestada afirmó que el monto mensual que pagan por el servicio de agua es adecuado, mientras que el 36,6% considera que es alto y solo el 0,5% lo percibe como bajo (Figura 13). Para aquellas personas que perciben como alto dicha tarifa mensual, en el cuadro 8 se presenta la relación entre el promedio del

valor esperado que considera deben pagar por el servicio de agua con el monto que actualmente están cancelando en su factura.

Figura 13. Percepción tarifa mensual por servicio de agua en el municipio de Piedecuesta



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

Cuadro 8. Promedio de la tarifa actual cancelada por el servicio de acueducto vs la tarifa esperada según estrato económico en Piedecuesta

Estrato	Promedio tarifa actual	Promedio tarifa esperada
1	\$ 26.000	\$ 20.000
2	\$ 17.103	\$ 10.603
3	\$ 17.285	\$ 11.046
4	\$ 19.607	\$ 12.625
6	\$ 106.070	\$ 80.000

Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

El 65% de la población no tiene problemas en recaudar el dinero necesario para realizar el pago mensual del servicio de agua potable mientras que el 35% de los encuestados si los tienen.

Al indagar en los encuestados sobre si se considera importante la conservación de bosques y otros ecosistemas, el 98,4% de la población encuestada respondió que es importante conservarlos, mientras que el 1,6% cree que no lo es. Los encuestados afirman que los bosques deben conservarse ya que representan la fuente del agua, purifican el aire, mantienen la flora y fauna existente, y evitan tanto las inundaciones como los deslizamientos de tierra.

Así mismo, se preguntó sobre la percepción de los servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas entre los que se encontraban: evitar inundaciones, extracción de madera, purificación del aire, conservación flora y fauna, mantener zonas de caza, abastecimiento de agua, protección de suelos, producción de materia prima, recreación y esparcimiento y turismo. En el cuadro9 se observa que la población está de acuerdo en que la conservación de los bosques es de vital importancia para el abastecimiento de agua, para la purificación del aire, la protección de los suelos y la conservación de la flora y la fauna.

Cuadro 9. Grado de importancia de los servicios ambientales brindados por los ecosistemas percibido por los encuestados en el municipio de Piedecuesta

	Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto
Inundaciones	0,5%	1,6%	4,5%	42,2%	51,2%
Madera	14,6%	22,8%	15,4%	35,5%	11,7%
Aire	0,3%	0,5%	2,4%	30,8%	66,0%
Flora y Fauna	0,3%	0,8%	2,9%	37,7%	58,4%
Zonas de caza	16,7%	24,9%	15,1%	26,3%	17,0%
Agua	-	0,3%	0,8%	25,7%	73,2%
Suelos	-	0,5%	4,2%	34,2%	61,0%
Materia Prima	3,4%	9,3%	18,8%	41,1%	27,3%
Recreación	2,9%	6,9%	21,5%	36,6%	32,1%
Turismo	3,7%	7,2%	20,7%	39,3%	29,2%

Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

Posterior a esto, a los encuestados se les cuestionaba sobre si creían que se presentarían problemas de escasez de agua en el futuro y el 95% de la población considera que si existirán principalmente porque se da un uso inadecuado del recurso, hay deforestación, contaminación ambiental, calentamiento global, aumento de la población, falta de conciencia y cultura sobre el manejo del agua, falta de protección del suelo y una posible mala administración del recurso.

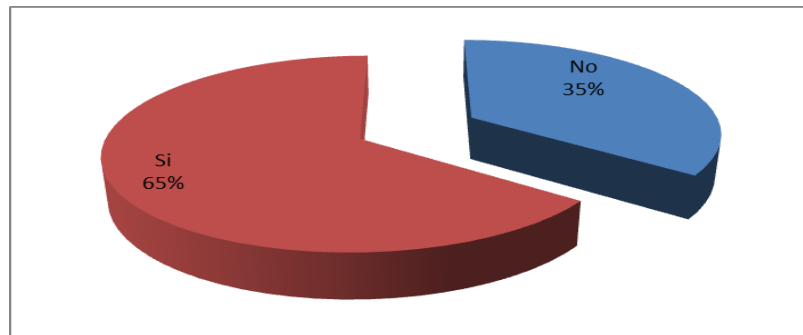
Estas últimas preguntas reportan que la población está informada y consiente que los diversos servicios ambientales pueden presentar una desmejora y/o su afectación de no hacer un uso sostenible de los recursos lo cual impediría el abastecimiento a futuro del agua como se está realizando actualmente.

En relación a la importancia de la participación de los habitantes de cada comunidad en campañas de protección del agua, el 97,9% de los encuestados sí lo consideran necesario mientras que un 2,1% afirma lo contrario. Sin embargo, el 89% de la población estaría dispuesto a participar en una campaña de protección del agua, mientras que el restante 11% no lo está.

La población encuestada considera que la responsabilidad de la protección del agua debe realizarse por parte de todos los agentes en una sociedad (36%), entre los que se encuentran: el estado, las alcaldías, el acueducto, la comunidad, el sector productivo y el sector privado. Sin embargo un porcentaje significativo respondió que la protección del agua es únicamente responsabilidad de la comunidad (10%) pues son ellos quienes dan un uso adecuado o no al recurso.

Para la pregunta referida a si en cada hogar estarían dispuestos a pagar dentro de la tarifa de agua, un monto adicional mensual, para que se protejan los bosques y otros ecosistemas naturales de la microcuenca del Río Oro Alto en donde están las nacientes del agua, el 65% de los hogares en el municipio de Piedecuesta están de acuerdo a pagarla, contrario a lo que piensa al 35% restante. Figura 14.

Figura 14. Disponibilidad a pagar para proteger nacientes de agua de la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

Del 65% de la población que pagaría alguna tarifa, el 36% lo pagaría en un tiempo promedio de 16.89 meses aunque el 69% lo haría por un tiempo indefinido, necesario para la ejecución del programa en donde garantice el destino de los recursos que serían pagos y el restante 1% lo haría de forma transitoria o cada 6 meses. Adicional a esto, la tarifa máxima a pagar tiene un promedio de \$ 2.394 donde quien menos pagaría lo haría con \$500 y el valor más alto corresponde a \$15.000 mensuales. La desviación estándar de esta tarifa corresponde a \$2085,65.

En la última parte de la encuesta, se preguntaba por el número de personas que trabajan en cada vivienda y los ingresos mensuales promedio. El cuadro10 señala la relación existente entre el promedio de la cantidad de personas que trabajan en cada vivienda y el ingreso mensual promedio por cada estrato socioeconómico.

Cuadro 10. Ingreso mensual promedio por número de personas en promedio que trabajan en cada vivienda de Piedecuesta según estrato socioeconómico

Estrato	Promedio No Personas que trabaja en cada vivienda	Ingreso Promedio
1	3,5	\$ 475.000
2	2,0	\$ 797.322
3	2,0	\$ 869.198
4	1,5	\$ 1.138.080
5	2,0	\$ 8.000.000
6	2,3	\$ 18.333.333

Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011

3.2.3 Modelo de regresión de respuesta cualitativa –Logit. En un modelo donde la variable dependiente Y es de tipo cualitativo dicotómico y las variables independientes son de tipo cualitativo y cuantitativo el objetivo es encontrar la probabilidad de que un acontecimiento suceda, en este caso estimar la probabilidad de que las viviendas del casco urbano de Piedecuesta estén dispuestas a pagar una tarifa adicional mensual para la conservación del ecosistema de la microcuenca Río de Oro Alto. Este tipo de modelos de regresión con respuesta cualitativa se conocen como modelos probabilísticos.

Si se emplea un modelo probabilístico con respuesta cualitativa binaria, como el caso del modelo Logit, se intenta estimar la probabilidad de que un individuo realice un pago adicional para la conservación obteniendo resultados de tipo binarios, es decir, el evaluador deduce gracias a los datos si una vivienda *Pagaría* o *No Pagaría* por una tarifa para la conservación.

Ahora bien, según Gujarati⁴², debido a que los datos representan información sobre ciudadanos individuales, es decir, los datos no se encuentran agrupados, no sería factible estimar el modelo mediante los coeficientes de cada variable regresora y el método de Mínimos Cuadrados Ordenados (MCO).

En estos casos en que la información se encuentra a nivel micro o individual es necesario recurrir al método de cálculos no lineales de Máxima Verosimilitud (MV) para la estimación de los parámetros, como por ejemplo la linealización iterativa; lo anterior con el fin de calcular tanto los valores numéricos de los β_i como la función logística de probabilidad (ecuación 20). Este método linealiza la ecuación alrededor de algunos valores iniciales de los parámetros; luego esta ecuación se calcula mediante los MCO y ajusta los valores elegidos al comienzo; posteriormente, se repite este proceso empleando los valores ajustados hasta que no haya un cambio sustancial en los dichos valores.

$$P_i = \frac{1}{1+e^{-z_i}} = \frac{e^z}{1+e^z} \quad (20)$$

Donde, P_i corresponde a la probabilidad de que un hogar esté dispuesto a pagar y $Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + (\dots) + \beta_n X_n + u_i$. Entonces, si P_i representa la probabilidad de la DAP, $1 - P_i$ representaría la de no tener DAP. Sin embargo, y con el fin de garantizar que los valores de la variable dependiente se encuentren en el rango de 0 a 1, 0=NO DAP y 1=DAP, es necesario en primera instancia convertir las probabilidades en razones, dividiendo la probabilidad de que exista DAP por la probabilidad de que no exista. Luego se establece el logaritmo de la razón para que varíe de $-\infty$ a ∞ , de la siguiente forma:

⁴² GUJARATI, Damodar N. Econometría. 4 ed. México: McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2004. 611 p. ISBN 970-10-3971-8

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = Z_i = \beta + \beta_2 X_i \quad (21)$$

Donde L , el logaritmo de la razón de probabilidades, no es solamente lineal en las variables regresoras, sino también lineal en los parámetros. En la ecuación 21 se observa que los coeficientes de la regresión logística expresan la relación entre las variables independientes y el logaritmo de la razón de ocurrencia de un suceso, en este caso la ocurrencia de que una vivienda posea DAP para la conservación de los bosques y otros ecosistemas.

En este punto resulta importante conocer algunas observaciones en cuanto a los métodos de cálculos no lineales de MV para datos no agrupados. Según Gujarati⁴³:

- Los errores estándar estimados son asintóticos.
- El R^2 en los modelos con regresada binaria no es particularmente significativo, por lo que a veces es necesario tomar como referencia otros tipos de medida, como por ejemplo *Pseudo R^2* , *R^2 de McFadden* o la *Cuenta R^2* (número de predicciones correctas/total de observaciones). En estos modelos el R^2 tiene una importancia secundaria, lo que interesa son los signos esperados de los coeficientes de la regresión.
- Si la probabilidad de la regresada es mayor a 0.5 se clasifica como si fuese 1 (existe DAP), en caso contrario se asume como 0 (no existe DAP).

3.2.3.1 Estimación del modelo Logit. En primera medida se estimó la probabilidad de la DAP en las viviendas de Piedecuesta mediante el modelo de regresión probabilística Logit, empleando como herramienta de apoyo el paquete estadístico Stata 11.0. En este software se introdujeron las siguientes variables:

⁴³ *Ibíd.*, 584 p.

- *DAP*: Disponibilidad a pagar por el bien a comprar (conservación de los bosques y otros ecosistemas de la microcuenca Río de Oro Alto), variable dependiente, discreta en donde 0 corresponde a No DAP y 1 a DAP; esta variable está explicada por las variables a continuación,
- *Ingreso*: Ingreso promedio del hogar, variable métrica;
- *Educacion*: Nivel de escolaridad del encuestado, variable discreta en donde 0 corresponde a un grado de educación básica (primaria, secundaria) y 1 educación superior (universitaria y otro);
- *Personhogar*: número de personas que residen en cada vivienda;
- *Genero*: Género del encuestado, 0 corresponde a masculino y 1 femenino;
- *Edad*: Edad en años cumplidos del encuestado;
- *Actividad*: Actividad económica a la que se dedica el encuestado, es una variable discreta en donde la categoría 0 corresponde a que su actividad no genera ningún tipo de ingreso y 1 si sí lo hace;
- *Satisfaccion*: Nivel de satisfacción que posee el encuestado con respecto al servicio que le presta la empresa Piedecuestana de servicios públicos, 0 hace referencia a si no lo están mientras que 1 si;
- *Consumo*: Consumo mensual promedio de agua en metros cúbicos de la vivienda;
- *Tarifa*: Valor de la tarifa mensual que paga por el servicio de acueducto, y,
- *Tarifaadcmes*: Variable métrica que indica el valor de la tarifa adicional mensual que estarían dispuestos a pagar los individuos por conservar los bosques y otros ecosistemas naturales.

Los resultados obtenidos, aplicando la regresión logística en el software mencionado y haciendo omisión de la variable *Tarifaadcmes* dado que esta explicaría la variable dependiente al 100%, corresponden a lo presentado en la figura 15.

Figura 15. Regresión Logit

Iteration 0: log likelihood = -244.73095						
Iteration 1: log likelihood = -238.75117						
Iteration 2: log likelihood = -238.7252						
Iteration 3: log likelihood = -238.72519						
Logistic regression				Number of obs	=	377
				LR chi2(9)	=	12.01
				Prob > chi2	=	0.2127
Log likelihood = -238.72519				Pseudo R2	=	0.0245
dap	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ingreso	1.48e-07	1.05e-07	1.42	0.157	-5.70e-08	3.54e-07
educacion	-.4022459	.2951986	-1.36	0.173	-.9808246	.1763327
personhogar	.0596816	.0747887	0.80	0.425	-.0869017	.2062649
genero	-.0064933	.2691945	-0.02	0.981	-.5341048	.5211182
edadencues~o	-.0098436	.0078181	-1.26	0.208	-.0251668	.0054795
actividad	.0473781	.2470623	0.19	0.848	-.4368551	.5316113
satisfaccion	.6057784	.2717755	2.23	0.026	.0731082	1.138449
consumo	.0349384	.0226666	1.54	0.123	-.0094874	.0793641
tarifa	-.0000278	.0000184	-1.51	0.132	-.0000638	8.32e-06
_cons	.0554064	.6698887	0.08	0.934	-1.257551	1.368364

Fuente: Cálculo de los autores. Figura generada en Stata11.0 con la información obtenida en la encuesta disposición de pago para el sector residencial.

De acuerdo con lo anterior, se observa que el estimativo de los coeficientes se realizó mediante tres iteraciones, ya que el valor de verisimilitud añadido al modelo después de la iteración 2 es muy bajo. Así mismo la prueba estadística χ^2 muestra que el modelo no es significativo a un nivel de confianza del 95%, ya que la probabilidad de aceptar el modelo es mayor a 0.05, en este caso 0.2127.

