



**EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA LA RIVERA, DEL MUNICIPIO DE FLORIDA EN EL VALLE DEL CAUCA.**

PROYECTO DE GRADO

Por

ESTEBAN MORALES SANCLEMENTE

Asesor de Investigación

DR. LUIS BERGGRUN PH.D

**UNIVERSIDAD ICESI**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS**

**MAESTRIA EN FINANZAS**

**SANTIAGO DE CALI**

**2012**

**Evaluación socioeconómica de un proyecto de inversión en un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad indígena La Rivera, del Municipio de Florida en el Valle del Cauca.**

**Por**

**Esteban Morales Sanclemente**

**Trabajo de grado para optar por el título de  
Magister en Finanzas**

**Dirigido por**

**Dr. Luis Berggrun Ph.D**

**Universidad Icesi**

**Facultad De Ciencias Administrativas Y Económicas**

**Cali, Noviembre de 2012**

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION .....	4
2. LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA .....	7
3. MARCO TEORICO .....	10
3.1 Evaluar la situación antes de introducir el sistema de abastecimiento de agua en la vida de la comunidad.....	13
3.2 Intervenciones factibles y evaluar el costo eficiencia.....	14
3.3 Identificar y medir los beneficios en términos físicos y evaluar el costo-efectividad .....	15
3.4 Realizar un análisis costo beneficio social .....	17
3.5 Análisis de sensibilidad .....	20
4. METODOLOGIA DE LA EVALUACION REALIZADA .....	20
4.1 Costos del Proyecto. ....	22
4.2 Impactos Positivos: disminución gasto en salud y del costo de oportunidad de incapacidades de estos pacientes.....	25
4.2.1 Disminución del gasto en salud. ....	26
4.2.2 Costo de oportunidad por reducción de incapacidades. ....	30
5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....	35
7. CONCLUSIONES .....	39
BIBLIOGRAFIA.....	42

## RESUMEN

La falta de acceso a agua potable es el causante de miles de muertes de niños, jóvenes y adultos alrededor del mundo. Es por esto que es prioritario llevar fuentes de agua saludables a todas aquellas regiones que carecen de ellas. El presente documento presenta una evaluación socioeconómica que busca determinar la viabilidad de construcción de un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad indígena de La Rivera, del municipio de Florida en el Valle del Cauca. Se realiza una valoración a través de una adaptación de una metodología sugerida por la Organización Mundial de la Salud, en la cual se incluye un análisis de riesgo a través de simulaciones de Montecarlo que incorporan la incertidumbre de ciertas variables claves en el cálculo del VPN, TIR y Razón Beneficio Costo del proyecto.

**Palabras Claves:** *Evaluación Socioeconómica, Evaluación de Proyectos, Valoración de Impactos ambientales, Simulación de Montecarlo.*

## ABSTRACT

Lack of access to clean water is the cause of thousands of deaths of children, young and adult people around the world. This is why it is a priority to bring safe drinking water to all regions that lack them. This paper presents an economic assessment that seeks to determine the feasibility of building a water supply system for the indigenous community of La Rivera, the municipality of Florida in Valle del Cauca. The valuation is made through an adaptation of a methodology suggested by the World Health Organization, which includes a risk analysis through Monte Carlo simulations that incorporate the uncertainty of some key variables in the calculation of NPV, IRR and project cost benefit ratio.

**Keywords:** *Socioeconomic Assessment, Project Evaluation, Valuation of Environmental impacts, Monte Carlo Simulations.*

## 1. INTRODUCCION

*“En todo el mundo, 8 de cada 10 personas que todavía no tienen acceso a una fuente mejorada de agua potable, viven áreas rurales.”<sup>1</sup>*

En estado natural, el agua proveniente de ríos y quebradas del campo contiene numerosos gérmenes, algunos de los cuales pueden ser patógenos. En la actualidad, la mayor parte de las poblaciones rurales de los países en vías de desarrollo, incluyendo a Colombia, se abastece de agua no apta para consumo. Como consecuencia de ello, estas poblaciones presentan altos índices de prevalencia de enfermedades relacionadas con el agua. Sin embargo, estas enfermedades se pueden evitar mediante la aplicación de métodos adecuados de recolección y tratamiento de aguas residuales, así como de desinfección o mejoramiento de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano, aunado a programas de educación sanitaria destinados al mejoramiento de los hábitos y costumbres de estas poblaciones rurales.

En Colombia, el Gobierno Nacional apoyándose en las entidades regionales, ha desarrollado esfuerzos enfocados a mitigar los impactos de esta problemática. Es así, como se han incorporado estos objetivos en programas departamentales que buscan llevar soluciones de abastecimientos de agua y saneamiento básico no solo a las cabeceras municipales de las poblaciones, sino también a las áreas

---

<sup>1</sup> ONU. “Objetivos de desarrollo del milenio. *Informe 2010*”

rurales de los pequeños municipios. Uno de los grupos beneficiados con estas iniciativas son las comunidades indígenas, quienes a través de las instituciones que los agremian participan de los recursos que el Gobierno destina para dotar de fuentes de abastecimiento de agua y de instalaciones de saneamiento básico a las poblaciones indígenas.

En el Valle del Cauca, se ha visualizado la problemática del acceso a fuentes de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, y se han encaminado esfuerzos mediante la implementación de diferentes programas institucionales cuyos objetivos pretenden contribuir a optimizar la calidad de vida de los habitantes de la zona rural a través del mejoramiento de estos servicios. Tal es el caso del Programa de Abastecimiento de Agua Rural P. Igualmente, se ha iniciado el programa de abastecimiento de agua rural indígena, cuyo aporte mayoritario es la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, C.V.C, que promueve el mismo objetivo general del P.A.A.R con la diferencia que las comunidades beneficiarias no son los campesinos del Valle, sino los indígenas que presentan una necesidad sentida en cuanto a abastecimiento y calidad del agua.

Para acceder a estos programas en sus diferentes vigencias, las organizaciones indígenas, presentan a las Corporaciones Autónomas, los proyectos de inversión y este ente aprueba las iniciativas y destina los recursos para ser ejecutados a través de contratistas y con interventoría de la Corporación. Para la presentación de los proyectos, se deben cumplir unos requisitos procedimentales, técnicos y

legales. La mayoría de las asignaciones de recursos se rigen por la Ley 80 de 1993, en la cual se establece que para las contrataciones se debe contar con los estudios previos pertinentes para tomar la decisión.

En el Valle del Cauca, hay dos agremiaciones indígenas, la Organización Regional Indígena del Valle del Cauca ORIVAC, y la Asociación de Cabildos Indígenas del Valle del Cauca ACIVA. La ORIVAC le ha encomendado al autor realizar un estudio socioeconómico que determine la viabilidad de construir un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad indígena de La Rivera, ubicada en la zona rural del Municipio de Florida en el Valle del Cauca. Esta evaluación hace parte de los estudios previos que se presentarán para la asignación de los recursos.

En el presente documento se pretende entonces, determinar la viabilidad socioeconómica de un proyecto de inversión social, un acueducto, en una comunidad indígena ubicada en los montes de Florida, Valle. Para ello se seguirá una adaptación de la metodología sugerida por la Organización Mundial de la Salud<sup>2</sup>, en la cual se incorporan elementos de medición de riesgo con el objeto de realizar la valoración socioeconómica de la intervención teniendo en cuenta la incertidumbre de ciertas variables claves para el análisis.

Como resultado de este proyecto de investigación, se contará con elementos suficientes para establecer la viabilidad socioeconómica del proyecto de inversión

---

<sup>2</sup> OMS. “A manual for economic assessment of drinking water interventions”. 2012

“Construcción de un sistema de abastecimiento de agua rural para la Comunidad indígena La Rivera en el Municipio de Florida, Valle”.

Este documento será entregado a ORIVAC, a quienes les servirá de sustento para la presentación del proyecto de forma integral ante la corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC.

## **2. LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA**

Disponer de agua potable e instalaciones de saneamiento es un requisito previo indispensable para la salud y el éxito en la lucha contra la pobreza, el hambre, la mortalidad infantil y la desigualdad de género

Se estima que cada año, alrededor de 1,5 millones de niños menores de cinco años mueren por enfermedades diarreicas<sup>3</sup>, y casi todos pertenecen a comunidades pobres urbanas y rurales. Así pues, esta crisis mundial invisible afecta gravemente la dignidad y la salud de los seres humanos.

Según estimaciones de la OMS, y UNICEF, las enfermedades diarreicas son la segunda causa de mortalidad entre los niños menores de cinco años. De esas muertes, el 88% son ocasionadas por falta de saneamiento, higiene deficiente y agua de beber contaminada<sup>4</sup>. Es así como, según estudios de la OMS, hay por lo menos ocho enfermedades de tipos infecciosas y parasitarias cuyo origen está

---

<sup>3</sup> UNICEF (2006). Progreso para la Infancia. Un balance sobre el agua y el saneamiento. Número 5, septiembre de 2006. UNICEF.

