



INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES

Diplomado Superior en Gestión y Evaluación de Proyectos

Nombre de Proyecto:

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON FINALIDADES PRODUCTIVAS EN EL
ÁMBITO RURAL, MEDIANTE SISTEMAS DE TRATAMIENTO NATURALES O DE
BAJO COSTO ENERGÉTICO.**

Proponente:

Ing. Jean Wensley Ojeda Piedra

Tutor:

Dr. Iván Tohaza

Loja – Ecuador

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente Monografía fue desarrollada por el Sr. Jean Wensley Ojeda
Piedra, bajo mi supervisión y apoyo

Dr. Iván Tohaza Gutiérrez

DOCENTE ASESOR DE MONOGRAFIA DEL IAEN

AUTORÍA

Los contenidos, ideas, interpretaciones, opiniones y diseños incluidos en el presente documento, son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Jean Wensley Ojeda Piedra

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN

Autorizo al Instituto de Altos Estudios Nacionales hacer uso del presente trabajo para su publicación parcial o total.

Jean Wensley Ojeda Piedra

DEDICATORIA

A mi esposa, a mi madre.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a todo el personal docente y administrativo del Instituto de Altos Estudios Nacionales - IAEN, quienes supieron transmitir a cabalidad sus conocimientos y experiencias en el presente diplomado.

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto “*Tratamiento de aguas residuales con finalidades productivas en el ámbito rural mediante sistemas de tratamiento naturales o de bajo costo energético*”, será ejecutado por la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo. El proyecto beneficiará a 1.116 personas asentadas en diez comunidades rurales de la mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo de manera directa y, a 17.526 habitantes de manera indirecta asentadas aguas abajo de las comunidades inicialmente beneficiarias, que por la acción contaminante de las aguas residuales provenientes de los domicilios han sido afectados.

El proyecto se ejecutará en 10 comunidades rurales pertenecientes a los cantones de la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo. Las comunidades beneficiadas serán: Nambacola, Sacapalca, Purunuma, Las Aradas, Fundochamba, Jimbura, El Airo, Utuana, Nueva Fátima, Tacamoros.

El objetivo principal de la propuesta será la disminución del impacto social, ambiental, y económico causado por las aguas residuales originadas en las comunidades rurales, mediante la utilización de métodos naturales de depuración. El costo total del Proyecto asciende a US 536.884,20, cuyo plazo de ejecución será de dos años a partir del año 2013.

INDICE

CAPÍTULO I: EL PLAN DE MONOGRAFÍA	10
1.1. FORMULACIÓN DEL TEMA	10
1.1.1. Descripción del problema a ser analizado	10
1.1.2. Objetivo central de la monografía	12
1.1.3. Literatura académica relevante	13
1.2. Sobre la propuesta de contenido	20
1.3. Sobre el cronograma	23
CAPÍTULO II: PERFIL DE PROYECTO	24
2.1. NOMBRE DEL PROYECTO	24
2.2. UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA UDAF	24
2.3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	25
2.4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL (DIAGNÓSTICO)	26
2.5. ANTECEDENTES	29
2.6. JUSTIFICACIÓN	30
2.7. BENEFICIARIOS	35
2.8. PROYECTOS RELACIONADOS Y / O COMPLEMENTARIOS	35
2.9. OBJETIVOS	36
2.9.1. Objetivo General	36
2.9.2. Objetivos Específicos	36
2.10. METAS	37
2.11. ACTIVIDADES	37
2.12. INVERSIÓN TOTAL DE PROYECTO	42
2.13. CRONOGRAMA VALORADO DE ACTIVIDADES	43
2.14. DURACIÓN DEL PROYECTO Y VIDA ÚTIL	45
2.15. INDICADORES DE RESULTADOS ALCANZADOS: CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	45
2.16. IMPACTO AMBIENTAL	46
2.17. AUTOGESTIÓN Y SOSTENIBILIDAD	47
2.18. ANEXOS	49

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
3.1. CONCLUSIONES	51
3.2. RECOMENDACIONES	53
3.3. BIBLIOGRAFÍA	55

CAPÍTULO 1: EL PLAN DE MONOGRAFÍA

1.1. TEMA

Tratamiento de aguas residuales con finalidades productivas, en el ámbito rural mediante sistemas de tratamiento naturales o de bajo costo energético.

1.2. PROBLEMATICA

Las comunidades beneficiarias se ubicarán en el área rural de los cantones de Quilanga, Espíndola, Calvas, Sozoranga y Gonzanamá.

La actividad económica primordial de estos sectores es la agricultura basada en el cultivo de diversas especies y la ganadería de leche, actividades que, debido a las malas prácticas agrícolas han provocado la deforestación de una gran parte del bosque nativo y la pérdida de los suelos debido a la erosión.