En cuanto a las variables independientes, sólo *satisfacción* resultó ser significativo, es decir, menor al 5% de probabilidad ($p < |z|$). Las restantes 8 variables son mayores al 5% de ($p > |z|$), por lo que se considera que no son relevantes a la hora de determinar la probabilidad de que una persona tenga o no DAP.

Para este caso, debido a que el modelo presenta poca significancia a nivel general y micro basados en los resultados del χ^2 y la probabilidad que posee cada variable independiente, no es posible representar la probabilidad de la DAP mediante el modelo Logit. Por tanto, es necesario aplicar otro tipo de análisis en

los que no se presenten problemas de significancia, como por ejemplo el análisis multivariante en donde existen algunos métodos que permiten estimar representaciones mediante grupos de variables, reduciendo el número de éstas.

3.2.4 Método estadístico multivariante – Análisis Factorial. Según Hair⁴⁴, este tipo de métodos se emplea para examinar las pautas subyacentes o las relaciones para un amplio número de variables y para determinar si la información puede ser condensada o resumida en una serie de factores o componentes más pequeños perdiendo la menor cantidad de información posible, analizando la estructura de las correlaciones entre cada una de las variables y explicando tanta variabilidad de los datos como sea posible.

Debido a la poca significancia de las variables en el modelo probabilístico Logit, se realiza este análisis con el objetivo de comprender las relaciones de interdependencia de las variables empleando el concepto del valor teórico y el compuesto lineal de las variables. En el análisis factorial, los valores teóricos (los factores) se forman para maximizar su explicación de la serie de variables entera, y no para predecir una(s) variable(s) dependiente(s). Cada factor se puede considerar como una variable dependiente que es función del conjunto de variables observadas.

Definidas las variables como se mencionó anteriormente, es importante examinar las correlaciones que presentan antes de aplicar el análisis factorial con el fin conocer cuáles de ellas tienen una mayor correlación entre sí, ya que posiblemente formarán parte de un factor específico. Los coeficientes de correlación se examinan en la figura 16.

⁴⁴ HAIR Jr, Joseph F, et al. Análisis Multivariante. 5 ed. Madrid: Pearson Educación, S.A., 1999. 80 p. ISBN 978-84-8322-035-1.

Figura 16. Coeficiente de correlación de las variables encuesta DAP

(obs=377)											
	dap	ingreso	educac~n	person~r	genero	edadenc~o	activi~d	satisf~n	consumo	tarifa	tarifa~s
dap	1.0000										
ingreso	0.0274	1.0000									
educacion	-0.0316	0.1675	1.0000								
personhogar	0.0756	0.0504	0.0386	1.0000							
genero	-0.0042	-0.0273	-0.0460	0.0074	1.0000						
edadencues~o	-0.0571	-0.1068	-0.2999	-0.1441	-0.0487	1.0000					
actividad	0.0049	0.0091	0.1078	-0.0962	-0.3982	0.0101	1.0000				
satisfaccion	0.1073	-0.0707	0.0502	0.0113	-0.0405	0.0063	0.0489	1.0000			
consumo	0.0727	0.1832	0.0243	0.4166	0.0489	-0.0885	-0.0022	-0.0327	1.0000		
tarifa	0.0109	0.6974	0.0628	0.2033	0.0233	-0.1203	-0.0044	-0.0485	0.5569	1.0000	
tarifaadcmes	0.5641	0.1547	0.1741	0.0828	-0.0167	-0.0794	0.0413	0.0899	0.2013	0.1670	1.0000

Fuente: Cálculo de los autores. Figura generada en Stata11.0. Información obtenida en la encuesta disposición de pago para el sector residencial.

De acuerdo con la información de esta tabla, las variables que presentan mayor correlación entre sí son *consumo*, *tarifa*, *ingreso* y *dap*. Estas correlaciones son las más altas ya que oscilan entre 0.3 y 0.7.

Una vez examinado el nivel de correlación de las variables, se realiza el análisis factorial (figura 17), incluyendo todas las variables sin importar el grado de correlación. Lo anterior con el fin de corroborar, en cierta forma, el análisis extraído de la tabla de correlaciones.

Figura 17. Análisis Factorial sin rotaciones

(obs=377)

Factor analysis/correlation
 Method: principal factors
 Rotation: (unrotated)

Number of obs = 377
 Retained factors = 5
 Number of params = 45

Factor	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	1.84641	0.93618	0.5502	0.5502
Factor2	0.91022	0.23813	0.2712	0.8214
Factor3	0.67209	0.20964	0.2003	1.0216
Factor4	0.46245	0.05980	0.1378	1.1594
Factor5	0.40265	0.40430	0.1200	1.2794
Factor6	-0.00165	0.02893	-0.0005	1.2789
Factor7	-0.03059	0.08440	-0.0091	1.2698
Factor8	-0.11498	0.10730	-0.0343	1.2355
Factor9	-0.22228	0.04944	-0.0662	1.1693
Factor10	-0.27173	0.02471	-0.0810	1.0883
Factor11	-0.29643	.	-0.0883	1.0000

LR test: independent vs. saturated: $\chi^2(55) = 842.99$ Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Uniqueness
dap	0.2100	0.6132	0.0877	-0.1090	0.1320	0.5428
ingreso	0.6445	-0.2116	-0.2817	-0.2974	0.0528	0.3692
educacion	0.1848	0.1018	-0.2325	-0.0206	-0.4144	0.7293
personhogar	0.3285	0.0211	0.2652	0.2779	-0.1206	0.7295
genero	0.0182	-0.0917	0.4235	-0.2807	-0.1063	0.7219
edadencues-o	-0.2135	-0.0631	0.0264	0.0104	0.4016	0.7883
actividad	-0.0027	0.1104	-0.4551	0.2742	0.0659	0.7012
satisfaccion	-0.0210	0.1839	-0.0382	0.0418	-0.0154	0.9623
consumo	0.6101	-0.0449	0.2628	0.3418	0.0371	0.4384
tarifa	0.8259	-0.2685	-0.0547	-0.0419	0.1274	0.2248
tarifaadcmes	0.3796	0.5883	-0.0008	-0.1000	0.0373	0.4984

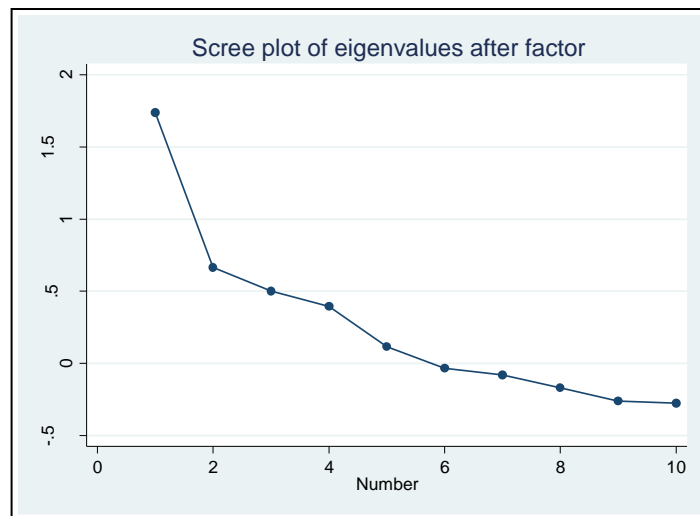
Fuente: Cálculo de los autores. Tabla generada en Stata11.0 con la información obtenida en la encuesta disposición de pago para el sector residencial.

En la figura 17 se contrasta que, las variables con mayores correlaciones o pesos son *tarifa* (0.82), *consumo* (0,60) e *ingreso* (0,64) las cuales se encuentran en el factor 1. Así mismo, las variables *dap* y *tarifaadcmes* presentan correlaciones grandes (0,61 y 0,58 respectivamente) dentro del factor 2.

Sin embargo, según Morales⁴⁵, es necesario realizar el análisis factorial con rotación con el fin de facilitar la interpretación mediante transformaciones lineales, sin alterar la proporción de varianza explicada por los factores. Mediante este análisis, se puede determinar con mayor claridad las variables que representan cada factor.

Para introducir el análisis factorial con rotaciones, es necesario especificar el número de factores a rotar, para ello se emplea el contraste de caída (screeplot), el cual señala el número de factores que poseen una varianza (eigenvalue) mayor a 1 y, adicional a esto, muestra el punto de inflexión en donde la varianza única empieza a dominar la estructura de la varianza común (figura 18).

Figura 18. Criterio de contraste de caída



Fuente: Cálculo de los autores. Figura generada en Stata11.0 con la información obtenida en la encuesta disposición de pago para el sector residencial.

⁴⁵ MORALES VALLEJO, Pedro. El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios. [En línea]. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid, Enero. 2011. 11 p. [Consultado 29 sep. 2011]. Disponible en <<http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/AnalisisFactorial.pdf> >

De acuerdo a este gráfico, solo un factor posee una varianza por encima de 1 lo cual señala que el análisis debería realizarse con una rotación. Empero, se aprecia un punto de inflexión después del segundo factor y es a partir de este punto en donde la varianza común pierde dominio. Para el presente estudio, se realiza un análisis factorial con rotación de dos factores, debido al cambio abrupto de varianza que presentan las variables después del segundo factor. A continuación se presentan los resultados de dicho análisis empleando la rotación ortogonal Varimax* (figura 19).

Figura 19. Análisis factorial con dos rotaciones

Factor analysis/correlation		Number of obs = 377		
Method: principal factors		Retained factors = 5		
Rotation: orthogonal varimax (Kaiser off)		Number of params = 45		
Factor	Variance	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	1.73585	0.71507	0.5172	0.5172
Factor2	1.02078	0.34869	0.3042	0.8214
Factor3	0.67209	0.20964	0.2003	1.0216
Factor4	0.46245	0.05980	0.1378	1.1594
Factor5	0.40265	.	0.1200	1.2794

LR test: independent vs. saturated: $\chi^2(55) = 842.99$ Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Rotated factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Uniqueness
dap	-0.0135	0.6481	0.0877	-0.1090	0.1320	0.5428
ingreso	0.6780	0.0227	-0.2817	-0.2974	0.0528	0.3692
educacion	0.1386	0.1591	-0.2325	-0.0206	-0.4144	0.7293
personhogar	0.3013	0.1327	0.2652	0.2779	-0.1206	0.7295
genero	0.0486	-0.0798	0.4235	-0.2807	-0.1063	0.7219
edadencues-o	-0.1789	-0.1326	0.0264	0.0104	0.4016	0.7883
actividad	-0.0405	0.1028	-0.4551	0.2742	0.0659	0.7012
satisfaccion	-0.0829	0.1655	-0.0382	0.0418	-0.0154	0.9623
consumo	0.5884	0.1675	0.2628	0.3418	0.0371	0.4384
tarifa	0.8679	0.0317	-0.0547	-0.0419	0.1274	0.2248
tarifaadcmes	0.1543	0.6829	-0.0008	-0.1000	0.0373	0.4984

Factor rotation matrix

	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5
Factor1	0.9391	0.3436	0.0000	0.0000	0.0000
Factor2	-0.3436	0.9391	0.0000	0.0000	0.0000
Factor3	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Factor4	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
Factor5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Fuente: Cálculo de los autores. Tabla generada en Stata11.0 con la información obtenida en la encuesta disposición de pago para el sector residencial.

* La rotación ortogonal varimax diferencia, los contrasta, y deja más clara la estructura subyacente a toda la escala.

En la figura 19 se encuentra el *factor rotation matrix*, la cual muestra que dos factores fueron rotados. Así mismo se observa que los dos primeros factores explican el 82% de la varianza total. Según Morales⁴⁶, cuando una variable posee pesos alrededor, o poco más, del nivel mínimo de aceptación establecido por el evaluador (en este caso 0.3)^{*} en más de un factor, se recomienda suprimirlo del modelo ya que su peso no es completamente claro y contundente como para determinar a cual factor pertenece. La variable *personhogar* presenta las características descritas anteriormente, ya que posee pesos de 0.30, 0.26 y 0.27 en los factores 1,3 y 4 respectivamente, los cuales se encuentran entorno a 0.3 y por tanto no es claro establecer su pertenencia a algún factor. En seguida se presenta el análisis con dos rotaciones excluyendo la variable *personhogar* (figura 20).

⁴⁶ *Ibíd.*, 15 p.

^{*} Según Morales, con 100 datos se puede considerar valores relevantes los que están entorno a 0.5, con 200 datos valores de 0.4 y con 300 datos 0.30 es suficiente. Así mismo, un peso de 0.5 es de clara relevancia práctica.

Figura 20. Análisis factorial con dos rotaciones sin la variable *personhogar*

Factor	Variance	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	1.63873	0.63369	0.5375	0.5375
Factor2	1.00504	0.39334	0.3297	0.8672
Factor3	0.61170	0.20904	0.2007	1.0679
Factor4	0.40267	0.13979	0.1321	1.2000
Factor5	0.26288	.	0.0862	1.2862

LR test: independent vs. saturated: $\chi^2(45) = 759.22$ Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Rotated factor loadings (pattern matrix) and unique variances

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Uniqueness
dap	-0.0150	0.6475	-0.1446	0.0796	0.0985	0.5436
ingreso	0.7168	0.0450	0.1251	-0.0917	0.3045	0.3673
educacion	0.1465	0.1639	0.2410	-0.3931	-0.1100	0.7270
genero	0.0398	-0.0851	-0.4882	-0.1887	0.0010	0.7172
edadencues~o	-0.1658	-0.1256	-0.0558	0.3569	0.1504	0.8037
actividad	-0.0190	0.1135	0.4980	0.1495	-0.0696	0.7116
satisfaccion	-0.0852	0.1644	0.0536	0.0017	-0.0209	0.9624
consumo	0.5189	0.1401	-0.1418	0.1898	-0.3458	0.5354
tarifa	0.8784	0.0399	-0.0216	0.1095	-0.0046	0.2144
tarifaadcmes	0.1603	0.6876	-0.0649	-0.0036	0.0284	0.4965

Factor rotation matrix

	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5
Factor1	0.9397	0.3420	0.0000	0.0000	0.0000
Factor2	-0.3420	0.9397	0.0000	0.0000	0.0000
Factor3	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Factor4	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
Factor5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Fuente: Cálculo de los autores. Tabla generada en Stata11.0 con la información obtenida en la encuesta disposición de pago para el sector residencial.

Por tanto, extrayendo la variable *personhogar* del análisis, se observa que no existen variables con pesos alrededor del nivel mínimo de aceptación. En cuanto a la determinación de las variables que representan a cada uno de los factores, es necesario examinar que el peso de cada variable supere el 0.30 y que este no sea mayor en otros factores; igualmente, siguiendo a Morales⁴⁷, un factor se considera bien definido cuando al menos posee tres variables que lo representan, en este caso no tendría sentido establecer un factor formado por una sola variable, al menos hace falta dos variables para hablar de algo común

⁴⁷ Ibíd., 16 p.