<sup>4</sup> OMS (2004). Enlaces sobre Agua, Saneamiento e Higiene a HECHOS Y CIFRAS sobre Salud. \*Actualizado en noviembre de 2004. <http://www.who.int/water/sanitation/health/factsfigures2005.pdf>

directamente relacionado con la falta de acceso a agua potable y servicios de saneamiento básico (Enfermedades diarreicas, Paludismo, Esquistosomiasis, Tracoma, Helmintiasis intestinales y Fluorosis). Esta problemática impacta seriamente los niveles de salud al contribuir al aumento de los niveles de morbilidad y mortalidad ocasionadas por enfermedades relacionadas con la carencia de estos recursos así como lo demuestran la gran cantidad de estudios que en cabeza de la Organización Mundial de la Salud y entidades colaboradoras se han realizado.

Las estadísticas relacionadas con los efectos que en la salud causa el no tener fuentes de abastecimiento de agua adecuadas que se recogen a nivel mundial, se contrastan entonces con la situación actual de exposición en que se encuentran las poblaciones rurales del departamento del Valle del Cauca. En nuestra región existen al menos 600 centros poblados rurales, incluyendo corregimientos y veredas, que poseen en su gran mayoría redes de distribución de agua colectivas artesanales o rudimentarias con las cuales la población atiende sus propias necesidades de abastecimiento. Esta situación se refleja en fuentes de agua cuya calidad es deficiente, y pone en alto riesgo las comunidades. La evidencia de esto se encuentra en que el Índice de Riesgo por calidad de agua (IRCA)<sup>5</sup> medido en el

---

<sup>5</sup> Consiste básicamente en una expresión simple de combinación de parámetros, los cuales sirven como una medida de calidad del agua. Este indicador toma en cuenta un análisis fisicoquímico y microbiológico de las fuentes de agua evaluadas. Su ventaja radica en que la información puede ser de fácil accesibilidad a su interpretación que una lista de valores numéricos,

año 2009 en una muestra de 329 sistemas de abastecimiento de agua rural en el Valle del Cauca fue del 49%, lo que lo pone en “Riesgo Alto”, esto significa que el agua que se distribuye en las áreas rurales no cumplen con los requisitos de calidad establecidos en las normas sanitarias y presentan alto riesgo de enfermedad para el consumidor; en contraste con un IRCA 0,9% de las poblaciones urbanas del Valle del Cauca el cual no representa riesgo para la salud<sup>6</sup>.

La evidencia de esta problemática se encuentra en las causas de consulta en el régimen subsidiado en el Valle del Cauca. Por tomar como ejemplo el municipio de Florida, según la Secretaria de Salud Departamental, en el 2004 cerca del 7% (alrededor de 8.000 consultas) de las causas de consulta corresponden a enfermedades relacionadas con el acceso a fuentes de agua no saludable, tales como parasitosis intestinal, gastritis, infecciones virales, y diarrea infecciosa.

Adicionalmente a los problemas causados sobre la salud del hombre, debe tenerse en cuenta el impacto ambiental por el uso del recurso hídrico de forma inadecuada. En este sentido, toma importancia el reconocer que todos estos problemas aumentan a medida que se intensifica el uso del agua.

---

consecuentemente un índice de calidad de agua es una herramienta comunicativa para transmitir información.

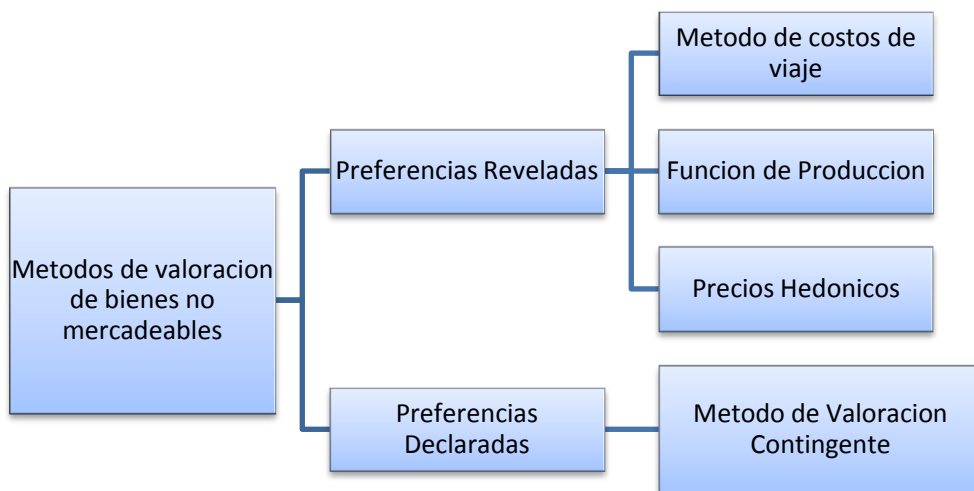
<sup>6</sup> Gobernación del Valle del Cauca. “Situación de la Salud del Valle del Cauca 2009”, 2009.

### 3. MARCO TEORICO

Si bien es cierto que el agua es un bien que actualmente se comercia a través de las empresas de servicios públicos, el mismo se podría definir como un bien no mercadeable. Estos últimos se definen como aquellos bienes que carecen de un mercado convencional que permita determinar libremente su precio a través del equilibrio entre oferta y demanda. Dentro de los bienes no mercadeables se incluyen los bienes ambientales y los recursos naturales.

Ahora bien, la valoración de este tipo de bienes se debe efectuar a través de metodologías diferentes a las convencionales. A continuación se presentará una breve descripción de los principales métodos de valoración de bienes no mercadeables, cuya clasificación se ilustra en la Ilustración 1. Se aclara, que a pesar de existir métodos de valoración adicionales, los siguientes son los de mayor uso.

Ilustración 1



Tal como se ilustra, existen dos enfoques principales para valorar estos bienes:

**Métodos Indirectos o de Preferencias Reveladas:** Se basan en la utilización de observaciones sobre el comportamiento de los individuos en mercados convencionales observables que se relacionan con los bienes no mercadeables. Las personas revelan en su comportamiento con respecto al bien privado el valor que implícitamente le otorga al bien no mercadeable. El método *de costo de viaje*, se basa en la incidencia de factores como el costo de desplazamiento y calidad del viaje para la toma de decisión de visitar un bosque por ejemplo. El método de **precios hedónicos**, se basa en la hipótesis de que los individuos valoran las características de un bien, mas que el bien en si mismo. Con el uso de la econometría se obtienen los coeficientes de las variables que componen el precio final del bien privado y así se obtienen los precios implícitos de cada característica. Y a partir de estos la función de demanda de estas y su consecuente excedente del consumidor, lo que permite valorar las variaciones en el bienestar asociadas. El método basado en las ***Función de Producción*** parte de la premisa de que el bien ambiental hace parte de los insumos utilizados en el proceso de producción y que por consiguiente cualquier cambio en la calidad o cantidad provista por el ambiente provocará un cambio en el nivel de producción o en el nivel de costos de las empresas que utilizan el medio ambiente como un insumo dentro de su proceso productivo.

**Enfoque directo o de preferencias declaradas:** La información para este enfoque se recolecta a partir de encuestas a los potenciales usuarios de los bienes mediante el planteamiento de escenarios hipotéticos de valoración del bien. El principal exponente de este enfoque es la Valoración Contingente, su principal atributo recae en que es el único capaz de cuantificar el valor de uso y de no uso del bien ambiental. Básicamente se les pide a los encuestados que declaren su disponibilidad a pagar por el bien ambiental a valorar y basado en métodos econométricos se realiza la valoración.

Por ultimo, existe el método de valoración **Análisis beneficio costo**, el cual, a pesar de no estar catalogado plenamente como un método de valoración ambiental, ha sido utilizado ampliamente en la evaluación de proyectos públicos que involucran cambios ambientales. En este método, básicamente se relacionan los costos de un proyecto con los beneficios esperados para un tiempo determinado y haciendo uso de una tasa de descuento se hacen diferentes análisis para determinar cual de los dos prima sobre el otro y así determinar la recomendación o abstención de inversión. Esta última metodología es la que mas se ajusta a la recomendada por la Organización Mundial de la Salud.

La OMS, principal fuente de estudios relacionados con el impacto y valoración de proyectos de inversión en el campo del agua y saneamiento, ha realizado publicaciones en las cuales sugiere una metodología que se puede aplicar a las intervenciones en fuentes de abastecimiento de agua a pequeña escala. Esta metodología esta explicada básicamente en dos publicaciones, a saber, "*A manual*

*for Economic Assessment of drinking-water interventions*” (WHO 2012) y “*Valuing wáter, valuing livelihoods*” (Cameron, Hunter. Et al. 2011).

De forma general, se puede resumir el proceso para conducir una evaluación socioeconómica en pequeñas comunidades rurales en cinco fases esenciales: Evaluar la situación antes de introducir el sistema de abastecimiento de agua en la vida de la comunidad.

1. Determinar las intervenciones factibles y evaluar la costo-eficiencia
2. Identificar y medir los beneficios en términos físicos y evaluar la costo-efectividad
3. Realizar un análisis costo beneficio social
4. Realizar un análisis de sensibilidad

### **3.1 Evaluar la situación antes de introducir el sistema de abastecimiento de agua en la vida de la comunidad**

El primer paso en cualquier evaluación económica de este tipo es determinar las condiciones de la comunidad en la cual se llevará a cabo la intervención. Para esto se debe hacer un estudio demográfico, en el cual se detallan las características de la población beneficiada (familias, numero de hombres, mujeres y niños; edades....etc.). De igual forma es importante determinar la fuente actual de abastecimiento de agua, y de acuerdo a lo planteado establecer quiénes y cuantos serán los beneficiarios directos e indirectos.