Los ingresos familiares, dependientes del tamaño de la parcela y del cultivo que se siembre, de la especie de animal que se críe y de la fluctuación de los precios en el mercado, se estima, de acuerdo a la investigación de campo, en un promedio fluctuante entre 600 y 1200 dólares para el sector rural. Otras actividades que generan recursos son la albañilería, con un ingreso anual estimado de \$ 3600 – 4800; servicio doméstico \$ 1200 – 1500.

Dentro del ámbito del saneamiento ambiental básico, la falta de infraestructura y la carencia de servicios eficientes para el tratamiento de las aguas residuales son el motivo fundamental para que se registren coberturas sumamente deficientes en cuanto a la prestación de un buen servicio por parte de los gobiernos locales.

Dentro de la mancomunidad, en las parroquias y barrios rurales, la eliminación de excretas es un problema crítico que ha traído como consecuencia el deterioro ambiental. Según el SIISE y datos provenientes de los diferentes Planes de Desarrollo Cantonales aproximadamente el 54,7% de la población, realiza sus necesidades

biológicas al aire libre, debido a la falta de letrinas o servicios sanitarios, situación que se relaciona además con la educación e inadecuadas prácticas sanitarias. Sólo el 45,30% en promedio de las aguas residuales se recogen a través de sistemas de alcantarillado sanitario u otro sistema y reciben algún tipo de tratamiento antes de ser vertidas a los cauces hídricos cercanos.

La población total de la mancomunidad es de 70.881 habitantes, cada habitante consume un promedio de agua potable estimada en 150 l/hab/día, de los cuales el 70% aproximadamente se convierte en aguas servidas; la cantidad de aguas residuales producidas y descargadas es de 7442,51 m³/día y de 2716516,15 m³/año, con una producción per cápita de 105 l/hab/día; de la cual, únicamente reciben algún tipo de tratamiento 3371,46 m³/día o 1230581,82 m³/año. Los restantes 4071,05 m³/día o 1485934,33 m³/año son descargadas sin ningún tratamiento a los cauces hídricos más cercanos, provocando con ello importantes problemas de contaminación del agua, que en muchos de los casos es utilizada aguas abajo para la realización de diversas actividades de producción agrícola y pecuaria y hasta para consumo humano.

En el ámbito rural la población es de 47024 habitantes, de los cuales el aproximadamente el 70% no cuenta con sistemas de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios. La producción de aguas residuales es de 105 l/hab/día o 4937,52 m³/día y 1802194,80 m³/año, de los cuales únicamente 1481,26 m³/día y 540658 m³/año reciben algún tipo de tratamiento. Los restantes 3456,26 m³/día o 1261536,36 m³/año son vertidos sin ningún tratamiento al entorno. (*Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira, 2009*)

Si bien en algunas comunidades se han construido proyectos de letrización para erradicar esta práctica, aparentemente no han tenido el impacto esperado de reducir la disposición de excretas al aire libre, lo que se podría interpretar como un uso inadecuado de las letrinas o su no utilización y falta de acompañamiento a la gente

para el cambio de hábitos sanitarios. En otras en cambio, se observa que la situación de saneamiento se agudiza en la medida en que la infraestructura existente ya cumplió su vida útil o los sistemas implementados no son operativos debido a los altos costos y a la dificultad de las actividades de operación y mantenimiento que éstos demandan o no se adaptan a las condiciones locales, razón por la cual se abandonan o simplemente se deterioran.

En otras comunidades simplemente no han existido programas de eliminación de excretas y de tratamiento aguas residuales, población que generalmente es de pequeñas comunidades con población en su mayoría de escasos recursos económicos y que carece de los más elementales servicios básicos, incluida la provisión de agua segura y de calidad.

1.3. OBJETIVO CENTRAL

Realizar una propuesta para el tratamiento de las aguas residuales que se producen en las comunidades rurales de la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, de manera que les permita a las autoridades municipales aplicar políticas ambientales encaminadas a disminuir los niveles de contaminación del agua.

Objetivos específicos

- Generar propuestas a las autoridades de la Mancomunidad de la Cuenca alta del Río Catamayo, para aplicar medidas técnicas para el tratamiento de las aguas residuales rurales.
- Establecer un sistema de gestión aguas residuales alternativo para comunidades asentadas en los sectores rurales de la mancomunidad.

1.4. MARCO TEÓRICO

La Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales es parte de la gestión ambiental municipal, por lo tanto se puede definir como: “La identificación y aplicación de estrategias y acciones para el manejo de todos los componentes generadores y consecuentes de una problemática específica de contaminación hídrica, con la cual se desea prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos para el ambiente y la salud humana” (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2002).

1.4.1. Problemática de las Aguas Residuales

1.4.1.1. Problemática ambiental

Las descargas de aguas residuales domiciliarias se ha convertido en una de los problemas ambientales más críticos y más crecientes, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos pequeños, medianos y grandes es notable debido en muchos de los casos a la situación socioeconómica predominantes a nivel de país.