Con base a lo anterior, el primer factor se encuentra representado por las variables *tarifa*, *ingreso* y *consumo*, las cuales son de clara relevancia debido a sus pesos de 0.87, 0.71 y 0.51 respectivamente. Adicionalmente, se observa que si bien el segundo factor solo está representado por dos variables (*tarifaadcme*s y *dap*), los pesos que poseen estas son lo suficientemente relevantes (0.68 y 0.64 respectivamente). Los restantes factores poseen solo dos variables con pesos mayores a 0.30 y menores a 0.50.

Consecuentemente, para este análisis se escogen dos factores: un primer factor, el cual explica una proporción de varianza del 53% y un segundo explicando un 32% de la varianza. El segundo factor a priori no estaría bien definido debido a que está representado solo por dos variables, sin embargo es incluido en el análisis debido al alto grado de representatividad de pesos que poseen dichas variables. Así mismo, estos factores explican el 86% de la varianza total, del cual el 62% es aportado por el factor 1 y el restante 38% por el factor 2.

En cuanto al significado común de las variables, el factor 1 describe la estructura de la composición económica de la vivienda en relación al servicio actual de agua, y el factor 2 describe la estructura en cuanto a la posibilidad de participar en el esquema de PSA. En la figura 20 se observa que las variables que representan los dos factores seleccionados, poseen cargas con signos positivos, lo cual demuestra que las percepciones analizadas son similares en las respuestas sin actuar en sentidos opuestos. Con base a lo anterior, las variables del factor 1 (*tarifa*, *ingreso* y *consumo*) varían juntos al igual que las variables que representan al factor 2 (*TarifaAdcMes* y *DAP*).

Por otra parte, al analizar los factores por separado e interpretando los valores de la figura 16, se observa que, para el factor 1, las variables presentan altos niveles de correlación, a excepción de las variables *Ingreso – Consumo*:

- *Ingreso – Consumo*: 0.18
- *Ingreso – Tarifa*: 0.69
- *Tarifa – Consumo*: 0.55

Por la relación directa entre el consumo en metros cúbicos de agua y la tarifa mensual que paga cada vivienda por dicho nivel consumo, un aumento de la primera haría costosa la segunda; mientras que, si una vivienda posee un ingreso alto, el consumo no necesariamente debe presentar un nivel parecido, estas variables guardan una relación positiva pero no proporcional en cuanto a las correlaciones. Así mismo, si una vivienda posee un ingreso alto, se esperaría que la tarifa que paga por el servicio de agua también lo sea, lo anterior debido a que un ingreso alto se asume como un mayor poder adquisitivo y una mayor posición dentro de los estratos socioeconómicos, razón por la cual el valor de la tarifa por el servicio de agua aumentaría (sin necesidad de que el consumo sea más alto conforme aumentan los ingresos).

Igualmente, la figura 20 muestra que la correlación de las variables incluidas en el factor 2, *tarifaadcmes – dap*, se sitúa en 0.56, esto demuestra que las variables que explican la posibilidad de participar en un programa de PSA también están altamente correlacionadas.

3.2.5 Estimación de la Disposición a Pagar (DAP) en el sector residencial de Piedecuesta. De acuerdo con la información obtenida en la encuesta orientada a la zona urbana de Piedecuesta, y como se mostró en el análisis descriptivo, el 65% de los encuestados se encuentran dispuestos a pagar, una tarifa adicional mensual, para la protección de bosques y otros ecosistemas naturales de la Microcuenca Río de Oro Alto. El valor promedio de la tarifa adicional que pagarían los habitantes se sitúa en \$ 2.394,16 mensual, dado un ingreso mensual familiar

promedio de \$1'018.285,94 y una tarifa mensual promedio por el servicio de acueducto de \$16.196,15/mes (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedio residencial DAP, tarifa actual e ingreso mensual

POBLACIÓN DAP	MONTO DAP	CONSUMO m3	TARIFA ACTUAL MENSUAL	INGRESO MENSUAL
65%	\$ 2.394,16/mes	17,47/mes	\$ 16.196,15	\$ 1.018.285,94
Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición de pago para el sector residencial. CDMB. 2011				

Así mismo, los datos del cuadro 13 señalan que la disposición de pago representa el 14,8% de la tarifa promedio mensual que pagan los encuestados por el servicio de agua y el 0,24% del ingreso promedio mensual. Igualmente, la DAP calculada, en relación al consumo promedio de agua, es de \$137,04 /m³/mes; dicho valor sería el máximo a cobrar en el sector residencial de Piedecuesta generando unos ingresos anuales máximos correspondientes a \$1.620.635.040*. En relación con lo anterior, el incremento adicional máximo en la tarifa de agua que los encuestados están dispuestos a pagar no debe superar al 14,8%; la DAP calculada es poco significativa en función al ingreso mensual promedio (0,24%).

Según estas estimaciones, se pueden plantear tres escenarios posibles para el cobro de una tarifa de PSA tomando como referencia la demanda de agua por concesión en la microcuenca Río de Oro Alto los cuales se describen a continuación de acuerdo a la relación de la tarifa adicional mensual entre el ingreso de la población y la tarifa actual mensual del servicio de acueducto respectivamente:

* Este valor se halla multiplicando la tarifa adicional máxima por mes cobrada en el sector residencial y la concesión de agua anual en la microcuenca que posee la Piedecuestana ESP, de la siguiente forma: \$137,04 /m³ * 11.826.000 m³/año = \$1.620.635.040 /año.

- Escenario pesimista: Cobro del 0,24% de la DAP máxima por metro cúbico igual a \$0,33/m³ la cual representa unos ingresos anuales correspondientes a \$3.889.524.
- Escenario moderado: Cobro del 14,8% de la DAP máxima por metro cúbico igual a \$20,28/m³ la cual representa unos ingresos anuales correspondientes a \$239.853.986.
- Escenario optimista: Cobro del 50% de la DAP máxima por metro cúbico igual a \$68,52/m³ la cual representa unos ingresos anuales correspondientes a \$810.317.520.

3.3 DISPONIBILIDAD A ACEPTAR (DAA)

3.3.1 Diseño muestral para la estimación de la DAA. En la obtención de la información primaria necesaria para calcular la DAA, se realizaron encuestas a la población veredal ubicada en la zona rural del municipio de Piedecuesta por medio de un muestreo por conglomerados donde la característica para separar la población total corresponde a las veredas que poseen mayor superficie con ecosistemas de alta montaña y se ubican en los tramos A, B y C del cauce del Río de Oro⁴⁸, debido a que es allí donde se encuentra la zona de recarga hídrica del río de Oro y cuyo terreno es indispensable para garantizar el abastecimiento de agua en el futuro.

Particularmente, pese que las veredas que componen el ecosistema de alta montaña para el municipio de Piedecuesta, según el POT⁴⁹, son San Isidro,

⁴⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. PORH. Op. cit., 50 p.

⁴⁹ COLOMBIA. ALCALDÍA DE PIEDECUESTA. Plan básico Ordenamiento Territorial de Piedecuesta (POT). Formulación Piedecuesta. Santander. 2003. 251 p.

Cristales, Planadas, La Loma y Sevilla; la vereda de San Isidro no se incluye en la población objeto ya que no hace parte de la microcuenca río de Oro Alto.

Las veredas anteriormente mencionadas forman parte del centro poblado rural de Sevilla, el cual según el POT de Piedecuesta⁵⁰, posee una extensión de 7.984 (Has) en las que se encuentran 60 viviendas.

Con base a lo mencionado, el establecimiento del tamaño muestral giró en torno a la técnica del muestreo por conveniencia ante las diferentes dificultades presentadas al momento de aplicar la Encuesta para determinar el costo de oportunidad y la disposición de aceptar un pago en el sector agropecuario en la Microcuenca Río de Oro Alto (Anexo B) dirigida a los productores de esta zona. Gran parte de ellos manifestaron su inconformidad y poca credibilidad a las acciones de la CDMB a pesar de ser un trabajo desde la academia, lo cual dificultó el acercamiento a la comunidad. Así mismo, la fecha de realización de las encuestas coincidió con las campañas políticas departamentales y municipales, aumentando la desconfianza y la renuencia de los agricultores y ganaderos.

Según Casal y Mateu⁵¹, el muestreo por conveniencia es una técnica en la que se seleccionan los propietarios de predios a encuestar, por un método no aleatorio, cuya representatividad, determinada subjetivamente, asocia sus características a las requeridas por la población objetivo. Esta técnica suele ser empleada cuando se presentan conflictos como los mencionados anteriormente y se escapan a la metodología definida por los investigadores.

⁵⁰ COLOMBIA. ALCALDÍA DE PIEDECUESTA. Plan básico Ordenamiento Territorial de Piedecuesta (POT). Diagnóstico Rural. Santander. 2003. 8 p.

⁵¹ CASAL, Jordi y MATEU, Enric. Tipos de muestreo. [En línea] Universidad Autónoma de Barcelona. España, 2003. 5 p. [Consultado 17 Oct. 2010]. Disponible en <<http://minnie.uab.es/~veteri/21216/TiposMuestreo1.pdf>>

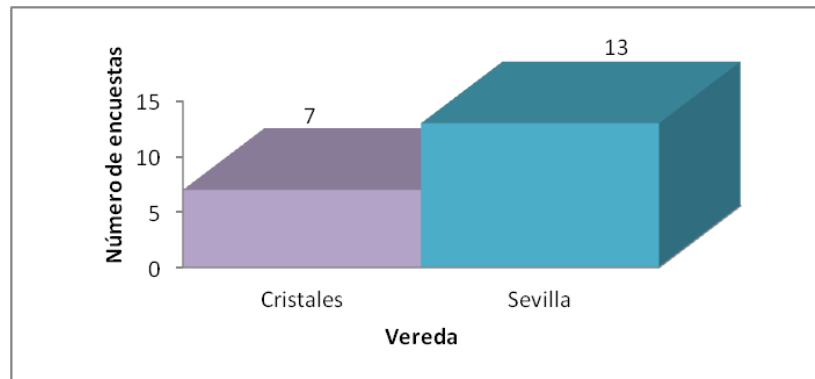
Cuando se aplica este tipo de muestreo se corre el riesgo de obtener resultados sesgados a menos que los fenómenos que se investigan sean relativamente homogéneos en la población, por ejemplo, para este caso los productores se encuentran con características similares del suelo, en cuanto uso y fertilidad. Dada estas similitudes, la información respecto a los costos de producción y el nivel de ingresos no varía significativamente.

En consecuencia, mediante una muestra piloto de 20 encuestas en las veredas de Cristales y Sevilla, se obtuvo un acercamiento a la población objetivo y reflejó las características identificadas con anterioridad, como por ejemplo el porcentaje de encuestados que estarían dispuestos a dedicar parte de su finca a la conservación y así mismo creen que deben ser compensados monetariamente por ello, el cual se situó en el 94%, según las encuestas (revisar análisis descriptivo).

3.3.2 Análisis descriptivo encuesta disposición a aceptar (DAA) en el sector rural del Municipio de Piedecuesta. De acuerdo a la información recolectada en la zona rural del municipio de Piedecuesta – Santander, en la que se preguntaba a 20 productores, dueños de predios en las veredas con ecosistemas de alta montaña, sobre la disponibilidad a aceptar un pago para la conservación de los bosques y otros ecosistemas, se obtuvo la siguiente información.

En total se encuestaron 2 veredas en la zona rural del municipio de Piedecuesta, las cuales pertenecen tanto a la microcuenca del río de oro alto y al centro poblado rural de Sevilla. Se aplicaron 7 encuestas en la vereda Cristales y 13 en la vereda Sevilla (Figura 21). Del total de encuestados, el 4% correspondió a mujeres y el 96% a hombres.

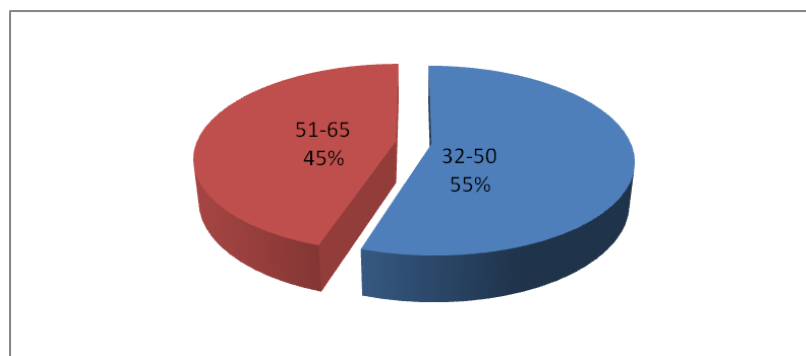
Figura 21. Veredas encuestadas, municipio de Piedecuesta.



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

En cuanto a la edad de las personas encuestadas, los datos mostraron que el 55% de la población encuestada pertenece al rango de edad entre 32-50 años, mientras que el 45% se encuentra en el rango de 51-65 años, como lo ilustra el figura 22.

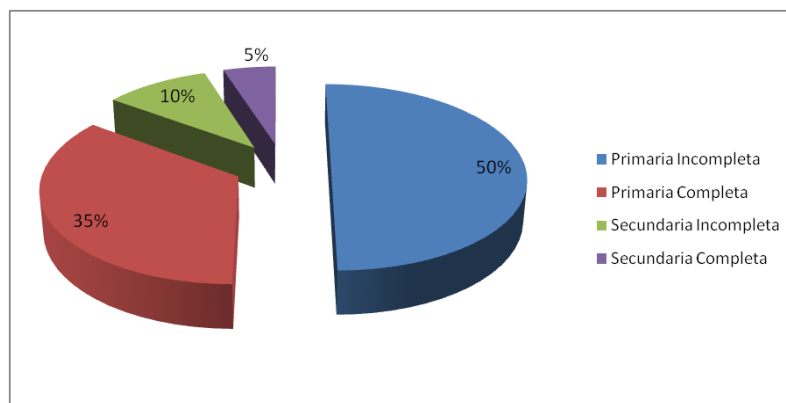
Figura 22. Edad de los encuestados en el área rural de la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

En cuanto al nivel de estudios, el 50% de los encuestados no terminó la primaria mientras que el 35% sí lo hizo. Así mismo el 10% alcanzó a cursar la secundaria pero no la culminó y solo el 5% de los encuestados se graduaron de bachilleres (figura 23).