Dentro de este análisis inicial, y preferiblemente a través de un trabajo de campo, es de vital importancia establecer los condiciones de vida y patrones de conducta en la comunidad, la base de su economía, las principales actividades y roles

dentro de la comunidad. El establecer este estudio previo, permitirá medir de forma más certera los impactos del proyecto implementado.

### **3.2 Intervenciones factibles y evaluar el costo eficiencia**

En este punto se busca realizar una programación de los gastos en los que se debe incurrir en el periodo de “vida útil” del proyecto. En el manual de la OMS recomiendan que los costos se hagan en términos reales, es decir, sin incluir la inflación dentro de los precios.

Dentro de los costos iniciales, se incluyen los costos de diseño, construcción, tierras, herramientas, materiales, mano de obra, administración, intervención, transporte, y equipo necesario para llevar a cabo el desarrollo de la obra. En los costos recurrentes se incluyen todos los costos necesarios para mantener funcionando el sistema. Al final del periodo estimado se deben estimar también los costos de reabastecimiento de la fuente de agua en caso de ser una fuente agotable, tal como un pozo o los acuíferos fósiles; de igual forma se establece el “valor de rescate” de los activos del proyecto.

En este punto es importante tener en cuenta que esta información está sujeta a volatilidad, es decir, que es bastante probable que los valores reales disten en algún momento de los presupuestados, por eso es importante plantear algún análisis de sensibilidad para contrastar los resultados obtenidos a partir de estas cifras. En caso de ser necesario tomar una decisión en cuanto al tipo de sistema a construir o entre diferentes alternativas de inversión para desarrollar el proyecto,

es necesario realizar una comparación de los flujos estimados. Para esto se deben descontar los flujos de costos estimados. En el manual se recomienda usar una tasa de descuento del 3%, la cual es la tasa de descuento usada comúnmente por la OMS y otras instituciones internacionales; esta corresponde generalmente al promedio histórico de la tasa de retorno de inversiones de bajo riesgo en el largo plazo, o tal como las describen en el manual, las llamadas corporaciones “blue chips”. Esta tasa de descuento se aplica sobre los fondos evaluados en moneda local.

### **3.3 Identificar y medir los beneficios en términos físicos y evaluar el costo-efectividad**

Ya habiendo identificado el flujo de costos asociados a la intervención, es necesario entonces determinar y valorar los impactos positivos del proyecto. Estos son los beneficios que se esperan obtener con el desarrollo del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad beneficiaria. En el manual de valoración de la OMS (Risebro y Hunter, OMS. 2011)<sup>7</sup> sugieren la siguiente metodología.

Destacan diferentes formas de obtener la información correspondiente a los posibles efectos del proyecto en la población beneficiada, entre ellas: realizar un estudio amplio y local en el área a intervenir, basarse en estudios previos de

---

<sup>7</sup> Helen Risebro and Paul R. Hunter. **Estimating health impacts of interventions with a focus on small-scale drinking-water interventions**. Cap 9 en Valuing Water, Valuing Livelihoods Guidance on Social Cost-benefit Analysis of Drinking-water Interventions, with special reference to Small Community Water Supplies.

situaciones o localidades similares, evaluación de riesgos o basarse en los estimados globales de las enfermedades..

La OMS sugiere diferentes beneficios que se pueden determinar y valorar para la evaluación económica, entre ellos están los siguientes:

- a. Eventos de diarrea prevenidos gracias a la intervención.
- b. Reducción de las incapacidades para ejercer labores diarias, ya sean remuneradas o simplemente actividades necesarias dentro de la comunidad.
- c. Reducción de las muertes prematuras.
- d. Reducción del tiempo de transporte y recolección del agua.
- e. El tiempo dedicado a cuidar a los enfermos.
- f. El costo de atender a los enfermos.

La forma de valorar estos impactos positivos, es variada, sin embargo en el manual de la OMS, se hace traduciendo estos impactos en tiempo disponible para ejercer las actividades de la comunidad. Por ejemplo en el caso de la reducción de incapacidades por casos de diarrea, se estima que por cada caso de diarrea prevenido, se liberan tres días disponibles para dedicar a las labores que ejerce el individuo en su comunidad. Adicionalmente se toma en cuenta el costo médico de atender los casos de enfermedades relacionadas con la carencia de acceso a fuentes de agua seguras.

También se mencionan otros métodos de cuantificar estos impactos a través de indicadores como el DALY<sup>8</sup> (Disability Adjusted Life Years, o Años de vida ajustados por discapacidad AVAD) en el cual resume en un indicador el efecto total de todos los episodios de enfermedad en un año, en otras palabras, un DALY es el equivalente a un año perdido de vida completamente sana. Sin embargo se aclara que puede ser un indicador más sofisticado de lo necesario para valorar intervenciones a pequeña escala de fuentes de abastecimiento de agua.

### **3.4 Realizar un análisis costo beneficio social**

Ya teniendo tanto los costos, como los beneficios valorados en términos económicos, ya es posible realizar en un análisis Costo-Beneficio Social. El Análisis Costo-Beneficio social, se basa en el análisis costo-beneficio financiero, pero el primero busca capturar diferentes fallas de mercado que no se contemplan explícitamente en el financiero. Entre ellas están los mercados ausentes, las externalidades, los bienes públicos, competencia imperfecta, las limitaciones civiles y sociales para comerciar ciertos bienes, y el marco regulatorio gubernamental y las acciones fiscales.

La OMS buscando simplificar el esquema, realiza algunos supuestos importantes en esta valoración, dejando algunos debates teóricos a un lado, tales como: los precios sombra universales, las diferencias entre las divisas, el consumo y las

---

<sup>8</sup> La OMS lo define como una medida de tiempo que combina años de vida perdidos debido a la mortalidad prematura y años de vida perdidos debido al tiempo vivido en estados diferentes a la salud total.

ganancias del ahorro como el objetivo macroeconómico y si la compensación de las pérdidas debe ser nominal o real.

De estos supuestos es importante detenerse en el primero, pero para eso es importante introducir un concepto usado ampliamente en la evaluación social de proyectos, este es, el concepto de PRECIO SOMBRA o precio cuenta.

Los precios de un bien, son determinados por el equilibrio entre la oferta y la demanda de dicho bien. Sin embargo estos precios se determinan en condiciones de mercado, y como todos sabemos, el mundo real dista mucho del ideal de competencia perfecta planteado por nuestros grandes economistas. En la realidad existen fallas de mercado llamadas externalidades, que no son tenidas en cuenta al determinar los precios de mercado. En evaluación social de proyectos generalmente se usan precios “corregidos”, es decir, precios que eliminan las distorsiones y externalidades presentes en los precios de mercado. Estos son los precios sombra, los cuales reflejan la expresión de valor en términos del bienestar nacional, en ellos se “limpian” los efectos de distorsiones y externalidades con el fin de reflejar fielmente el valor social, medido en términos de “bienestar”. En otras palabras es el costo de oportunidad para la economía de producir un bien.

Si bien es cierto que en el marco metodológico, la OMS recomienda usar precios sombra cuando se carece de precios de mercado adecuados, en el caso aplicado no hacen uso de los mismos. Es decir, que utilizan en la valoración a precios de mercado del uso del servicio de salud del sector privado aun cuando los individuos

hacen uso en gran parte de los casos del servicio de salud público. Esto lo hacen por practicidad y por la dificultad de costear el servicio de salud público.

En este caso al precio que toman como indicador base para el costo medico, es el costo privado de una consulta médica. Por lo tanto el valor de la consulta o tratamiento por el número de casos de enfermedades relacionadas con el acceso a fuentes de agua no saludables (por ejemplo la diarrea infecciosa) representaría el costo medico ahorrado. Por otra parte el tiempo que se libera para los enfermos y quienes los cuidan, así como el tiempo ahorrado en recolección y transporte de agua, lo valoran teniendo en cuenta la composición demográfica de la comunidad, y asignándole el costo de oportunidad a cada grupo de población. Por ejemplo, a las mujeres adultas les asignan un costo de oportunidad equivalente a la remuneración diaria que perciben por ejercer labores de limpieza.

Teniendo ya estimados, tanto los costos como los beneficios de la intervención se realiza el análisis teniendo todas las cifras en cuenta. Lo que se obtiene de este análisis es el **Valor Presente Neto**, es decir el valor presente de los beneficios menos el valor presente de los costos. Como segundo indicador se toma la **razón Beneficio-Costo**, es decir el valor presente de los beneficios dividido en el valor presente de los costos, con este indicador es posible determinar la magnitud del beneficio sin tener en cuenta los valores, esto es especialmente útil para comparar proyectos con diferentes inversiones iniciales. Por último se calcula la TIR del proyecto y se compara con la tasa de descuento utilizada. Sin embargo se aclara y se alerta sobre la incertidumbre presente en este tipo de análisis lo cual debe

limitar la exactitud o certeza que se ofrece con los evaluaciones de costo-beneficio social. Por lo anterior sugieren siempre utilizar análisis de sensibilidad.