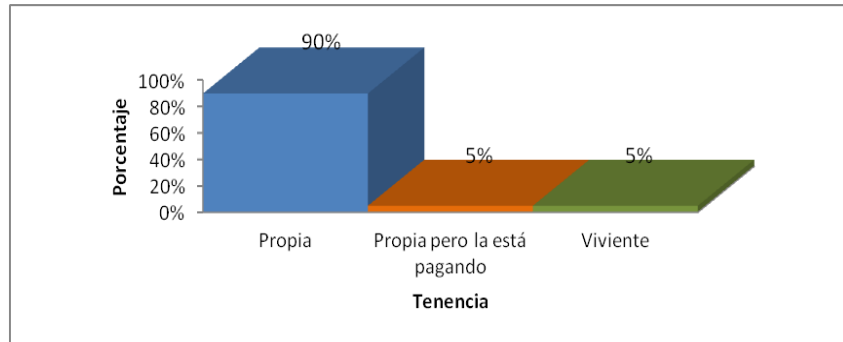
Figura 23. Nivel de estudios del encuestado en el área rural de la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

Frente a la pregunta que indagaba sobre la condición de tenencia del predio, el 90% de los encuestados afirman ser los propietarios, 5% es propietaria pero lo está pagando y el restante 5% son los vivientes. Así mismo, del 95% de los encuestados que son los propietarios de los predios, el 95% posee escritura del predio, mientras que el 5% no posee ningún documento que certifique su propiedad (figura 24).

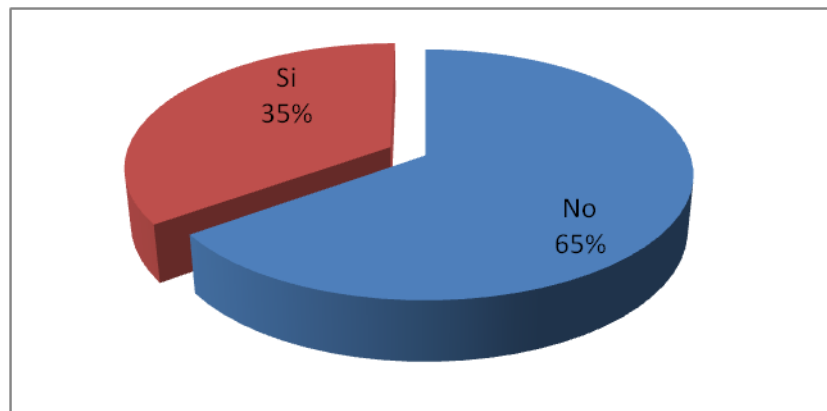
Figura 24. Condición de tenencia del predio



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

Del territorio referido a las personas encuestadas, el 65% de los encuestados consideran que los predios no se encuentran en área de reserva o zona protegida mientras que el 35% afirmó que su finca si se hallaba en una zona protegida, como el caso del Pino y el Rasgón. (Figura 25)

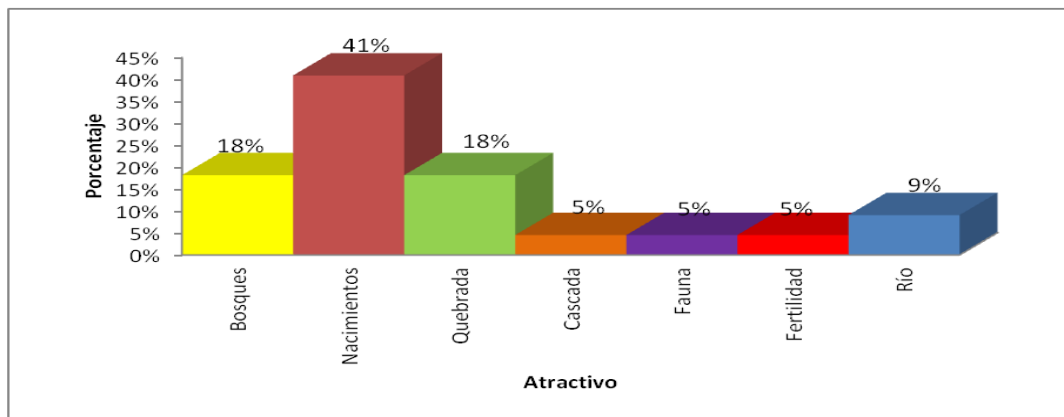
Figura 25. Localización de los predios en área de reserva o zona protegida dentro de la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

Adicional a esto, se preguntó al encuestado si considera que su predio posee algún atractivo especial a lo que el 85% de los encuestados si lo cree, mientras que el 15% no. Dichos atractivos corresponden en el 41% a nacimientos de agua, el 18% a bosques y quebradas, el 9% es atribuido al Río de Oro y el 5% para cascadas, diversidad de fauna y fertilidad del suelo (figura 26).

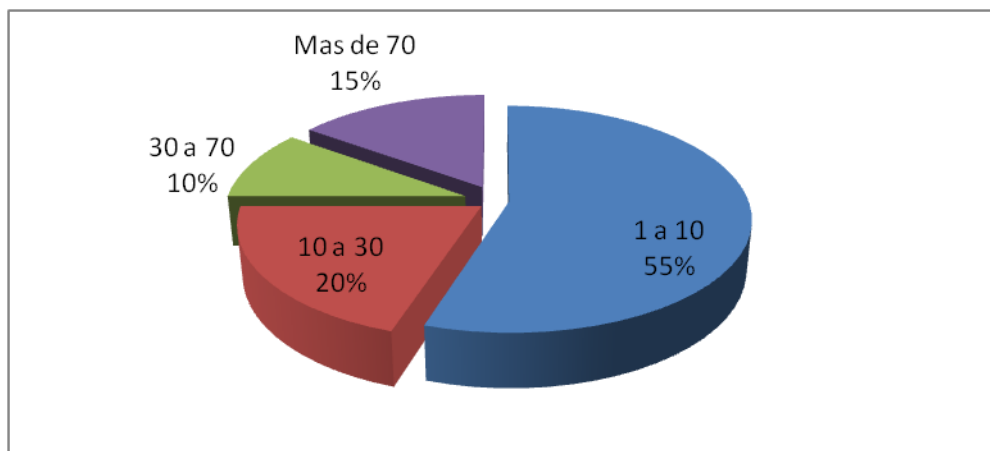
Figura 26. Atractivos de los predios encuestados en la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

En cuanto a la extensión por hectáreas de los predios, el 55% poseen de 1 a 10 hectáreas, el 20% de los predios se sitúa en el rango de 10 a 30 hectáreas, el 10% en el rango de 30 a 70 hectáreas y el 15% más de 70 hectáreas (figura 27). El propietario con menor extensión de tierra posee una hectárea mientras que el mayor productor tiene 300 hectáreas.

Figura 27. Extensión por hectáreas de los predios encuestados en la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

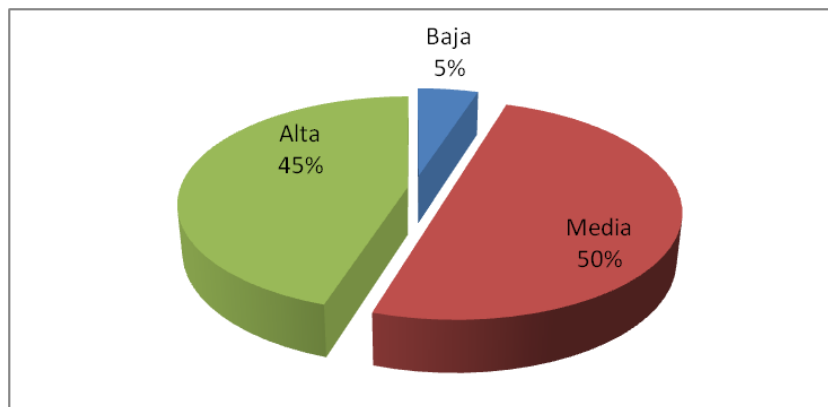
Adicional a esto, los usos que los productores dan al suelo están relacionados en el cuadro 12. El 61% del total de hectáreas de los predios encuestados están usados en cobertura boscosa, el 32% es destinado a pastos para ganadería y el 6% a mora. El restante 1% se destina a otro tipo de cultivos como frijol, cilantro, tomate y arveja.

Cuadro 12. Uso del suelo en el territorio encuestado de la microcuenca Río de Oro Alto

	Hectáreas	Porcentaje de Hectáreas
Cobertura Boscosa	400,5	61%
Pastos	212	32%
Mora	37,6	6%
Otros	6,8	1%
Total	656,8	100%
Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011		

Posteriormente se cuestionaba sobre la percepción de los encuestados acerca de la fertilidad en su predio. En este caso, el 50% la considera media, el 45% de los productores encuestados respondió que la fertilidad de su terreno es alta y sólo el 5% cree que es baja (figura 28).

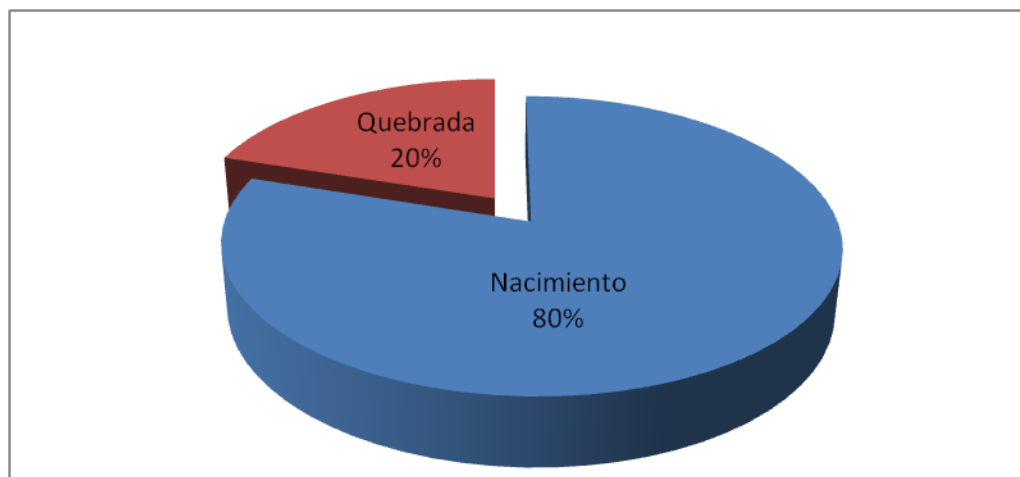
Figura 28. Calidad percibida sobre la fertilidad del suelo en el territorio de la zona de recarga hídrica de la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

En relación a la fuente de agua de la cual se abastecen los encuestados en la realización de las actividades domésticas y agropecuarias, el 80% de los productores afirmaron que se abastece del recurso por medio de las nacientes de agua que poseen en su predio y el 20% restante lo hace por medio de quebradas. Figura 29. Dentro de las quebradas que surten de agua a los encuestados se encuentran La moza, La máquina y La lejía.

Figura 29. Fuente de abastecimiento de agua en los predios de la zona de recarga hídrica de la microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

Todos los productores de esta zona consideran importante la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales justificado por la provisión y el abastecimiento de agua (90%), la purificación del aire (35%) y la posibilidad de garantizar vida futura (25%). De otra parte, ellos creen que las principales amenazas para la conservación se deben a la deforestación, al mal manejo de cuencas, la sobreexplotación y contaminación de los ríos y quebradas.

Esta encuesta, al igual que la orientada al sector residencial, examinaba la percepción respecto a la importancia de los diferentes servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas entre los que se encontraban: evitar inundaciones, extracción de madera, purificación del aire, conservación flora y fauna, mantener zonas de caza, abastecimiento de agua, protección de suelos, producción de materia prima, recreación y esparcimiento y turismo. En el cuadro 13 se observa que esta población coincide con los pobladores urbanos en que la conservación de los bosques es importante para el abastecimiento de agua, para la purificación

del aire, la protección de los suelos, evitar inundaciones y la conservación de la flora y la fauna. Además los productores valoran con el 48% muy alto el servicio de las zonas de casa.

Cuadro 13. Grado de importancia de los servicios ambientales brindados por los ecosistemas percibido por los encuestados en la microcuenca Río

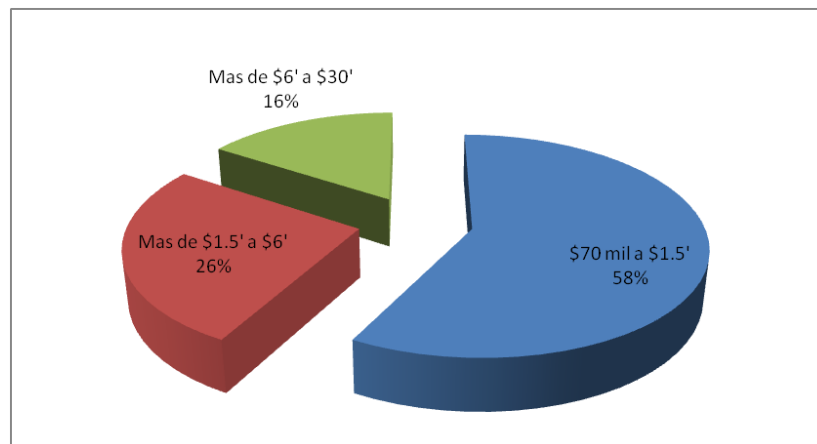
	Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto
Inundaciones	-	2%	3%	27%	67%
Madera	6%	13%	19%	13%	49%
Aire	-	-	-	12%	88%
Flora y Fauna	-	-	3%	13%	84%
Zonas de caza	26%	19%	7%	-	48%
Agua	-	-	-	4%	96%
Suelos	-	-	3%	8%	89%
Materia Prima	3%	5%	12%	10%	70%
Recreación	1%	12%	26%	11%	50%
Turismo	3%	11%	17%	11%	58%
Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011					

En relación a la pregunta de si en cada predio, los propietarios estarían dispuestos a dedicar parte o todas las hectáreas de su finca para la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales de la microcuenca del Río Oro Alto en donde están las nacientes del agua, el 95% de los encuestados manifestó tener disposición, mientras que el 5% no lo está. Del 95% de los encuestados que presentan disposición a dedicar hectáreas para la conservación, el 98% de los encuestados las destinaría parte de su territorio para regeneración y el 2% para la actividad silvopastoril.

Finalmente, cuando se preguntaba a los encuestados si consideran que el propietario que destina parte o todo su predio para conservación debe recibir un pago monetario a cambio, el 95% respondió que sí y sólo el 5% no lo creen así. Igualmente, el 58% de los encuestados manifestaron que el valor que se debe

pagar por conservar una hectárea de bosque al año debe estar en el rango de \$70.000 a \$1.500.000, el 26% cree que debe estar en el rango de más de \$1.500.000 a \$6.000.000 y el 16% afirmó que debe estar entre los \$6.000.000 y los \$30.000.000 (Figura 30). Así mismo, el monto promedio que los encuestados estarían dispuestos a recibir es de \$ 1.760.170* por hectárea.

Figura 30. Dinero por hectárea que estaría dispuesto a recibir cada productor encuestado para dedicar parte de su predio a la conservación



Fuente: Cálculo de los autores, encuesta disposición a aceptar para el sector rural. CDMB. 2011

La información de esta última pregunta, suministrada por cada productor recae en el sesgo de la información planteado por Azqueta⁵² en el cual se sobreestiman los valores para la DAA o se subestiman los de la DAP.

* Este promedio fue calculado excluyendo 3 datos muy dispersos y sobreestimados, los cuales eran 10', 20' y 30' millones anuales por hectárea conservada.

⁵² AZQUETA. Op. cit., 170 p.

3.3.3 Estimación de la Disposición a aceptar (DAA) en el sector rural de Piedecuesta. Para los proveedores del servicio ambiental hídrico, en este caso, los productores asentados en la zona de recarga hídrica de la microcuenca Río de Oro Alto, se estima la utilidad esperada por hectárea de cada una de las actividades agropecuarias (ganadería y cultivo de mora de castilla) desarrolladas en el sector pues son éstas las que compiten directamente con el uso del suelo destinado a la conservación y protección de los bosques y otros ecosistemas naturales. Lo anterior arrojaría el valor por el cual cada propietario estaría dispuesto a ser compensado ya que representa su Costo de Oportunidad (CO).

El costo de oportunidad que se conoce como el costo en el que se incurre por seleccionar una alternativa (dedicarse a la conservación y protección de los bosques) y desechar las demás (actividades agropecuarias) debe coincidir, o por lo menos equipararse por la utilidad generada actual.

Como se hizo referencia anteriormente, las clasificaciones en cuanto a la distribución del uso del suelo en la microcuenca, es decir las actividades predominantes en esta área después del bosque natural secundario en extensión, corresponden a los potreros abiertos y los cultivos mixtos. Mediante la encuesta para determinar el costo de oportunidad y la disposición de aceptar un pago en el sector agropecuario en la Microcuenca Río de Oro Alto (Anexo B), se contrasta esta característica, donde cada productor dedica sus tierras hacia la ganadería y el cultivo de mora de castilla principalmente.

Para evaluar los ingresos netos de la ganadería y la mora en esta área, se trabaja con el esquema de costos de producción propuesto por el Banco Agrario⁵³ correspondientes al año 2008 en la zona de Santander de las actividades Vaca de cría y Cultivo de mora cuyos valores para la mano de obra (jornal), insumos y kilo

⁵³ INFANTE MARTINES, Guillermo. Costo de Siembra, Establecimiento y Sostenimiento / Hectárea de mora y vaca cría para los Santanderes. [En línea] Banco Agrario de Colombia. Bogotá. Septiembre, 2010. [Consultado 6 oct. 2011] Disponible en <<http://www.bancoagrario.gov.co/Search/Paginas/resultado.aspx?k=santanderes> >

de mora de castilla fueron actualizados a precios del 2011. Dicha relación para la ganadería se presenta en el cuadro 14 y para el cultivo de mora de castilla en el cuadro 15.

Cuadro 14. Costos de producción e ingresos netos de la actividad ganadera por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto. Precios 2011

GANADERÍA (Ha)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNITARIO	VLR TOTAL
1.COSTOS DIRECTOS				
Compa de vaca	Unidad	1	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000
1.1 Mano de obra				
Mano de obra sostenimiento ganado	Jornal	18	\$ 24.626,21	\$ 443.272
Subtotal	Mano Obra	18		\$ 443.272
1.2 Alimentación				
Forraje				\$ 147.500
Melaza	Kg	136	\$ 243,14	\$ 33.067
Sal mineralizada	Kg	40	\$ 791,51	\$ 31.620
Subtotal				\$ 212.187
1.3 Insumos				
Vacuna Aftosa x2 aplicaciones	Dosis	2	\$ 843,14	\$ 1.686
Baño mosca x6 aplicaciones / año	Dosis	6	\$ 1.159,93	\$ 6.954
Vermifugo	Dosis	1	\$ 3.896,8	\$ 3.896
Droga	Dosis	1	\$ 48.633	\$ 48.633
Reproduccion	Dosis	1,8	\$ 60.844,62	\$ 109.519
Asistencia técnica	Anual	1	\$ 57.896,23	\$ 57.896
Subtotal				\$ 228.583
1.4 Depreciación				
Instalaciones	Gobal	1	\$ 9.388,47	\$ 9.388
Infraestructuras y equipos otros	Global	1	\$ 65.463,61	\$ 65.463
Subtotal				\$ 74.851
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 2.558.893
2. COSTOS INDIRECTOS				
2.1 Arrendamiento	Anual	12	\$ 4.950	\$ 59.400
2.2 Administración	Anual	1	\$ 46.498	\$ 46.498
2.3 Imprevistos	Anual	1	\$ 116.245	\$ 116.245
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 222.143
TOTAL COSTOS ACTIVIDAD				\$ 2.781.036
3. INGRESOS				
3.1 Produccion de leche	Litros	1470	\$ 650	\$ 955.500
3.2 Ternero	Und	1	\$ 650.000	\$ 650.000
3.3 Descarte				
TOTAL INGRESOS				\$ 1.605.500
INGRESO NETO ACTIVIDAD				-\$ 496.010

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información del Banco Agrario 2010

Cuadro 15. Costos de producción e ingresos netos del cultivo de mora de castilla por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto. Precios 2011

MORA (Ha)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNITARIO	VLR TOTAL
1.COSTOS DIRECTOS				
1.1 Preparación del terreno				
Preparación del terreno	Jornal	20	\$ 24.626,21	\$ 492.524
Trazado y ahoyado	Jornal	10	\$ 24.626,21	\$ 246.262
Subtotal	Mano Obra	30		\$ 738.786
1.2 Siembra				
Siembra	Jornal	10	\$ 24.626,21	\$ 246.262
Control de Malezas	Jornal	25	\$ 24.626,21	\$ 615.655
Construcción de Espalderas	Jornal	8	\$ 24.626,21	\$ 197.010
Mantenimiento Espalderas	Jornal	5	\$ 24.626,21	\$ 123.131
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	4	\$ 24.626,21	\$ 98.505
Control de Plagas	Jornal	8	\$ 24.626,21	\$ 197.010
Control de Enfermedades	Jornal	8	\$ 24.626,21	\$ 197.010
Subtotal	Mano Obra	68		\$ 1.674.582
1.3 Cosecha				
Fertilización	Jornal	4	\$ 24.626,21	\$ 98.505
Plateo	Jornal	10	\$ 24.626,21	\$ 246.262
Podas	Jornal	10	\$ 24.626,21	\$ 246.262
Recolección, Empacada y Pesada	Jornal	30	\$ 24.626,21	\$ 738.786
Transporte	Jornal	4	\$ 24.626,21	\$ 98.505
Subtotal				\$ 1.428.320
1.4 Insumos				
Semillas	Estacas	2400	\$ 119,26	\$ 286.234
Postes de Madera	Poste	1400	\$ 1.518,91	\$ 2.125.070
Insecticidas	Litro	10	\$ 21.684,38	\$ 216.844
Fungicidas	Kg	20	\$ 22.769,60	\$ 455.372
Fertilizante Compuesto 10-30-10	Bulto	2	\$ 59.632,06	\$ 119.264
Empaques	Guacal	500	\$ 1.735,75	\$ 867.375
Asistencia Técnica	Año	1	\$ 130.106,3	\$ 130.106
Subtotal				\$ 4.200.265
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 8.041.954
2. COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento	Año	12	\$ 20.600,16	\$ 247.202
Administración	Año	1	\$ 148.244,21	\$ 148.244
Imprevistos	Año	1	\$ 370.610,98	\$ 370.610
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 766.056
TOTAL COSTOS ACTIVIDAD				\$ 8.808.010
3. INGRESOS				
Producción	Kg	4000	2.078*	\$ 8.312.000
TOTAL INGRESOS				\$ 8.312.000
INGRESO NETO ACTIVIDAD				-\$ 496.010
Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información del Banco Agrario 2010				

* Según el Sistema de información de precios del sector agropecuario reportado por la Corporación Colombia Internacional (CCI) el precio por kilogramo de mora de castillas en la central de abastos de Bucaramanga reportado para Julio 1 de 2011.

Estos costos corresponden al primer año de cada actividad en donde se incurre en el costo de la compra de la vaca en la ganadería; la preparación del terreno, trazado y ahoyado, siembra y construcción de espalderas en el caso del cultivo de la mora de castilla. Así mismo, los ingresos netos de cada actividad productiva (cuadro 16 y 17) representan el Costo de Oportunidad de los productores por hectárea durante los 5 primeros años ** .

Cuadro 16. Costos de oportunidad de la actividad ganadera por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto.

GANADERÍA (Ha) ACTIVIDAD	PERIODO				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1.COSTOS DIRECTOS					
Compa de vaca	\$ 320.000	\$ 320.000	\$ 320.000	\$ 320.000	\$ 320.000
1.1 Mano de obra					
Mano de obra sostenimiento ganado	\$ 443.272	\$ 456.570	\$ 470.267	\$ 484.375	\$ 498.906
Subtotal	\$ 443.272	\$ 456.570	\$ 470.267	\$ 484.375	\$ 498.906
1.2 Alimentación					
Forraje	\$ 147.500	\$ 151.925	\$ 156.483	\$ 161.177	\$ 166.013
Melaza	\$ 33.067	\$ 34.059	\$ 35.080	\$ 36.133	\$ 37.217
Sal mineralizada	\$ 31.620	\$ 32.569	\$ 33.546	\$ 34.552	\$ 35.589
Subtotal	\$ 212.187	\$ 218.553	\$ 225.109	\$ 231.863	\$ 238.818
1.3 Insumos					
Vacuna Aftosa x2 aplicaciones	\$ 1.686	\$ 1.737	\$ 1.789	\$ 1.843	\$ 1.898
Baño mosca x6 aplicaciones / año	\$ 6.954	\$ 7.162	\$ 7.377	\$ 7.598	\$ 7.826
Vermífugo	\$ 3.896	\$ 4.013	\$ 4.133	\$ 4.257	\$ 4.385
Droga	\$ 48.633	\$ 50.092	\$ 51.595	\$ 53.143	\$ 54.737
Reproducción	\$ 109.519	\$ 112.804	\$ 116.188	\$ 119.674	\$ 123.264
Asistencia técnica	\$ 57.896	\$ 59.633	\$ 61.422	\$ 63.265	\$ 65.163
Subtotal	\$ 228.583	\$ 235.441	\$ 242.504	\$ 249.779	\$ 257.273
1.4 Depreciación					
Instalaciones	\$ 9.388	\$ 9.388	\$ 9.388	\$ 9.388	\$ 9.388
Infraestructuras y equipos otros	\$ 65.463	\$ 65.463	\$ 65.463	\$ 65.463	\$ 65.463
Subtotal	\$ 74.851	\$ 74.851	\$ 74.851	\$ 74.851	\$ 74.851
TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 1.278.893	\$ 1.305.415	\$ 1.332.732	\$ 1.360.868	\$ 1.389.848
2. COSTOS INDIRECTOS					
2.1 Arrendamiento	\$ 59.400	\$ 61.182	\$ 63.017	\$ 64.908	\$ 66.855
2.2 Administración	\$ 46.498	\$ 47.893	\$ 49.330	\$ 50.810	\$ 52.334
2.3 Imprevistos	\$ 116.245	\$ 119.732	\$ 123.324	\$ 127.024	\$ 130.835

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información del Banco Agrario 2010

** Se toma en cuenta un periodo de 5 años para cada actividad productiva porque en el caso de la ganadería el periodo de vida productiva para una vaca es de 5 a 6 años y para el cultivo de mora de castilla su ciclo vegetativo es de 4 años, como lo reporta el Banco Agrario.

Cuadro16. (Continuación)

GANADERÍA (Ha) ACTIVIDAD	PERIODO				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$ 222.143	\$ 228.807	\$ 235.672	\$ 242.742	\$ 250.024
TOTAL COSTOS ACTIVIDAD	\$ 1.501.036	\$ 1.534.222	\$ 1.568.403	\$ 1.603.610	\$ 1.639.872
3. INGRESOS					
3.1 Producción de leche	\$ 955.500	\$ 984.165	\$ 1.013.690	\$ 1.044.101	\$ 1.075.424
3.2 Ternero	\$ 650.000	\$ 669.500	\$ 689.585	\$ 710.273	\$ 731.581
3.3 Descarte					\$ 1.000.000
TOTAL INGRESOS	\$ 1.605.500	\$ 1.653.665	\$ 1.703.275	\$ 1.754.373	\$ 2.807.004
INGRESO NETO ACTIVIDAD	\$ 104.464	\$ 119.443	\$ 134.872	\$ 150.764	\$ 1.167.132

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información del Banco Agrario 2010

Cuadro 17. Costos de oportunidad del cultivo de mora de castilla por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto. Precios 2011

MORA (Ha) ACTIVIDAD	PERIODO				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1.COSTOS DIRECTOS					
1.1 Preparación del terreno					
Preparación del terreno	\$ 492.524				
Trazado y ahoyado	\$ 246.262				
Subtotal	\$ 738.786	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1.2 Siembra					
Siembra	\$ 246.262				
Control de Malezas	\$ 615.655	\$ 634.125	\$ 653.149	\$ 672.743	\$ 692.925
Construcción de Espalderas	\$ 197.010				
Mantenimiento Espalderas	\$ 123.131	\$ 126.825	\$ 130.630	\$ 134.549	\$ 138.585
Aplicación de Fertilizantes	\$ 98.505	\$ 101.460	\$ 104.504	\$ 107.639	\$ 110.868
Control de Plagas	\$ 197.010	\$ 202.920	\$ 209.008	\$ 215.278	\$ 221.736
Control de Enfermedades	\$ 197.010	\$ 202.920	\$ 209.008	\$ 215.278	\$ 221.736
Subtotal	\$ 1.674.582	\$ 1.268.250	\$ 1.306.297	\$ 1.345.486	\$ 1.385.851
1.3 Cosecha					
Fertilización	\$ 98.505	\$ 101.460	\$ 104.504	\$ 107.639	\$ 110.868
Plateo	\$ 246.262	\$ 253.650	\$ 261.259	\$ 269.097	\$ 277.170
Podas	\$ 246.262	\$ 253.650	\$ 261.259	\$ 269.097	\$ 277.170
Recolección, Empacada y Pesada	\$ 738.786	\$ 760.950	\$ 783.778	\$ 807.292	\$ 831.510
Transporte	\$ 98.505	\$ 101.460	\$ 104.504	\$ 107.639	\$ 110.868
Subtotal	\$ 1.428.320	\$ 1.471.170	\$ 1.515.305	\$ 1.560.764	\$ 1.607.587
1.4 Insumos					
Semillas	\$ 286.234		\$ 303.666	\$ 312.775	\$ 322.159
Postes de Madera	\$ 2.125.070		\$ 2.188.823	\$ 2.254.487	\$ 2.322.122
Insecticidas	\$ 216.844	\$ 223.349			
Fungicidas	\$ 455.372	\$ 469.033			
Fertilizante Compuesto 10-30-10	\$ 119.264	\$ 122.842	\$ 126.527	\$ 130.323	\$ 134.233
Empaques	\$ 867.375	\$ 893.397	\$ 920.199	\$ 947.804	\$ 976.239
Asistencia Técnica	\$ 130.106	\$ 134.009	\$ 138.030	\$ 142.171	\$ 146.436
Subtotal	\$ 4.200.265	\$ 1.842.631	\$ 3.677.244	\$ 3.787.561	\$ 3.901.188