### **3.5 Análisis de sensibilidad**

Por último, y debido al alto grado de incertidumbre de las variables, en la medición, y por los supuestos incluidos en el modelo se hace necesario realizar un análisis de sensibilidad. Esto significa “estresar” de cierta forma el escenario base para visualizar los cambios que sufren los resultados cuando las condiciones iniciales cambian. Es decir, llevar las variables claves a los extremos para determinar la fortaleza de los resultados aun en escenarios menos favorables a los iniciales. En el manual, lo hacen simulando 4 escenarios alternativos en los cuales, se toman las posibles fuentes de incertidumbre.

## **4. METODOLOGIA DE LA EVALUACION REALIZADA**

Habiendo descrito en la sección anterior de forma general la metodología propuesta por la OMS, se procederá a continuación a detallar la forma en que se aplicó la metodología al caso particular de estudio.

El primer paso para realizar una evaluación socioeconómica de este tipo, es determinar los impactos que puede tener la construcción de los sistemas de abastecimiento de agua para la comunidad beneficiada, tanto positivos como negativos. Se realizará un análisis costo beneficio, en el cual se incluirán los flujos estimados tanto por los impactos positivos del proyecto como de los costos

estimados. En el presente estudio se buscará valorar los costos y beneficios del proyecto mediante precios cuenta, eficiencia o Precios Sombra. Para la realización del presente proyecto usaremos las razones precios cuenta desarrolladas por el estudio *Estimación de precios cuenta para Colombia* realizado por la división de investigaciones del Banco Interamericano de Desarrollo en convenio con la Universidad de los Andes. A diferencia del caso de la OMS, se decidió hacer uso de los precios sombra debido, entre otras razones, a la disponibilidad de las razones Precio-Cuenta en un estudio previo y a que estos son ampliamente usados para presentación de proyectos al Departamento Nacional de Planeación. Siendo este un proyecto de impacto socio ambiental, esta mas que justificado su uso.

Según estudios de la Organización Mundial de la Salud OMS (WHO según sus siglas en ingles), dentro de los principales impactos causados al invertir en infraestructura de acceso a fuentes de agua potable y saneamiento encontramos los descritos en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Impactos causados al invertir en infraestructura de acceso a fuentes de agua potable y saneamiento**

BENEFICIARIO	Beneficio económico directo de evitar las enfermedades diarreicas	Beneficio económico indirecto de evitar las enfermedades diarreicas
SECTOR SALUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Menor gasto en tratamientos para enfermedades diarreicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Valor de menos empleados de la salud enfermándose con diarrea</li> </ul>
PACIENTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Menor gasto en tratamiento de enfermedades diarreicas y menos costos relacionados.</li> <li>– Menor gasto en transporte en búsqueda de tratamiento.</li> <li>– Menor tiempo perdido debido a la búsqueda de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Valor de días de ausentismo en trabajo o escuela</li> <li>– Valor de tiempo de los padres cuidando a sus hijos enfermos</li> <li>– Valor de disminución de muertes por esta causa</li> </ul>

SECTOR AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAL	– Menor gasto en tratamiento para los empleados con enfermedades diarreicas	– Menor impacto sobre la productividad de los trabajadores enfermos
--	---	---

Fuente: OMS (2004)

Se consideraron dos impactos positivos y un impacto negativo. Dentro de los impactos positivos se incluye el costo medico que se ahorrará a partir de la intervención, al disminuir las tasas de morbilidad causadas por enfermedades directa o indirectamente relacionadas con la problemática del agua, es decir el abastecerse de fuentes inadecuadas. El segundo impacto que consideramos puede tener la implementación de estos proyectos es en la disminución de las incapacidades de los indígenas que sufren de estas patologías, lo cual les significa a ellos tiempo de trabajo ya sea para su auto sustento o en jornadas laborales.

Los impactos negativos se constituirían principalmente en el presupuesto de inversión en cada obra y los costos de mantenimiento del mismo.

#### **4.1 Costos del Proyecto.**

Si bien es cierto que en la metodología propuesta por la OMS, se realiza primero un análisis costo eficiencia, en el cual se determina la mejor opción de intervención, es decir, la propuesta técnica que logrando los mismos beneficios esperados sea la menos costosa. En el presente estudio se obviará este paso debido a que ya se cuenta con una propuesta técnica adecuada para realizar la intervención. La propuesta consta de una intervención integral, el proyecto no contempla únicamente los costos de la obra civil del acueducto, sino que se contempla una intervención acordada con la comunidad en donde la misma se

haga participe activa de la iniciativa y así lograr un sentido de pertenencia que ayude a prevenir el descuido y deterioro del acueducto. Es por esto que además de la obra civil, se incluye en el presupuesto la realización de talleres en torno al recurso hídrico, la socialización del proyecto, la realización de los diseños y la interventoría entre otros costos.

Como impacto negativo del proyecto se toma el presupuesto de la intervención, junto con los costos estimados de mantenimiento del acueducto a lo largo del periodo de vida estimado de 15 años. No se presenta un presupuesto detallado de obra, pues no es el objeto del presente estudio realizar un análisis técnico de la propuesta, sin embargo si se desglosan las cuentas mayores por diferentes conceptos. Al final de cuentas hay dos categorías de actividades a realizar, labores relacionadas con el diseño y la etapa previa a la construcción, y una segunda categoría que agrupa los costos de construcción o de obra civil junto con los costos indirectos asociados a esta actividad.

#### Cuadro 2. Costos de inversión.

<b>Presupuesto Inicial</b>	<b>2012</b>
Realización de jornadas de participación para el diagnóstico integral	\$ 3.377.000
Realización de talleres entorno al recurso hídrico (cultura del agua), fortalecimiento organizativo, Conformación y capacitación del ente que administrará y operará el sistema de suministro de agua.	\$ 8.826.000
Elaboración del Diseño definitivo del sistema, incluye topografía, selección de la solución, el diseño hidráulico, estructural, planos, memorias de cálculo, presupuesto, especificaciones técnicas, socialización del diseño, manual de operación y mantenimiento.	\$ 47.470.000
Interventoría de los diseños participativos	\$ 6.713.000
Coordinación y seguimiento	\$ 3.434.000
<b>TOTAL DISEÑOS</b>	<b>\$ 69.820.000</b>
Construcción del sistema de abastecimiento de agua	\$ 389.981.000
Interventoría de la construcción	\$ 28.233.000
Coordinación y seguimiento	\$ 7.686.000
Divulgación del proyecto por medios masivos de comunicación	\$ 4.280.000
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN</b>	<b>\$ 430.180.000</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$ 500.000.000</b>

Fuente: ORIVAC

Una vez estimado el presupuesto de inversión y los costos de mantenimiento estimados para cada obra, debemos cuantificar estos impactos negativos a precios sombra. Esto se hace proyectando el flujo de fondos de este impacto y multiplicando el valor de cada año por su respectiva RPC (Razón Precio Cuenta). Para el caso del año cero, la RPC utilizada para el caso de los costos de Construcción corresponde a Inversión en Servicios, la cual para el caso colombiano está estimada en 0.8, por su parte los costos de diseños y actividades previas son realizadas por Profesionales, por lo cual se aplica el RPC respectivo de Mano de Obra Profesional (1.0). Para cada año subsiguiente se está aprovisionando un costo de mantenimiento equivalente al 1% del costo de

construcción de la obra, incrementándolo anualmente a la inflación esperada (3% en este estudio).

Dentro de las condiciones de la propuesta de inversión, se plantea la capacitación de diferentes actores de cada comunidad en el manejo, mantenimiento y reparaciones simples del sistema de abastecimiento de agua, por esto aplicaremos la RPC de Mano de Obra No Calificada Rural que es 1, por lo tanto los costos de mantenimiento a precios de mercado serán iguales a los costos de mantenimiento a precios sombra.

**Cuadro 3. Costos de inversión y mantenimiento a precios de sombra.**

Costos del Proyecto a precios sombra	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TOTAL DISEÑOS RPC Mano de Obra Profesional 1.0	\$ 69.820.000							
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN RPC Inversion en Servicios 0,8</b>	<b>\$ 344.144.000</b>							
Inversion Inicial a Precios Sombra	\$ 413.964.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento RPC M.O. No Calif. Rural 1.0	\$ -	\$ 4.430.854	\$ 4.563.780	\$ 4.700.693	\$ 4.841.714	\$ 4.986.965	\$ 5.136.574	\$ 5.290.671
Costos Totales	\$ 413.964.000	\$ 4.430.854	\$ 4.563.780	\$ 4.700.693	\$ 4.841.714	\$ 4.986.965	\$ 5.136.574	\$ 5.290.671
Costos del Proyecto a precios sombra (Cont.)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
TOTAL DISEÑOS RPC Mano de Obra Profesional 1.0								
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN RPC Inversion en Servicios 0,8</b>								
Inversion Inicial a Precios Sombra	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento RPC M.O. No Calif. Rural 1.0	\$ 5.449.392	\$ 5.612.873	\$ 5.781.259	\$ 5.954.697	\$ 6.133.338	\$ 6.317.338	\$ 6.506.858	\$ 6.702.064
Costos Totales	\$ 5.449.392	\$ 5.612.873	\$ 5.781.259	\$ 5.954.697	\$ 6.133.338	\$ 6.317.338	\$ 6.506.858	\$ 6.702.064

El costo total de la inversión de \$500.000.000, valorada a precios sombra equivale a \$413.964.000. De igual forma los costos de mantenimiento equivalen a \$4.430.854 en el primer año de funcionamiento.