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información del Banco Agrario

Cuadro 17. (Continuación)

MORA (Ha) ACTIVIDAD	PERIODO				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 8.041.954	\$ 4.582.050	\$ 6.498.846	\$ 6.693.811	\$ 6.894.626
2. COSTOS INDIRECTOS					
Arrendamiento	\$ 247.202	\$ 254.618	\$ 262.257	\$ 270.124	\$ 278.228
Administración	\$ 148.244	\$ 152.692	\$ 157.272	\$ 161.990	\$ 166.850
Imprevistos	\$ 370.610	\$ 381.728	\$ 393.180	\$ 404.976	\$ 417.125
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$ 766.056	\$ 789.038	\$ 812.709	\$ 837.090	\$ 862.203
TOTAL COSTOS ACTIVIDAD	\$ 8.808.010	\$ 5.371.088	\$ 7.311.555	\$ 7.530.902	\$ 7.756.829
3. INGRESOS					
Producción	\$ 8.312.000	\$ 8.561.360	\$ 8.818.201	\$ 9.082.747	\$ 9.355.229
TOTAL INGRESOS	\$ 8.312.000	\$ 8.561.360	\$ 8.818.201	\$ 9.082.747	\$ 9.355.229
INGRESO NETO ACTIVIDAD	-\$ 496.010	\$ 3.190.272	\$ 1.506.646	\$ 1.551.845	\$ 1.598.401

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información del Banco Agrario

El incremento gradual en cada año para los precios de la mano de obra, los insumos utilizados y los precios de los productos se ajustan a la inflación esperada en el periodo de 2012 a 2015 de acuerdo al Ministerio de Hacienda y Crédito Público⁵⁴.

⁵⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. Marco de gasto de mediano plazo. [En línea] Bogotá. Junio, 2010. 7 p. [Consultado 15 Oct. 2011]. Disponible en <http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/MinHacienda/haciendapublica/presupuesto/programacion/mgmp/PRESENTACION%20MGMP%202011_2014%20-%20Junio%2029%20-%20Publicada.pdf>

4. ESQUEMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN LA MICROCUENCA RÍO DE ORO ALTO

El esquema de PSA en la microcuenca Río de Oro Alto constituye una propuesta que busca generar alternativas para el uso sostenible de las principales actividades económicas desarrolladas en esta área, las cuales son vistas como una amenaza a la oferta neta del servicio ambiental hídrico que abastece de agua potable a la zona urbana del municipio de Piedecuesta.

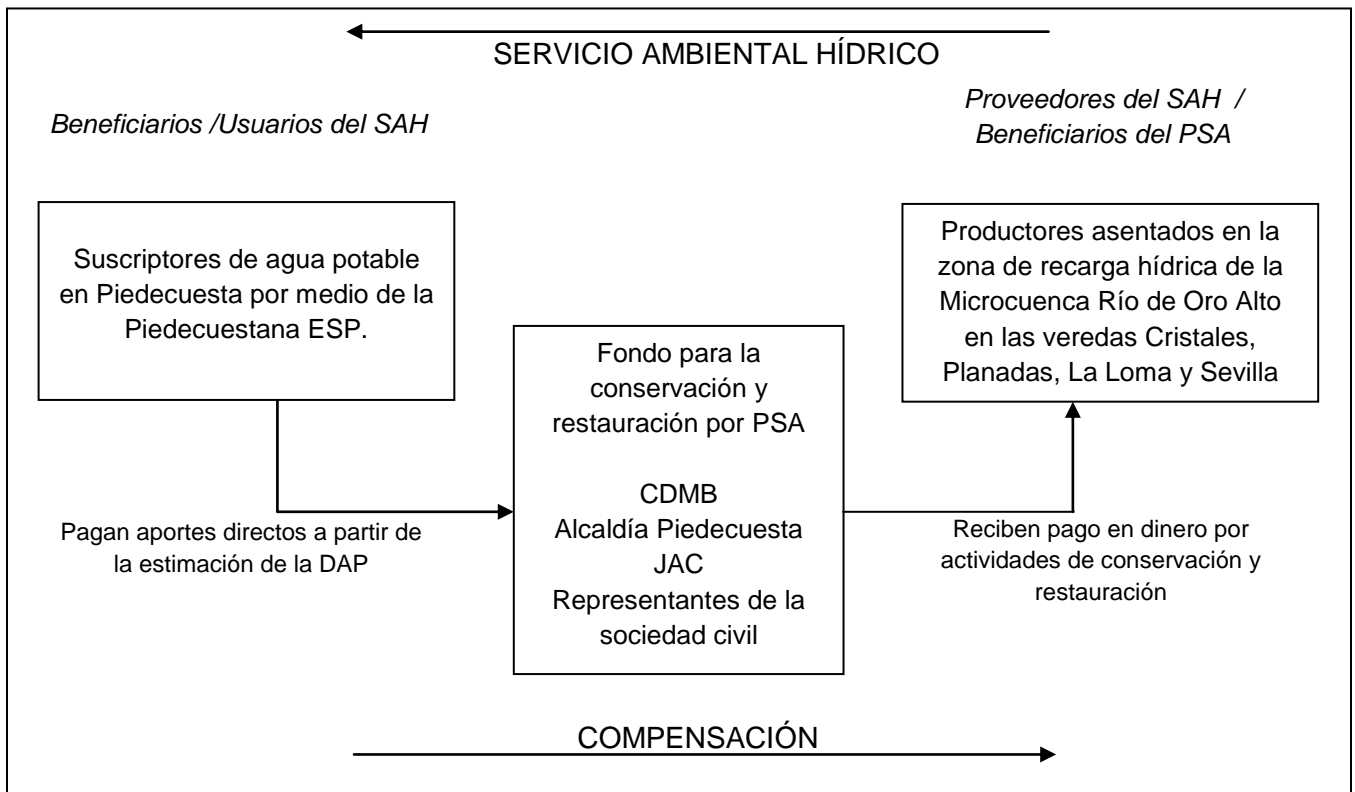
Este planteamiento se rige bajo la normatividad vigente en el país, como la Ley 99 de 1993, el artículo 106 de la Ley 1151 de 2007, el decreto 155 de 2004. Así mismo, se tiene en cuenta las estimaciones de los ingresos netos de que genera la ganadería y el cultivo de mora de castilla en la microcuenca contrastados con los costos que se incurrirían si se propone una actividad alternativa como lo es el establecimiento y mantenimiento del sistema silvopastoril y el bosque protector respectivamente explicados posteriormente.

Dentro de la microcuenca Río de Oro Alto se definen dos grandes grupos de actores sociales: institucionales y comunitarios. Las instituciones públicas son el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), la CDMB, la Gobernación de Santander y la Alcaldía de Piedecuesta; y en el orden privado participaría la empresa Piedecuestana de servicios públicos. Los actores comunitarios están representados por las Juntas de Acción Comunal (JAC) tanto en la zona urbana como la rural junto con otras asociaciones campesinas.

De dichos actores, se denotan a los suscriptores de agua potable por medio de la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos como los beneficiarios del servicio ambiental hídrico y a los propietarios de los predios rurales en la microcuenca como los beneficiarios del incentivo generado por este; la regulación y monitoreo

dependerá de la CDMB y de representantes de la sociedad civil que deseen participar en ello. Figura 31.

Figura 31. Esquema de Pago por Servicio Ambiental para la Microcuenca Río de Oro Alto



Fuente: Elaboración de los autores. IAvH, 2009.

Con base a los cálculos anteriormente estimados para la DAP y la DAA de los beneficiarios y proveedores del SAH en la microcuenca Río de Oro Alto se propone como actividades alternativas el desarrollo del sistema silvopastoril y de bosque protector en el área que podrá ser destinada a la conservación y restauración dentro de la zona de recarga hídrica de la microcuenca. Los costos esperados para ambas actividades durante los cinco primeros años se presentan en los cuadros 18 y 19.

Cuadro 18. Costos de establecimiento y mantenimiento silvopastoril por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto

ACTIVIDAD SILVOPASTORIL					PERIODO				
ACTIVIDAD	UNID	CANT	VLR UNITARIO	VLR TOTAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1. COSTOS DIRECTOS									
1.1 Mano de obra									
Rocería 1 (total del terreno para siembra)	Jornal	4	\$ 24.626,2	\$ 98.505	\$ 98.505				
Trazado	Jornal	4	\$ 24.626,2	\$ 98.505	\$ 98.505				
Plateo y replateo	Jornal	1,5	\$ 24.626,2	\$ 36.939	\$ 36.939	\$ 38.047	\$ 39.189	\$ 40.365	\$ 41.576
Ahoyado	Jornal	2	\$ 24.626,2	\$ 49.252	\$ 49.252				
Aplicación fertilizantes y correctivos	Jornal	2	\$ 24.626,2	\$ 49.252	\$ 49.252	\$ 12.682	\$ 13.063	\$ 13.455	\$ 13.859
Transporte menor e interno de insumos	Jornal	2	\$ 24.626,2	\$ 49.252	\$ 49.252	\$ 25.365	\$ 26.126	\$ 26.910	\$ 27.717
Plantación (siembra)	Jornal	1	\$ 24.626,2	\$ 24.626	\$ 24.626				
Control fitosanitario	Jornal	2	\$ 24.626,2	\$ 49.252	\$ 49.252	\$ 12.682	\$ 13.063	\$ 13.455	\$ 13.859
Subtotal				\$ 455.585	\$ 455.585	\$ 88.777	\$ 91.441	\$ 94.184	\$ 97.010
1.2 INSUMOS									
Plántulas (siembra + resiembra)	Plántula	185	\$ 600	\$ 111.000	\$ 111.000				
Fertilizantes (dos fertilizantes)	Kg	34	\$ 1.500	\$ 51.000	\$ 51.000	\$ 123.600	\$ 58.880	\$ 60.646	\$ 62.466
Correctivo	Kg	17	\$ 500	\$ 8.500	\$ 8.500				
Insecticida	Kg	4	\$ 5.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 10.300	\$ 10.609	\$ 10.927	\$ 11.255
Hidroretenedor	Kg	3,3	\$ 25.000	\$ 82.500	\$ 82.500				
Subtotal insumos				\$ 273.000	\$ 273.000	\$ 133.900	\$ 69.489	\$ 71.574	\$ 73.721
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 728.585	\$ 728.585	\$ 222.677	\$ 160.930	\$ 165.758	\$ 170.730
2. COSTOS INDIRECTOS									
Herramientas (5% de mano de obra)				\$ 22.779	\$ 22.779	\$ 4.439	\$ 4.572	\$ 4.709	\$ 4.850
Transporte mayor insumos (15% del costo de insumos)				\$ 40.950	\$ 40.950	\$ 20.085	\$ 10.423	\$ 10.736	\$ 11.058
Asistencia técnica (10% costos directos)				\$ 72.858	\$ 72.858	\$ 22.268	\$ 16.093	\$ 16.576	\$ 17.073
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 136.588	\$ 136.588	\$ 46.792	\$ 31.088	\$ 32.021	\$ 32.982
A.I.U (11% de los costos directos)				\$ 80.144	\$ 80.144	\$ 24.495	\$ 17.702	\$ 18.233	\$ 18.780
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO				\$ 945.317	\$ 945.317	\$ 293.964	\$ 209.720	\$ 216.012	\$ 222.492

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información de la CDMB. 2011

Cuadro 19. Costos de establecimiento y mantenimiento bosque protector por hectárea en la microcuenca Río de Oro Alto.

BOSQUE PROTECTOR					PERIODO					
ACTIVIDAD	UNID	CANT	VLR UNITARIO	VLR TOTAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
1. COSTOS DIRECTOS										
1.1 MANO DE OBRA										
Rocería 1 (total del terreno para siembra)	Jornal	7	\$ 24.626,21	\$ 172.383	\$ 172.383	\$ 177.555				
Trazado	Jornal	4	\$ 24.626,21	\$ 98.505	\$ 98.505					
Plateo y replateo	Jornal	15	\$ 24.626,21	\$ 369.393	\$ 369.393	\$ 190.237	\$ 195.945	\$ 201.823	\$ 207.878	
Ahoyado	Jornal	11	\$ 24.626,21	\$ 270.888	\$ 270.888					
Aplicación fertilizantes y correctivos	Jornal	2	\$ 24.626,21	\$ 49.252	\$ 49.252	\$ 50.730	\$ 52.252	\$ 53.819	\$ 55.434	
Transporte menor e interno de insumos	Jornal	11	\$ 24.626,21	\$ 270.888	\$ 270.888	\$ 101.460	\$ 104.504	\$ 107.639	\$ 110.868	
Plantación (siembra)	Jornal	2	\$ 24.626,21	\$ 49.252	\$ 49.252					
Control fitosanitario	Jornal	2	\$ 24.626,21	\$ 49.252	\$ 49.252	\$ 50.730	\$ 52.252	\$ 53.819	\$ 55.434	
Replante (resiembra ≤ 10%)	Jornal	2	\$ 24.626,21	\$ 49.252	\$ 49.252					
Rocería 2 (total del terreno para el mantenimiento completo)	Jornal	7	\$ 24.626,21	\$ 172.383	\$ 172.383	\$ 177.555				
Rocerías 3 y 4 (adicionales total del terreno)	Jornal	14	\$ 24.626,21	\$ 344.767	\$ 344.767	\$ 177.555				
Subtotal				\$ 1.896.218	\$ 1.896.218	\$ 925.822	\$ 404.952	\$ 417.101	\$ 429.614	
1.2 INSUMOS										
Plántulas (siembra + resiembra)	Plántula	1.210	\$ 600	\$ 726.000	\$ 726.000					
Fertilizantes (dos fertilizantes)	Kg	220	\$ 1.500	\$ 330.000	\$ 330.000	\$ 679.800	\$ 700.194	\$ 721.200	\$ 742.836	
Correctivo	Kg	110	\$ 500	\$ 55.000	\$ 55.000					
Insecticida	Kg	4	\$ 5.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.600	\$ 21.218	\$ 21.855	\$ 22.510	
Hidroretenedor	Kg	3,3	\$ 25.000	\$ 82.500	\$ 82.500					
Subtotal				\$ 1.213.500	\$ 1.213.500	\$ 700.400	\$ 721.412	\$ 743.054	\$ 765.346	
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 3.109.718	\$ 3.109.718	\$ 1.626.222	\$ 1.126.364	\$ 1.160.155	\$ 1.194.960
2. COSTOS INDIRECTOS										
Herramientas (5% de mano de obra)				\$ 94.811	\$ 94.811	\$ 46.291	\$ 20.248	\$ 20.855	\$ 21.481	
Transporte mayor insumos (15% del costo de insumos)				\$ 182.025	\$ 182.025	\$ 105.060	\$ 108.212	\$ 111.458	\$ 114.802	
Asistencia técnica (10% costos directos)				\$ 310.972	\$ 310.972	\$ 162.622	\$ 112.636	\$ 116.016	\$ 119.496	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					\$ 587.808	\$ 587.808	\$ 313.973	\$ 241.096	\$ 248.329	\$ 255.779
Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información de la CDMB. 2011										

Cuadro 19. (Continuación)

BOSQUE PROTECTOR					PERIODO				
ACTIVIDAD	UNID	CANT	VLR UNITARIO	VLR TOTAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
A.I.U (11% de los costos directos)				\$ 342.069	\$ 342.069	\$ 178.884	\$ 123.900	\$ 127.617	\$ 131.446
COSTO TOTAL MANTENIMINETO				\$ 4.039.595	\$4.039.595	\$2.119.080	\$1.491.360	\$1.536.101	\$1.582.184

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la información de la CDMB. 2011

Los valores están ajustados a la inflación esperada para cada año proyectado y los costos en el año 1 son superiores comparativamente a los demás debido a la inversión inicial necesaria para el establecimiento de cada actividad, en los años siguientes* los costos tienden a disminuir porque se asocian a costos de mantenimiento.

Presentadas las estructuras de costos tanto para las actividades económicas desarrolladas en la zona que generan conflicto junto con las de las actividades alternativas que mejorarían la oferta neta del recurso hídrico en la microcuenca y, teniendo en cuenta los ingresos generados en cada uno de los escenarios propuestos para el cobro de la DAP se estima el número de hectáreas que pueden ser modificadas dentro de este esquema.

Según la encuesta realizada en la zona rural del municipio de Piedecuesta (tabla 14), las 249,6 hectáreas dentro de la zona de recarga hídrica orientadas a la ganadería y a la mora de castilla se distribuyen en el 84,94% y 15,06% respectivamente, las cuales constituyen la proporción en que se destinarían los ingresos generados por el programa de PSA.

* Se emplea un periodo de cinco años porque es el periodo necesario para tener un sistema alternativo relativamente consolidado como lo señala Barrantes (2011).

Cuadro 20. Número de hectáreas transformadas a las actividades silvopastoril y bosque protector de acuerdo a cada escenario planteado para la microcuenca Río de Oro Alto

Escenario	Tarifa/ M3	Ingreso Generado / Año	Ingresos anuales orientados a cada actividad		Número de hectáreas transformadas		
			Silvopastoril 84,94%	Bosque Protector 15,06%	Silvopastoril	Bosque Protector	Total
Pesimista	\$ 0,33	\$ 3.889.524	\$ 3.303.762	\$ 585.762	0,82 has	0,14 has	0,96 has
Moderado	\$ 20,28	\$ 239.853.986	\$ 203.731.976	\$ 36.122.010	50,43 has	8,94 has	59,37 has
Optimista	\$ 68,52	\$ 810.317.520	\$ 688.283.701	\$ 122.033.819	170,38 has	30,19 has	200,57 has

Fuente: Cálculo de los autores

En el cuadro 20 se resume el total de hectáreas de tierra que se podrían transformar ante cada uno de los escenarios anteriormente mencionados de acuerdo a la distribución del uso actual de la zona encuestada y el costo de restauración por hectárea para el primer año. Para el caso de bosque protector los ingresos cubren no sólo los costos del establecimiento de una hectárea sino también el costo de oportunidad de la mora de castilla para el segundo año (debido a que la actividad ya está en su desarrollo) traído a valor presente^{*}; en los costos del sistema silvopastoril no se incluye el CO de la ganadería ya que este sistema no excluye los ingresos generados por la explotación de una vaca por hectárea.

Bajo el escenario pesimista el programa estaría limitado a modificar menos de una hectárea de tierra (0,96 has) debido a los pocos ingresos que se recaudarían lo cual no tendría impacto si lo que se espera es incentivar la conservación de los bosques y otros ecosistemas de la microcuenca Río de Oro Alto. Por su parte, en la estimación optimista, el total de hectáreas a transformar representa el 80,36% de hectáreas destinadas a las dos actividades agropecuarias; sin embargo, el

* Los ingresos netos de una hectárea de mora de castilla para el segundo año de producción (tabla 19) equivalen a \$ 3.190.272 con precios de 2012; por tanto, por medio del cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y con una tasa de interés del 3% correspondiente a la inflación esperada, el costo de oportunidad (CO) de dicha actividad traído al año 1 es de \$3.097.351.

cobro de una tarifa del 50% de la DAP máxima a mensual es un valor elevado comparándolo con el actual valor promedio mensual del metro cúbico por agua en el municipio de Piedecuesta que se ubica alrededor de los \$917,14.

Ahora bien, con el escenario moderado se recaudan unos ingresos anuales equivalentes a \$239.853.986 los cuales permitirían cambiar, a las actividades alternativas, 50,43 has dedicadas a la ganadería y 8,94 has de cultivo de mora de castilla para un total de 59,37 has modificadas; el total de hectáreas transformadas representa el 30% del territorio destinado a las dos actividades agropecuarias. Adicionalmente, la tarifa por metro cúbico que se cobraría corresponde sólo al 2,21% de los \$917,14 cobrados en promedio por cada metro cúbico de agua consumido.

Teniendo en cuenta el número de hectáreas totales que modificaría cada escenario junto con el precio cobrado, mediante la factura de servicios públicos de la Piedecuestana ESP, por metro cúbico en cada uno de ellos, se propone que sea el moderado el que se implemente en una posible ejecución del esquema de PSA en la microcuenca Río de Oro Alto debido a que se lograría, sin impactar de forma abrupta las actividades desarrolladas por los productores en la zona de la microcuenca, un posible mejoramiento en los niveles de oferta neta hídrica.

Con el pago transferido de beneficiarios del servicio ambiental hídrico hacia los proveedores de este, se logra la compensación necesaria que permitiría el desarrollo de actividades sustentables en el territorio y aumentos del nivel de utilidad de los usuarios del recurso hídrico, ya que se percibirán mejoras en la calidad del bien ambiental a transar.

La CDMB, como se especifica en la figura 1, será la entidad encargada de administrar y distribuir de forma anual los ingresos generados mediante la presente propuesta y, las juntas de acción comunal en representación de la

sociedad civil, participarán como veedoras del proceso de instauración y ejecución del esquema.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron los resultados que se obtendrían mediante la ejecución de la propuesta del esquema de Pago por Servicio Ambiental (PSA) en la microcuenca Río de Oro Alto estimados a partir de la valoración económica del recurso hídrico recurriendo al Método de Valoración Contingente (MVC). La escasez hídrica de este servicio ambiental motivó la realización de la presente investigación, buscando mejorar y garantizar el abastecimiento de agua a futuro para la población asentada en la zona urbana del municipio de Piedecuesta, Santander.

Para este caso en particular, el propósito del PSA es generar una compensación monetaria por parte de los usuarios del Servicio Ambiental Hídrico (SAH) hacia los proveedores de dicho servicio, creando incentivos para la conservación de los bosques y otros ecosistemas. La importancia de proteger las fuentes de agua para el aprovisionamiento a largo plazo no es ajena al conocimiento de la población objetivo, facilitando la implementación de esta herramienta.

Los ingresos orientados a la compensación se obtuvieron a través del cálculo de la Disponibilidad a Pagar (DAP) manifestada por los habitantes asentados en el casco urbano del municipio de Piedecuesta, por medio de la pregunta directa propuesta en el MVC, la cual permitió obtener una tarifa mensual máxima equivalente a \$137,04/m³, donde en su posterior ejecución, dentro de un escenario moderado, cobrando el 14,8% de ella, permitiría el establecimiento de sistemas silvopastoriles y bosque protector como actividades alternativas en la zona de recarga hídrica de la microcuenca Río de Oro Alto en un 30% del territorio destinado a la ganadería y al cultivo de mora de castilla.

Conociendo la distribución actual del territorio en sus diferentes usos para esta zona, contrastada con la información obtenida por medio de la encuesta dirigida a los productores rurales en la microcuenca, se asumieron los ingresos netos de cada actividad agropecuaria como la representación del Costo de Oportunidad frente a la propuesta de producción sostenible, revelando de esta forma la Disponibilidad a Aceptar (DAA) un pago compensatorio por la modificación de una porción de su terreno.

Estos cambios propuestos permitirían alcanzar la sostenibilidad del SAH para la microcuenca sin transformaciones radicales en el uso del suelo, con alternativas posibles a llevar a cabo y, mediante la financiación de la comunidad involucrada que traducirá su pago en un nivel de utilidad mayor.

BIBLIOGRAFÍA

ABURTO, Eddy. Valoración económica del servicio ambiental hidrológico. De la microcuenca “Paso los Caballos” del municipio San Pedro de Potrero Grande. 1 ed. Nicaragua, 2004. 21 p. ISBN 99924-64-06-2

AZQUETA OYARZUN, Diego. Valoración económica de la calidad ambiental. 1 ed. España: McGraw Hill, 1994. 57 p. ISBN 84-481-1853-7

BARRY C, Field. Economía Ambiental. 3 ed. España: McGraw-Hill, 2003. 245 p. ISBN 9788448139438

BARRANTES, Gerardo; VEGA, Mauricio. Curso de capacitación. El servicio Ambiental hídrico: aspectos biofísicos y económicos. Costa Rica, 2004. 3 p.

CARRIZOSA, Julio. Construcción de la Teoría de la Sostenibilidad. En: Misión Rural, Transición, Convivencia y Sostenibilidad. IICA. 1998. Vol 5. p. 28.

CASAL, Jordi y MATEU, Enric. Tipos de muestreo. [En línea] Universidad Autónoma de Barcelona. España, 2003. 5 p. [Consultado 17 Oct. 2010]. Disponible en: <<http://minnie.uab.es/~veteri/21216/TiposMuestreo1.pdf>>

COLOMBIA. ALCALDÍA DE PIEDECUESTA. Plan básico Ordenamiento Territorial de Piedecuesta (POT). Formulación Piedecuesta. Santander. 2003. 251 p.

-----,-----, Diagnóstico Rural. Santander. 2003. 8 p.

-----, Plan de desarrollo de Piedecuesta 2008-2011. Piedecuesta incluyente: solidaria, viable y productiva. [En línea]. Piedecuesta – Santander. 2008. 81 p. [Consultado 27 Oct. 2010]. Disponible en: <http://www.alcaldiadepiedecuesta.gov.co/docs/plan2008_2011.pdf>

COLOMBIA. COMISIÓN REGULADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Regulación integral del sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia. 151 p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1151 (24, julio, 2007). Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2007. no. 46700. p. 79.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 23 (12, diciembre, 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1974. no. 34001. 1-3 p.

----- Ley 99 (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C: El Congreso, 1993. 43 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Resolución 387 (28, octubre, 2010). Por la cual se determina el valor promedio nacional de los costos por establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado, fija la cuantía máxima porcentual que se reconocerá por concepto de Certificado de Incentivo Forestal (CIF) y se fija el incentivo por árbol, para el año 2011. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2010. no. 47926. 3 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Estrategia Nacional de Pago por Servicios Ambientales. [En línea] Colombia. Julio, 2008. 9 p. [Consultado 9 Nov. 2010] Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/doc/Estrategia_PSA.doc>

COLOMBIA. MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. Marco de gasto de mediano plazo. [En línea] Bogotá. Junio, 2010. 7 p. [Consultado 15 Oct. 2011]. Disponible en: <http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/MinHacienda/haciendapublica/presupuesto/programacion/mgmp/PRESENTACION%20MGMP%202011_2014%20-%20Junio%2029%20-%20Publicada.pdf> COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA

REPÚBLICA. Decreto 155 (22, enero, 2004). Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2004. no. 45439. 1-8 p.

COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Normatividad ambiental y sanitaria. [En línea] [Consultado 4 Ene 2011]. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Microcuenca Río de Oro Alto (PORH). Bucaramanga - Colombia. Mayo, 2010. 27 p.

------. Plan de ordenación y manejo ambiental subcuenca rio de oro. Bucaramanga – Colombia. Octubre, 2007. 18 p.

COSTANZA, Robert. Visions, values, valuation and the need foran ecological economics. En: BioScience. Junio, 2001. vol. 51, no. 6. 59-68 p.

GUJARATI, Damodar N. Econometría. 4 ed. México: McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2004. 611 p. ISBN 970-10-3971-8

HAIR Jr, Joseph F, et al. Análisis Multivariante. 5 ed. Madrid: Pearson Educación, S.A., 1999. 80 p. ISBN 978-84-8322-035-1.

HARTWICK, M; OLEWILER, Nancy D. La Economía de los recursos naturales. 2 ed. Adison-Wesley Educación Editores, 1998. Cap 2.

INFANTE MARTINES, Guillermo. Costo de Siembra, Establecimiento y Sostenimiento / Hectárea de mora y vaca cría para los Santanderes. [En línea] Banco Agrario de Colombia. Bogotá. Septiembre, 2010. [Consultado 6 oct. 2011] Disponible en <<http://www.bancoagrario.gov.co/Search/Paginas/resultado.aspx?k=santanderes>>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Documentación: presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización.

-----. Referencias bibliográficas. Contenido forma y estructura. NTC 5613

-----. Referencias documentales para fuentes de información electrónica. NTC 4490.

MORALES VALLEJO, Pedro. El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios. [En línea]. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid, Enero. 2011. 11 p. [Consultado 29 sep. 2011]. Disponible en <<http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/AnalisisFactorial.pdf>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Foro electrónico sobre sistemas de Pago por Servicios Ambientales en cuencas hidrográficas. [En línea] Santiago de Chile. Agosto, 2004. 2 p. [Consultado 17 Oct. 2010]. Disponible en <<http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/infopinpsa.pdf>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y desarrollo. Informe Brundtland. Nuestro Futuro Común. 1987. Citado por ÁLVAREZ, Ana Rosa; MORQUECHO, Mary Carmen. Realidad y perspectivas de los espacios rurales en la mixteca poblana a través del turismo alternativo. [En línea] 2009. 20 p. [Consultado 9 Nov. 2010] Disponible en: <<http://www.cooperacionuniversitaria.org/files/u36/PON10.pdf>>

PEARCE, David. Economics and environment. Essays on ecological economics and sustainable development. 1 ed. Inglaterra: Edward Elgar Publishing Limited, 1998. 45-46 p. ISBN 1-85278-772-4

PAGIOLA, Stefano y PLATAIS, Gunars. Pagos por Servicios Ambientales. Banco Mundial. Citado por DAZA, Margarita y NORIEGA, Andrea. Valoración económica de los servicios hídricos y de biodiversidad del Cerro La Judía. Programa de Uso y Valoración. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia, 2009. 54 p.