## **4.2 Impactos Positivos: disminución gasto en salud y del costo de oportunidad de incapacidades de estos pacientes**

Cuando se haya construido el sistema de abastecimiento de agua, se esperan varios resultados, para el presente estudio se identificaron y valoraran dos básicamente:

Como consecuencia de las intervenciones, se espera que se dé una disminución del gasto en salud provocado por estar expuestos a condiciones de insalubridad por causa de la carencia de un adecuado sistema de abastecimiento de agua y segundo, como impacto colateral también se espera la disminución de las incapacidades a los que sufren de estas patologías.

#### 4.2.1 Disminución del gasto en salud.

Cuadro 4. Proyección poblacional

Año	Proyección poblacional La Rivera
2012	930
2013	934
2014	938
2015	942
2016	946
2017	950
2018	954
2019	958
2020	962
2021	966
2022	970
2023	974
2024	978
2025	982
2026	986
2027	990

Primero se debe calcular el ahorro del gasto en salud, por esto se debe inicialmente estimar la proyección poblacional de las comunidades beneficiadas. Para esto usamos la información de los habitantes que serían beneficiados, proporcionada por la ORIVAC, quienes periódicamente realizan censos propios para mantener actualizado la información de las comunidades afiliadas. Una vez contamos con esta información debemos proyectar la población durante los quince años que se usaran como horizonte de tiempo del estudio. Para hacer lo anterior la base son las proyecciones poblacionales del DANE;

específicamente la proyección poblacional para el área rural del municipio de Florida Valle, para el periodo 2015 – 2020, y utilizando el promedio móvil de los últimos cinco años para simular los siete restantes.

Aunque es cierto que estas comunidades son afectadas en gran medida por las enfermedades de tipo Infeccioso y Parasitario, sería bastante irreal suponer que el cien por cien de la población sufre de ellas todos los años. Debido a esto, fue necesario basarse en los estudios sociales realizados en la comunidad en el año 2010, año en el cual se realizó un diagnóstico socioeconómico de la comunidad, y dentro de este documento se encuentra la información correspondiente a casos de enfermedades infecciosas (parasitarias), y diarreicas presentadas dentro de los habitantes de la comunidad indígena de La Rivera. A partir de esta información se infiere una tasa de morbilidad asociada a enfermedades ocasionadas por la falta de una fuente de abastecimiento adecuada, la tasa se expresa como el porcentaje de la población que padeció enfermedades de este tipo en un año. Es de aclarar que al tratarse de casos contabilizados, un individuo que sufrió dos o tres veces este tipo de infecciones en el año, está siendo contabilizado ese mismo número de veces como parte de la estadística de morbilidad.

Ya habiendo estimado el número de afectados por este tipo de patologías por año en el escenario actual, se procede a estimar el valor monetario de atender médicamente tales personas. Para este caso, el costo está representado por el valor UPC-S Unidad de Pago Capitación del régimen subsidiado, este es el valor que anualmente reconocerá el Fondo de Solidaridad y Garantía (FOSIGA) a las EPS por cada uno de los afiliados al Sistema de Seguridad Social en Salud en el régimen subsidiado (al cual se inscriben explícitamente las comunidades indígenas); en el presente estudio se interpreta esta cifra como el costo médico

asociado a cada paciente, es decir el costo de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades de un individuo en el territorio colombiano anualmente. El UPC-S establecido para el año 2012 por la Comisión de regulación (UPC-S<sub>i</sub>) fue de \$393.003 en promedio<sup>9</sup> anual por afiliado. Para cálculos subsiguientes es necesario proyectar el comportamiento de esta unidad a lo largo del periodo de tiempo evaluado. Para eso se indexa el valor inicial a la inflación proyectada durante el periodo utilizado en el presente estudio, partiendo como unidad en el año base, el UPC-S 2012 e indexándolo a la inflación promedio del 3% anual durante los quince años siguientes.

Al asociar el costo medico establecido junto con el número de casos presentados de enfermedades asociadas a la falta de saneamiento básico (tasas de morbilidad) se halla el costo medico anual de estos pacientes y se procede a proyectar la situación futura una vez se implemente el proyecto (*ex post*). Una vez se realice el proyecto, se espera que sus positivos resultados puedan reducir significativamente el número de habitantes que padecen enfermedades asociadas con el inadecuado manejo de las aguas residuales. Este porcentaje se sitúa alrededor de un 45%, que es la tasa en promedio de estimaciones realizadas por La Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud<sup>10</sup> (que son entre

---

<sup>9</sup> Se aclara en que 2012 fue un promedio porque de Enero a Junio el valor acordado fue de \$352.339 y a partir de Julio fue de \$433.600. Esto a raíz de la unificación del POS Contributivo y Subsidiado para personas de 18 a 59 años. Acuerdo 030 de 2011 y Acuerdo 031 de 2012. Comisión de regulación en Salud

<sup>10</sup> III Congreso de las Américas de Municipios Saludables y Comunidades Saludables

el 40% y el 50%), sin embargo en este estudio se utiliza una tasa del 35% con el objetivo hacer aun mas acido el escenario. El valor que se obtenga en esta sección representará el ahorro en gasto de salud de los (antes) afectados por morbilidad. A continuación se resume la construcción de la formula para el cálculo de este indicador:

$$RCA_i = P_i \cdot Morb \cdot UPC_i \cdot TRed$$

Siendo:

***RCA<sub>i</sub>***: Reducción del Costo Anual para el año i.

***P<sub>i</sub>***: Población en el año i.

***Morb***: Tasa de Morbilidad en La Rivera.

***UPC<sub>i</sub>***: Valor de la UPC-S estimada para el año i.

***TRed***: Es la tasa de Reducción estimada por la OMS.

Finalmente, se realiza una valoración monetaria del ahorro estimado en la sección anterior pero teniendo en cuenta los precios sombra, con lo cual se obtiene el dato de ahorro en costos en salud. Dado que la RPC aplicada en este caso sería la de mano de obra profesional (1.0), ya que los pacientes son atendidos en los centros de salud hospitalarios locales por médicos profesionales no se alteran las cifras del paso anterior. El proceso para estimar este impacto se aplica y resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5. Disminución del costo de atención en salud.**

Disminucion del costo de atencion en salud									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Poblacion Afectada Exante	419	420	422	423	424	426	427	428	
Costo Anual en Salud	\$ 164.668.257	\$ 187.604.258	\$ 194.152.540	\$ 200.450.995	\$ 206.952.621	\$ 214.166.677	\$ 221.109.498	\$ 228.276.138	
Reduccion Estimada	\$ 57.633.890	\$ 65.661.490	\$ 67.953.389	\$ 70.157.848	\$ 72.433.417	\$ 74.958.337	\$ 77.388.324	\$ 79.896.648	
RPC - Mano de Obra Profesional	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Reduccion estimada a precios sombra	\$ 57.633.890	\$ 65.661.490	\$ 67.953.389	\$ 70.157.848	\$ 72.433.417	\$ 74.958.337	\$ 77.388.324	\$ 79.896.648	
Disminucion del costo de atencion en salud (Cont.)									
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Poblacion Afectada Exante	430	431	432	434	435	437	438	439	
Costo Anual en Salud	\$ 236.223.135	\$ 243.875.666	\$ 251.774.748	\$ 260.528.583	\$ 268.962.745	\$ 278.305.336	\$ 287.310.456	\$ 296.605.409	
Reduccion Estimada	\$ 82.678.097	\$ 85.356.483	\$ 88.121.162	\$ 91.185.004	\$ 94.136.961	\$ 97.406.868	\$ 100.558.660	\$ 103.811.893	
RPC - Mano de Obra Profesional	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Reduccion estimada a precios sombra	\$ 82.678.097	\$ 85.356.483	\$ 88.121.162	\$ 91.185.004	\$ 94.136.961	\$ 97.406.868	\$ 100.558.660	\$ 103.811.893	

Fuente: Cálculos Propios

#### 4.2.2 Costo de oportunidad por reducción de incapacidades.

El segundo impacto que se tendrá en cuenta en este estudio es la disminución del ausentismo laboral de los indígenas, ocasionado por estar incapacitado debido a que sufren las diferentes patologías contempladas. Dicho en otras palabras, se busca cuantificar el valor del tiempo que se deben tomar los indígenas afectados por las patologías incluidas en este estudio para faltar a sus actividades rutinarias de trabajo, sin querer decir en ningún momento que esto corresponda únicamente a labores remuneradas, se debe valorar como costo de oportunidad, es decir, que al estar enfermos se ven obligados a dejar de cumplir su papel dentro de las comunidades ya sea de agricultura, caza o autoabastecimiento.

Dado que en las zonas rurales del Departamento se acostumbre realizar los pagos laborales de forma diaria, lo que se conoce como jornal, se tomara este concepto como unidad de medida de costo de oportunidad. Actualmente en el área rural se paga en promedio \$30.000 como jornal diario. Adicionalmente se tuvo como supuesto un promedio de tres días de incapacidad por las enfermedades asociadas al contacto con aguas no adecuadas. Una vez se ha definido el costo

de oportunidad de estas incapacidades, se aplica a la población afectada por las enfermedades asociadas al consumo y contacto con agua no potable o inadecuada y posteriormente se incluye dentro del cálculo el impacto del proyecto, es decir la reducción del número de casos de enfermos por este tipo de patologías, esto lo hacemos incluyendo la tasa de reducción estimada en los cálculos iniciales. La formula de cálculo de este impacto sería la siguiente:

$$COI_i = P_i \cdot Morb \cdot J_i \cdot TRed$$

En donde se introduce la variable  $J_i$  que representa al Costo de Oportunidad para aquellos que se incapacitan al sufrir de estas enfermedades y que nace del valor actual de un jornal en el área rural por tres días que en promedio dura una incapacidad de este tipo.

Y por último para calcular este impacto a precios sombra aplicamos la RPC Mano de Obra No Calificada Rural la cual es igual a uno (1), por lo tanto los cálculos permanecen iguales.

**Cuadro 6. Costo de oportunidad de las incapacidades.**

Costo de Oportunidad de las incapacidades									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Poblacion Afectada Exante	419	420	422	423	424	426	427	428	
Costo Anual de Incapacidades	\$ 37.710.000	\$ 39.060.000	\$ 40.512.000	\$ 41.877.000	\$ 43.248.000	\$ 44.730.000	\$ 46.116.000	\$ 47.508.000	
Reduccion de Incapacidades	\$ 13.198.500	\$ 13.671.000	\$ 14.179.200	\$ 14.656.950	\$ 15.136.800	\$ 15.655.500	\$ 16.140.600	\$ 16.627.800	
RPC - Mano de Obra Profesional	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Reduccion estimada a precios sombra	\$ 13.198.500	\$ 13.671.000	\$ 14.179.200	\$ 14.656.950	\$ 15.136.800	\$ 15.655.500	\$ 16.140.600	\$ 16.627.800	

Costo de Oportunidad de las incapacidades (Cont.)									
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Poblacion Afectada Exante	430	431	432	434	435	437	438	439	
Costo Anual de Incapacidades	\$ 49.020.000	\$ 50.427.000	\$ 51.840.000	\$ 53.382.000	\$ 54.810.000	\$ 56.373.000	\$ 57.816.000	\$ 59.265.000	
Reduccion de Incapacidades	\$ 17.157.000	\$ 17.649.450	\$ 18.144.000	\$ 18.683.700	\$ 19.183.500	\$ 19.730.550	\$ 20.235.600	\$ 20.742.750	
RPC - Mano de Obra Profesional	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Reduccion estimada a precios sombra	\$ 17.157.000	\$ 17.649.450	\$ 18.144.000	\$ 18.683.700	\$ 19.183.500	\$ 19.730.550	\$ 20.235.600	\$ 20.742.750	

Fuente: Cálculos Propios

Ya teniendo la información pertinente para realizar contrastar los diferentes impactos, tanto positivos como negativos, se proyecta un Flujo de Fondos

Socioeconómico a quince años para poder determinar, la viabilidad en términos socioeconómicos de la construcción del acueducto en La Rivera.

Se detalla en el flujo socioeconómico la causación de los impactos positivos y negativos en el horizonte de tiempo del estudio, y los indicadores calculados basados en estos flujos, y partiendo de los supuestos estimados, la construcción del sistema de abastecimiento de agua es viable socioeconómicamente.

En la valoración se utiliza la tasa social de descuento del 12%, esta es la tasa utilizada por el Departamento de Planeación Nacional DPN, en su metodología de evaluación de proyectos. Y es la tasa utilizada en la valoración de todos los proyectos que involucren inversión pública. Los resultados se aprecian en el cuadro 7.

El VPN obtenido es de aproximadamente doscientos sesenta millones de pesos, lo cual indica una rentabilidad socioeconómica considerable para el proyecto analizado. Esto representa un valor superior a cero por lo cual según la regla de decisión asumida, con respecto a al valor presente neto, el proyecto es viable. De igual forma la tasa de retorno del proyecto (24%) es mayor a la tasa social de descuento, por lo que supera ampliamente esta regla de decisión. Esto representa una rentabilidad mayor al costo de oportunidad del uso de los recursos en este proyecto. Caso similar es el que se presenta al analizar la razón B/C. Encontramos que por cada peso invertido en este proyecto se recuperan \$1,59 aproximadamente en beneficios socioeconómicos. Es decir que los beneficios

sociales cubren en esta proporción los costos de inversión y mantenimiento del proyecto, o en otras palabras, los beneficios representan el 159% de los costos estimados.

Según cálculos efectuados, si se cumplen los supuestos estimados, la inversión en el acueducto estaría justificada a partir del año 7, es decir, que en 2019 se habría recuperado la inversión efectuada a través de los beneficios en salud que traería la intervención para los habitantes beneficiados.

Bajo las condiciones analizadas es justo afirmar que es socioeconómicamente viable la construcción de un sistema de abastecimiento de agua en la comunidad indígena de La Rivera. Pero es importante poner a prueba la solidez de estos resultados. Aquí es donde se incluirá la incertidumbre presente en las estimaciones iniciales.

Cuadro 7. Flujo de fondos Socioeconómico

FLUJO DE FONDOS ECONOMICO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Costos del Proyecto	\$ 413.964.000	\$ 4.430.854	\$ 4.563.780	\$ 4.700.693	\$ 4.841.714	\$ 4.986.965	\$ 5.136.574	\$ 5.290.671
Beneficios estimados	\$ 70.832.390	\$ 79.332.490	\$ 82.132.589	\$ 84.814.798	\$ 87.570.217	\$ 90.613.837	\$ 93.528.924	\$ 96.524.448
<i>Reduccion de Costo Anual en Salud</i>	\$ 57.633.890	\$ 65.661.490	\$ 67.953.389	\$ 70.157.848	\$ 72.433.417	\$ 74.958.337	\$ 77.388.324	\$ 79.896.648
<i>Reduccion de Incapacidades</i>	\$ 13.198.500	\$ 13.671.000	\$ 14.179.200	\$ 14.656.950	\$ 15.136.800	\$ 15.655.500	\$ 16.140.600	\$ 16.627.800
<b>Flujo Neto</b>	<b>\$ (343.131.610)</b>	<b>\$ 74.901.636</b>	<b>\$ 77.568.809</b>	<b>\$ 80.114.105</b>	<b>\$ 82.728.504</b>	<b>\$ 85.626.872</b>	<b>\$ 88.392.350</b>	<b>\$ 91.233.777</b>
<b>FLUJO DE FONDOS ECONOMICO</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Costos del Proyecto	\$ 5.449.392	\$ 5.612.873	\$ 5.781.259	\$ 5.954.697	\$ 6.133.338	\$ 6.317.338	\$ 6.506.858	\$ 6.702.064
Beneficios estimados	\$ 99.835.097	\$ 103.005.933	\$ 106.265.162	\$ 109.868.704	\$ 113.320.461	\$ 117.137.418	\$ 120.794.260	\$ 124.554.643
<i>Reduccion de Costo Anual en Salud</i>	\$ 82.678.097	\$ 85.356.483	\$ 88.121.162	\$ 91.185.004	\$ 94.136.961	\$ 97.406.868	\$ 100.558.660	\$ 103.811.893
<i>Reduccion de Incapacidades</i>	\$ 17.157.000	\$ 17.649.450	\$ 18.144.000	\$ 18.683.700	\$ 19.183.500	\$ 19.730.550	\$ 20.235.600	\$ 20.742.750
<b>Flujo Neto</b>	<b>\$ 94.385.706</b>	<b>\$ 97.393.060</b>	<b>\$ 100.483.902</b>	<b>\$ 103.914.007</b>	<b>\$ 107.187.123</b>	<b>\$ 110.820.079</b>	<b>\$ 114.287.401</b>	<b>\$ 117.852.579</b>

<b>Reglas de Decision</b>	
VPNES	\$ 263.113.854,37
TIRES	24%
RAZON B/C	1,59

## 5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Con el análisis de sensibilidad se incorpora la incidencia de la incertidumbre (cambios imprevistos) sobre la rentabilidad o viabilidad económica del proyecto. La magnitud de estos cambios, es decir, qué tan grandes o pequeños dependerá de la elasticidad de esas relaciones; es decir, la sensibilidad de los resultados a cambios imprevistos en las variables del escenario base, en este caso se simularon dos escenarios alternativos.

En la metodología propuesta por la OMS este análisis de sensibilidad se realiza a través de un análisis por escenarios. Ese no será el caso en este estudio, la incidencia del riesgo en los resultados estimados se calculará con la ayuda de simulaciones de Monte Carlo.

Con la metodología propuesta a lo largo de este documento, un proyecto de inversión puede resultar viable si su valor presente neto esperado es positivo, y puede resultar “inviable” o no deseable, si su VPN esperado es negativo. Dado que en el valor presente neto calculado están incluidas numerosas variables inciertas, el VPN calculado es igualmente incierto. Por lo tanto, en teoría hay infinitud de posibles VPN, a partir de la misma información, cada uno con una probabilidad de ocurrencia. La mejor forma de calcular el VPN estimado es incluyendo la probabilidad de ocurrencia de cada una de las variables que influyen en el cálculo de VPN.