PAGIOLA, Stefano y PLATAIS, Gunars. Pagos por Servicios Ambientales. Departamento de Medio Ambiente. Banco Mundial. [En línea]. Washington, D.C. Mayo, 2002. 1 p. [Consultado 9 Nov 2010]. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/Proyectos%20de%20inv%20estigacion/pagos_servicios_ambientales.pdf>

PULIDO SAN ROMAN, Antonio. Desarrollo sostenible: un reto central para el pensamiento económico. En: Estudios de economía aplicada. Agosto, 2003. Vol 002. 204 p.

PENNA A. Julio y CRISTECHE Estela. Valoración de los servicios ambientales: diferentes paradigmas. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No 2. Argentina, 2008. 9-15 p. ISBN 978-987-521-291-6.

TÉLLEZ SÁNCHEZ, Rafael A. Desarrollo Sostenible Alternativo... un desafío. 1 ed. Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2010. 435 p. ISBN: 978-958-8504-47-6

URIBE, Eduardo, et al. Introducción a la valoración ambiental y estudios de caso. Colombia: Universidad de los Andes, 2003. 81 p.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta para la disposición a pagar en el sector residencial del municipio de Piedecuesta-Santander



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

ENCUESTA DISPOSICIÓN DE PAGO PARA EL SECTOR RESIDENCIAL

Nombre del encuestador: _____

No. de encuesta: _____ Fecha: _____

Buenos días/tardes. Somos investigadores de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y estamos aplicando una encuesta relacionada con la conservación de la microcuenca Río Oro Alto la cual surte de agua a la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos. Este ejercicio hace parte de una investigación que está realizando la CDMB en convenio con la Universidad Industrial de Santander titulada "valoración económica del recurso hídrico en la microcuenca río de oro alto para el Pago por Servicios Ambientales (PSA)". Esta encuesta tiene como objetivo la consecución de información que permita llevar a cabo un proyecto de conservación. La información que usted nos proporcione es completamente anónima y confidencial. Su nombre no será solicitado.

1. Ubicación de la vivienda (empresa), Municipio: _____ Barrio: _____
2. Dirección: _____
3. Estrato: _____
4. Sexo del encuestado 1. () Femenino 2. () Masculino
5. Edad del encuestado: _____
6. Relación del encuestado con el jefe del hogar
1. () Es el jefe 2. () Cónyuge 3. () Hijo o hija 4. () Padre o madre
5. () Otro familiar cercano 6. () Otro, especifique _____
7. Nivel de estudios del encuestado 1. () Ninguno 2. () Primaria incompleta
3. () Primaria completa 4. () Secundaria incompleta 5. () Secundaria completa
6. () Universitaria o más 7. () Otra, especifique _____
8. Actividad a la que se dedica el encuestado. (Puede marcar más de una)
1. () Trabajador remunerado 2. () Trabajador por cuenta propia 3. () Patrono
4. () Trabajador ocasional 5. () Ama de casa 6. () Estudiante
7. () Pensionado o rentista 8. () Otro, especifique _____
9. Número de personas que residen en la vivienda: _____
10. Condición de tenencia de la vivienda (la empresa):
1. () Propia 2. () Alquilada, indique el monto mensual del alquiler: \$ _____
3. () Prestada 4. () Otra condición, especifique _____
11. ¿Está satisfecho(a) por el servicio de agua que se recibe?
1. No _____ 2. Si _____ (pasa a 13)

12. ¿Por qué no están satisfechos con el servicio de agua que reciben?

13. ¿La cantidad de agua que reciben es suficiente para realizar sus necesidades básicas?
1. No _____ 2. Si _____ **(pasa a 15)**
14. ¿En qué época del año es insuficiente la cantidad de agua que reciben?

15. ¿Existe confianza en su hogar (empresa) por la calidad del agua recibida?
1. No _____ 2. Si _____ **(pasa a 17)**
16. ¿Qué les ha hecho suponer que la calidad del agua no es la óptima?

17. ¿Cuál es el consumo de agua mensual aproximado de su vivienda? _____ m³
18. ¿Cuál es la tarifa mensual aproximada que pagan por el servicio de agua?
\$ _____
19. ¿Cómo consideran en su hogar el monto mensual que pagan por el servicio de agua:
1. () Adecuado **(pasa 21)** 2. () Alto 3. () Bajo
20. ¿Cuánto cree que sería un monto mensual justo por el servicio de agua que se recibe?
\$ _____
21. ¿Tienen problemas en recaudar el dinero necesario para efectuar el pago mensual por el servicio de agua?
1. No _____ 2. Si _____

La microcuenca Río de Oro Alto representa el área de mayor oferta de recursos y servicios ambientales para los municipios de Piedecuesta, particularmente en lo que tiene que ver con abastecimiento de agua potable y la despensa de productos agrícolas, pecuarios, ganaderos y mineros.

22. ¿Consideran en su hogar que es importante conservar los bosques y otros ecosistemas naturales?
1. No _____ **(pasa a 24)** 2. Si _____
23. ¿Por qué creen que es importante la conservación de los bosques y de otros ecosistemas naturales? **Mencione dos o tres razones**
- a) _____
- b) _____
- c) _____

A pesar de ser tan importante para el bienestar de los habitantes de Piedecuesta, el ecosistema de la microcuenca Río de Oro Alto enfrenta distintas presiones que amenazan la capacidad de proveer servicios hidrológicos y de biodiversidad, entre las que se encuentran:

1. Fuerte presión en la demanda hídrica por parte de la zona urbana y rural. 2. Presión antrópica de apertura de vías sin normas técnicas 3. La deforestación y la contaminación por los vertimientos de las actividades agropecuarias, ganaderas y mineras principales vocaciones productivas.

24. La siguiente pregunta es de especial interés para el estudio que se está realizando, por favor analice cada uno de los componentes al momento de responder. Por favor, indique **el grado de importancia** de cada componente en función de la conservación del bosque.

(Leer la pregunta y las opciones para cada uno de los componentes. MA: Muy alta, A: Alta, R: Regular, B: Baja y MB: Muy baja)

Para ustedes, la conservación de bosques es importante para:	MA	A	R	B	MB
¿Evitar inundaciones?					
¿La producción y extracción de madera?					
¿La purificación del aire?					
¿La conservación de Flora y Fauna?					
¿Para mantener zonas de caza?					
¿La conservación del agua?					
¿La protección de suelos?					
¿La producción de materia prima (bejuco, lana, alimentos, medicamentos, etc.) que se usan en diversas actividades?					
¿Para la recreación y el esparcimiento?					
¿Para incentivar el turismo?					
Otros					

25. ¿Cree que puedan existir problemas de escasez de agua en el futuro?

1. No _____ (**pasa a 27**) 2. Si _____

26. ¿Por qué se cree que se darán estos problemas de escasez de agua? **Mencione dos o tres causas**

- a) _____
b) _____
c) _____

Teniendo en cuenta las amenazas que afectan el estado de conservación de la microcuenca Río de Oro Alto, la CDMB, la Piedecuestana de Servicios Públicos y la UIS están considerando la posibilidad de llevar a cabo un programa que permita conservar los ecosistemas que garantizan el flujo de servicios ambientales que provee la microcuenca Río de Oro Alto a los habitantes de Piedecuesta, con el objetivo de mejorar las condiciones en la zona de influencia. El programa consistiría en: i) Caracterizar la oferta hídrica con el fin de identificar las externalidades que impactan el recurso en relación con la población rural y urbana usuarias del servicio hídrico, ii) estimar la disponibilidad de pago de los beneficiarios del recurso hídrico teniendo en cuenta el Costo de Oportunidad de las actividades que desarrollan los habitantes en el área de influencia, con el fin de generar incentivos para la conservación, protección y manejo de la misma. De implementarse este programa, su ejecución se financiaría por medio de pagos, que harían TODOS los hogares de Piedecuesta.

27. ¿Considera importante la participación de los habitantes de las comunidades en campañas de protección del agua?

1. No _____ (**pasa a 33**) 2. Si _____

28. ¿Estarían dispuestos en su hogar a participar en un programa de protección del agua?

1. No _____ (**pasa a 33**) 2. Si _____

29. ¿De quién se considera que es la responsabilidad de la protección del agua? (**Puede marcar más de una**)

1. () Del Estado 2. () De las Alcaldías
3. () De las empresas que la distribuyen 4. () De la comunidad
5. () Del sector productivo 6. () Del sector privado
7. () Otro, especifique _____

30. ¿En su hogar (empresa) estarían dispuestos a pagar dentro de la tarifa de agua, un monto adicional mensual, para que se protejan los bosques y otros ecosistemas naturales de la microcuenca Río de Oro Alto donde están las nacientes de agua?

1. No _____ (**pasa a 33**) 2. Si _____

31. ¿Por cuánto tiempo estaría dispuesto a pagar dicho monto mensual? _____
32. De acuerdo con el nivel de ingreso familiar, ¿Cuál sería el monto adicional máximo a pagar por mes? \$ _____
33. Número de personas que trabajan en el hogar: _____ /
34. Considerando todos los ingresos de su grupo familiar, ¿cuál es el ingreso mensual promedio del hogar (empresa)? \$ _____

39.Observaciones:

Anexo B. Encuesta para determinar el costo de oportunidad y la disposición de aceptar un pago en el sector agropecuario en la Microcuenca Río de Oro Alto



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL COSTO DE OPORTUNIDAD Y LA DISPOSICIÓN DE ACEPTAR UN PAGO EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA RÍO DE ORO ALTO

Nombre del encuestador: _____

No. de encuesta: _____

Fecha: _____

Buenos días/tardes. Somos investigadores de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y estamos aplicando una encuesta relacionada con la conservación de la microcuenca Río Oro Alto la cual surte de agua a la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos. Este ejercicio hace parte de una investigación que está realizando la CDMB en convenio con la Universidad Industrial de Santander titulada "valoración económica del recurso hídrico en la microcuenca río de oro alto para el Pago por Servicios Ambientales (PSA)". Esta encuesta tiene como objetivo la consecución de información que permita llevar a cabo un proyecto de conservación. La información que usted nos proporcione es completamente anónima y confidencial. Su nombre no será solicitado.

1. Nombre propietario: _____
2. Ocupación: _____
3. Lugar de residencia: Municipio _____ Vereda _____
4. Teléfono: _____ / _____
5. Correo electrónico: _____
6. Sexo 1. () Femenino 2. () Masculino
7. Edad: _____
8. Nivel de estudios: 1. () Ninguno 2. () Primaria incompleta
3. () Primaria completa 4. () Secundaria incompleta 5. () Secundaria completa
6. () Universitaria o más 7. () Otra, especifique _____
9. La(s) finca(s) es:
1. _____ propia 2. _____ propia pero la está pagando 3. _____ prestada
4. _____ arrendada 5. _____ Otra forma (especifique) _____
10. Si la propiedad es arrendada, ¿cuánto paga de arriendo por año? \$ _____
11. ¿Qué tipo de documentos tiene sobre la posesión de la finca?
1. _____ escritura 2. _____ derecho de posesión
3. _____ ninguno 4. _____ otro (especifique) _____
12. ¿La finca está en un área de reserva o zona protegida?
1. No _____ (**Pasa a 14**) 2. Si _____
13. ¿A cuál reserva o área protegida pertenece? _____
14. ¿Hay algún atractivo que usted considere especial sobre su finca?

1. No _____ (Pasa a 16) 2. Si _____
15. Señale el principal atractivo que posee su finca: _____
16. En el siguiente cuadro se le solicita la distribución de la finca en los distintos usos.

USO	Cantidad (Ha)
Extensión Total:	
1. Pastos (Ganadería):	
2. Cultivos:	
3. Cobertura boscosa	
-Bosque primario (sin modificaciones originales)	
-Bosque secundario (regenerado)	
-Matorrales o rastrojos (pequeños, áreas de descanso)	
-Plantación forestal	
4. Otros (construcciones, barbecho/tierra ociosa, cuerpos de agua, etc.)	

17. ¿La fertilidad del suelo en su finca es?
1. _____ baja 2. _____ media 3. _____ alta.
18. En la siguiente tabla se resume el ingreso esperado por las distintas actividades que se desarrollan en la finca:

Actividad	Unidad de medida	Total Producido	Auto consumo	Venta	Precios	Ingresos
1. Ganadería						
1.1. Bovinos						
1.2. Porcinos						
1.3 Caprinos						
2. Derivados Lácteos						
2.1 Leche						
2.2 Queso						
2.3 Mantequilla						
2.4 Otro						
3. Especies menores						
3.1 Aves						
3.2 Abejas						
3.3 Conejo						
3.4 Lombricultura						
4. Cultivo						
A:						
B:						
C:						
D:						
5. Forestal						

Actividad	Unidad de medida	Total Producido	Auto consumo	Venta	Precios	Ingresos
5.1 Comercial						
5.2 Leña						
5.3 Productor/protector						

19. En la siguiente tabla se presentan los costos esperados por cada actividad que se desarrolla en la finca.

Actividad económica: _____

Componente de costo	Unidad medida	Cantidad	unidad de tiempo	Precio
Mano de obra				
Semilla				
Plaguicidas/herbicidas				
Fertilizantes				
Maquinaria y Equipo				
Otros Insumos				
Asistencia técnica				
Pago de Impuestos				
Pago de préstamos				
Transporte/comercialización				
Agua (abrevadero, riego, otros)				

20. De cuál fuente de agua se abastece para realizar sus actividades domésticas y agropecuarias

1. ___ Nacimiento, cuál _____
2. ___ Quebrada, cual _____
3. ___ Río, cuál _____
4. ___ Acueducto rural, cuál _____
5. ___ Concesión, cuántos m³ _____

La microcuenca Río Oro Alto representa el área de mayor oferta de recursos y servicios ambientales para los municipios de Piedecuesta, particularmente en lo que tiene que ver con abastecimiento de agua potable y la despensa de productos agrícolas, pecuarios, ganaderos y mineros.

21. ¿Considera que es importante la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales?

1. No _____ (**pasa a 23**)
2. Si _____

22. Tres razones por las que cree que es importante la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales

- a) _____
- b) _____
- c) _____

23. ¿Cuáles son las principales amenazas que generan peligro para la conservación de bosques y otros ecosistemas naturales en la región de la microcuenca Río Oro Alto? **Mencione dos o tres razones**

- a) _____
- b) _____
- c) _____