El método de Montecarlo es un método no determinístico de estimación, a través de numerosas simulaciones se busca acercarse al resultado “mas probable” de la variable objetivo. En nuestro caso se definen ciertas variables INPUT, con sus respectivas distribuciones de probabilidad, y se realizan un gran número de simulaciones logrando así estimar un abanico de posibles resultados de las variables OUTPUT. Este ejercicio se realizó con la ayuda del paquete estadístico @Risk de Pallisade, el cual está diseñado para realizar este tipo de simulaciones.

A continuación se definen las variables INPUT y OUTPUT consideradas en el modelo.

**Cuadro 8. Variables del modelo**

<b>Variables INPUT</b>	<b>Distribucion</b>	<b>Media</b>	<b>Desviacion</b>
Inflacion	Normal	3%	0,4%
Costos de Mantenimiento	Normal	1%	0,3%
Tasa de crecimiento poblacional	Normal	0,23%	0,03%
Tasa de Morbilidad	Normal	45%	5%
Reduccion de Incidencia Expost	Normal	35%	5%
<b>Variables OUTPUT</b>			
<b>VPN</b>			
<b>TIR</b>			
<b>RAZON B/C</b>			

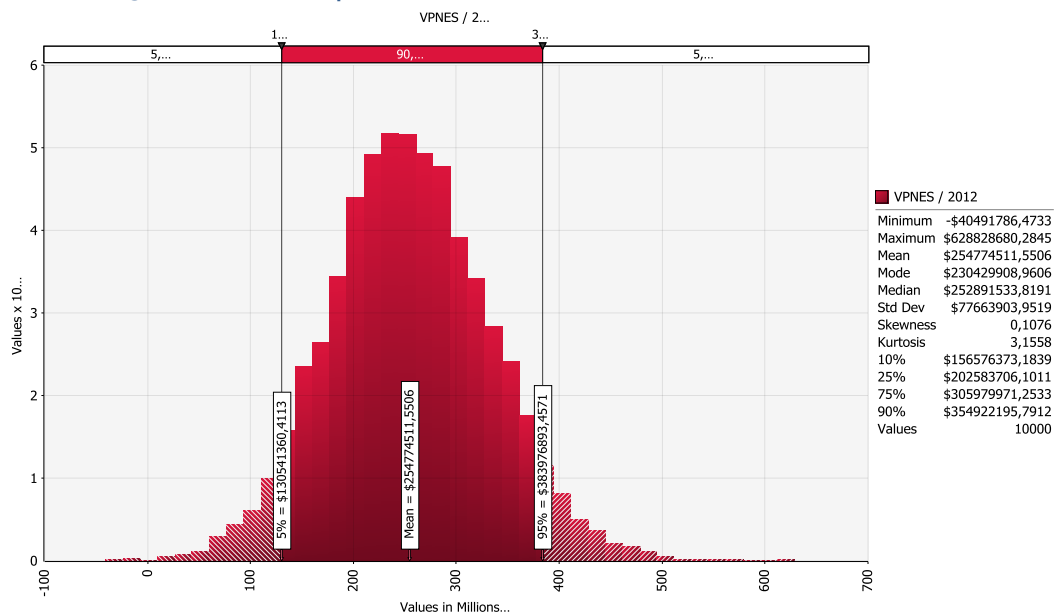
De igual forma y para evitar errores en las estimaciones, se utiliza la siguiente matriz de correlaciones.

**Cuadro 9. Matriz de correlaciones**

<b>MATRIZ DE CORRELACIONES</b>					
	Inflacion Proyectada	Costos de Mantenimiento	Tasa de Morbilidad	Reduccion de Incidencia Expost	Tasa de crecimiento poblacional
Inflacion Proyectada	1	0	0	0	0
Costos de Mantenimiento	0,8	1	0	0	0
Tasa de Morbilidad	0,01	0,02	1	0	0
Reduccion de Incidencia Expost	0,01	0,08	-0,7	1	0
Tasa de crecimiento poblacional	0,01	0,04	0,01	0,06	1

Teniendo lo anterior se determina a través de simulaciones de Montecarlo la distribución de probabilidades obtenida para cada variable OUTPUT teniendo en cuenta las distribuciones establecidas en las variables INPUT. Los resultados se encuentran a continuación:

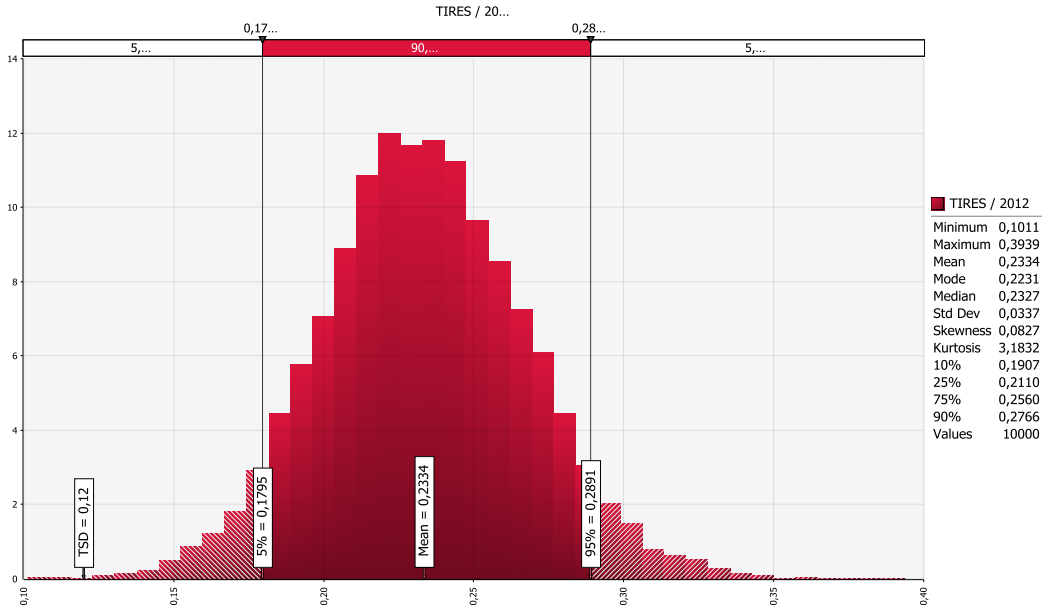
**Ilustración 3. Distribución de probabilidad del VPN**



Fuente: Calculos Propios

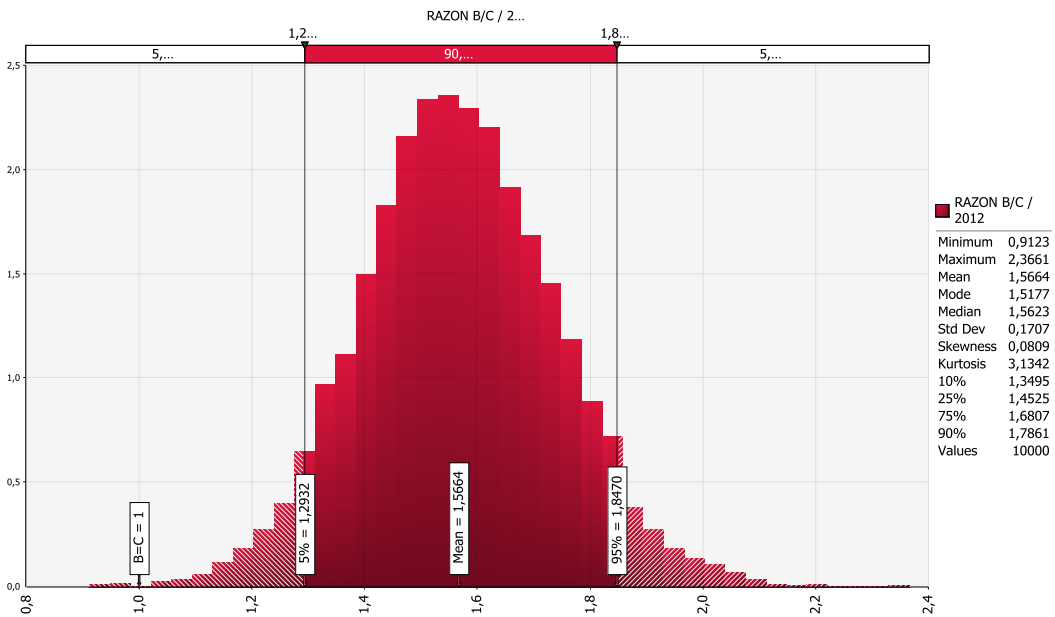
Encontramos que, basados en los supuestos utilizados en el modelo, existe un noventa por ciento de probabilidad de que el VPN del proyecto se encuentre entre - \$131'000.000 y \$384.000.000. El valor mas probable a obtener en el VPN es de \$254.000.000 aproximadamente el cual se ve reflejado por la media.

Ilustración 4. Distribución de probabilidad de la TIR



En cuanto a la Tasa interna de retorno, se encuentra que el valor más probable de dicho indicador es del 23%, claramente superior a la tasa social de descuento. Adicionalmente existe con un 90% de confianza se puede afirmar que la TIR del proyecto estará entre el 18% y el 29%.

Ilustración 5. Distribución de probabilidad de la Razón Beneficio-Costo



Por último se revisa la Razón Beneficio Costo y encontramos que el valor más probable es de 1,5, es decir que por cada peso invertido en el proyecto se esperan 1,5 pesos de valor socioeconómico representado por los beneficios obtenidos al reducir los niveles de morbilidad en la comunidad indígena de La Rivera.

En todos los casos se encontró que la variable que más influye sobre el resultado del indicador, de los INPUT contemplados en este estudio, es la efectividad de la intervención, la cual está representada por la tasa de reducción de enfermedades relacionadas con el recurso hídrico. Es por esto que se consideró hacer una prueba adicional en la cual se determinó que, *ceteris paribus*, para que el proyecto arroje un VPN positivo es necesario que la media de esta tasa se situó al menos en 22,1%, punto en el cual el VPN es aproximadamente \$0.

## **6. CONCLUSIONES**

En este documento se determinó la viabilidad desde el punto de vista de la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión, de la construcción de un sistema de abastecimiento de agua en la comunidad indígena de La Rivera, municipio de Florida en el Valle del Cauca.

Se estimó conveniente basar el estudio en la metodología sugerida por la OMS para intervenciones de acueductos rurales a pequeña escala, utilizando además valoración a precios sombra para tener en cuenta las distorsiones presentes en los precios de mercado. Se incluyó en esta metodología de valoración un análisis de

riesgos que ayudó a incorporar la incertidumbre presente en algunas variables de gran incidencia en la estimación de los flujos de fondos.

Se estimaron los impactos negativos y positivos del proyecto. A continuación se proyectó un flujo de fondos socioeconómico con el cual, mediante diferentes indicadores financieros y económicos, se determinó la viabilidad de la construcción del acueducto rural en la comunidad.

Bajo los supuestos planteados y con la información utilizada como insumo para este estudio, se logró determinar que la inversión en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua en la comunidad indígena es viable socioeconómicamente. Esto es, que los beneficios esperados son mayores a los costos presupuestados de la inversión. Se estimó un valor presente neto de la inversión de doscientos sesenta millones aproximadamente, con una TIR del 24% ampliamente superior a la tasa social de descuento, y se determinó que por cada peso invertido en este proyecto se recuperaría en beneficios sociales \$1,6.

Se determinaron distribuciones de probabilidad apropiadas para cinco variables de gran incidencia en el modelo y se realizó un análisis de riesgos a través de simulaciones de Monte Carlo. Encontrando que aun teniendo en cuenta la incertidumbre de dichas variables, y con un 90% de confianza se puede afirmar que los beneficios socioeconómicos esperados después de la intervención superan con creces los costos presupuestados de inversión.

Se recomienda hacer énfasis en actividades adicionales a labores de obra sobre las comunidades beneficiarias para maximizar la efectividad de la intervención, permitiendo mediante la socialización y divulgación de información, al igual que el trabajo en conjunto con la comunidad para fortalecer sus instituciones y patrimonio cultural, así como el adecuado aprovechamiento del recurso hídrico, para beneficio de ellos y de su territorio.

Se debe tener en cuenta las limitaciones del presente estudio. Al tratarse de un proyecto de inversión en infraestructura básica, es sumamente difícil hacer una valoración completa y exacta de los beneficios que puede traer la implementación del mismo sobre las comunidades beneficiadas. De igual forma se recalca que gran parte de la información que sirvió de insumo fue extraída de estudios realizados previamente en la comunidad objetivo.

## BIBLIOGRAFIA

AZQUETA Oyarzun, Diego. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill.

BID. Banco Interamericano de desarrollo. (1990). División de Investigación y política de desarrollo del Banco Interamericano de desarrollo. *Estimación de precios de cuenta para Colombia*. Washington D.C 1990

BID. Banco Interamericano de desarrollo. (2001). *Investing in water quality. Measuring Benefits, Costs and risks*.

BOTTEON, Claudia Nerina - TRAPÉ, Alejandro. (2001). *Metodología Para La Evaluación Socioeconómica De Proyectos De Entubamiento De Agua*. Universidad Nacional de Cuyo.

CAIRNCROSS, S. (1998). *The impact of sanitation and hygiene on health and nutrition. En Water Front. Un boletín para intercambiar información sobre educación en materia de agua, medio ambiente, saneamiento e higiene*. División de Programas de UNICEF, Sección de Agua, Medio Ambiente y Saneamiento. Fecha de publicación: 12 de diciembre de 1998.

CASTRO Rodríguez, Raúl y MOKATE, Karen. (2003). *Evaluación económica y social de proyectos de inversión*. 2ª. ED. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Economía: Ediciones Uniandes; Alfaomega Colombiana S.A.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2005). *Documento CONPES 91. Metas y estrategias de Colombia para el logro de los objetivos de desarrollo del milenio – 2015*.

DANE. (2005). *Censo General 2005*.

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2005). *Boletín Censo General 2005*. Bogotá; 2006.

DNP. Departamento Nacional de Planeación. (2012). *Manual Conceptual Metodología General para la Formulación de Proyectos*.

Edward Elgar Mendieta, Juan Carlos. (1999). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables: Aplicaciones de las Técnicas de Valoración No Mercadeables, y el Análisis Costo Beneficio y Medio Ambiente*. Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Facultad de Economía. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia. Julio, Documento CEDE 99-10, 1999.

Gobernación Del Valle Del Cauca, Secretaría Departamental de Salud. (2010). *Situación de salud del valle del cauca año 2009*. Santiago de Cali, noviembre 2010

IRC. International Water and Sanitation Centre. (2004). *Monitoring Millennium development goals*.

LONDERO, E (2003). *Shadow Prices for Project Appariasal*.

Min. Ambiente Vivienda y desarrollo territorial, Min de protección Social, Min del interior y de Justicia. (2003). *Abastecimiento de agua y saneamiento básico para poblaciones indígenas en Colombia*.

NACIONES UNIDAS, CEPAL. (2004) *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*.

OMS (2000) *Evaluación de los costos y de los beneficios del mejoramiento del agua y del saneamiento a nivel mundial*. sinopsis-Documento de trabajo.

OMS. Organización Mundial de la Salud. (2000). *Informe sobre la Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento en 2000*.

OMS (Organización Mundial de la Salud)/UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2000), *Evaluación mundial del abastecimiento de agua y el saneamiento en 2000*.

OMS (2004). (2004) *Enlaces sobre Agua, Saneamiento e Higiene a HECHOS Y CIFRAS sobre Salud*.

OMS. Organización Mundial de la Salud (2004). *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud HECHOS Y CIFRAS - \*actualización de noviembre de 2004*.

OMS. (2005). *La salud y los Objetivos de Desarrollo del Milenio*.

OMS. Organización Mundial de la Salud (2006). *Ambientes Saludables Y Prevención De Enfermedades. Resumen de Orientación*. OMS, 16.

OMS. (2007). *Salud en las Américas 2007. Capítulo Colombia*.

OMS. Organización Mundial de la Salud. (2008). *The Global Burden of Disease: 2004 Update*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data

OMS. Organización Mundial de la Salud. (2008). *Informe sobre salud en el mundo: La atención primaria en salud Más necesaria que nunc*”.

ONU (2010). *Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2010*. [http://www.un.org/es/comun/docs/?path=/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG\\_Report\\_2010\\_SP.pdf](http://www.un.org/es/comun/docs/?path=/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2010_SP.pdf). Editora Lois Jensen.

ONU. Organización de las Naciones Unidas (2010). *Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2010*.

OPS. (1999). *III Congreso De Las Américas De Municipios Saludables Y Comunidades Saludables*.

PALLISADE CORP. (2009). *Guide to using @RISK Version 5.5*.

PNUD. *Informe Sobre Desarrollo Humano 2003*. p.237 a 239. New York. 2003

Procuraduría general de la nación. 2010. *Recomendaciones para la elaboración de estudios previos aplicación del principio de planeación en la contratación de las entidades públicas de estudios previos*.

ROJA A, ROCIO. (2003). *Crecer Sanitos: Estrategias metodologías e instrumentos para investigar y comprender la salud de los niños indígenas*. OPS 2003.

Sarmiento, Miguel Ángel. (2003). *Desarrollo de un nuevo método de valoración medioambiental*. Tesis Doctoral para la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2003.

SECRETARIA DEPARTAMENTAL DE SALUD, Univalle. (2005). *Perfil Epidemiológico del Valle del Cauca 2001-2004*. 2005

Sotelo, Rubén Rafael - Guinea, Horacio Raúl. *Metodologías de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable y desagües cloacales*. Universidad Nacional del nordeste.

UNICEF (2006). *Progreso para la Infancia. Un balance sobre el agua y el saneamiento*. Número 5, septiembre de 2006. UNICEF.

WHO. (2004). *Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level*. Water, Sanitation and Health, Protection of the Human Environment. Geneva. 2004

WHO-UNICEF. (2005). *Water for life: Making it happen*. Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.