Desde el punto de vista ambiental, la contaminación de las aguas no sólo elimina una buena parte de la vegetación y fauna autóctona acuática, sino que también ocasiona desequilibrios generalizados a todo el ecosistema terrestre que de estas masas de agua depende. El exceso de materia orgánica y de nutrientes en el agua (nitrógeno, fósforo) conduce a la eutrofización, es decir, el agotamiento de oxígeno y la muerte de la mayoría de los seres vivos. Los metales pesados y otros compuestos tóxicos producen envenenamientos y bioacumulación. (*Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2002*)

1.4.1.2. Problemática socioeconómica

Los vertimientos de aguas residuales a los cuerpos de agua no solo impactan la vida acuática, si no que principalmente afectan la salud humana. La contaminación

bacteriológica presente en las aguas negras municipales es la más relevante a nivel sanitario, ya que estas contienen en grandes cantidades microorganismos patógenos generadores de múltiples enfermedades (cólera, amebiasis, disenteria, gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis A, entre otras). *(Fernández González, J, 2005)*

La disponibilidad natural de agua potable se reduce cuando existen vertimientos aguas arriba de las captaciones, por esta causa son muchos los centros poblados que consumen aguas de mala calidad; que se agrava con la falta de un adecuado sistema de potabilización.

Los impactos económicos por un mal manejo y disposición de las aguas residuales no está suficientemente valorado, pero es evidente los sobrecostos que es necesario invertir para remover los principales contaminantes. Las plantas de tratamiento de agua potable se han convertido sin pretenderlo, en sistemas de tratamiento de aguas residuales que aunque diluidas exigen una mayor cantidad de adición de químicos y un mayor esfuerzo en las actividades de mantenimiento y operación.

Las inversiones adicionales en la salud no son menores, en aquellas poblaciones carentes de sistemas de potabilización adecuados, se evidencia una mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales que generan grandes gastos en servicios de salud. *(Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2002)*

1.4.1.3. Características de las Aguas Residuales

Las aguas residuales urbanas se diferencian en función de los tipos de vertidos que las componen:

- ✓ **Aguas domiciliarias:** Se pueden a su vez subdividir en aguas de cocina, con sales, materia orgánica, y sólidos; aguas de baño, con jabones y productos de limpieza.
- ✓ **Aguas negras:** Proceden de la defecación humana y contienen residuos fecales del orden de 100 a 250 gramos por habitante y día, con gran cantidad de microorganismos patógenos aerobios y anaerobios.

- ✓ **Aguas pluviales:** Aunque en origen se trate de agua pura, su paso por áreas urbanas altera enormemente su composición. Las aguas residuales urbanas más típicas tienen componentes fácilmente separables o biodegradables. Los volúmenes generados por habitante son variables. Por lo general, las pequeñas comunidades tienen consumos por habitante inferiores a los de los grandes núcleos, pero con vertidos más concentrados. (*Fernández González, J, 2005*)

1.4.1.4. Características físicas, químicas y biológicas

La composición de las ARU presenta un margen de variación entre diferentes poblaciones ya que, además, de las influencias de origen doméstico, industrial y pluvial, los usos públicos del agua varían en función de la naturaleza de la población. Por tanto, la composición de las aguas residuales se refiere a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua residual. (*Metcalf & Eddy, 1996*).

En términos generales, la mayor parte de los componentes presentes en las ARU son: materia orgánica, materia inorgánica, microorganismos, nutrientes, metales.

Las principales características físicas de un agua residual, son: pH, Sólidos totales, Sólidos disueltos, Sólidos en suspensión, Nitrógeno (Orgánico, amoniacal, nitrato, nitrito), Fósforo (orgánico, inorgánico), Cloruros, Alcalinidad, Grasas, Carbono orgánico Total (COT), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Boro, metales pesados (cadmio, níquel, cromo, cobre, hierro, plomo, mercurio, manganeso, zinc), pesticidas (Organoclorados y Organofosforados).

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano. Las bacterias y otros microorganismos cumplen un papel activo dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica y necesitan nutrientes para su

desarrollo, tales como: N, P, K, Mg, Fe, Cl, su ausencia limitaría o alteraría su crecimiento. (*Crites Tchobanoglous, 2000*)

Uno de los parámetros más usados para evaluar las características bacteriológicas de un agua residual son los Coliformes Totales que incluyen: Coliformes Fecales + Coliformes de Origen No-fecal. Los coliformes son especies de organismos que indican contaminación por desechos humanos y animales. Es importante mencionar que el grupo Coliformes Fecales están compuestos de varias cepas de bacterias, donde se encuentra el *Escherichia Coli*.

La *E. Coli*, es un organismo parte de la población bacteriana que se encuentra en los intestinos del ser humano y animales, común en heces humanas. Las especies de *E. Coli* aparentan ser las más representativas de contaminación por origen fecal, por lo que se lo utiliza como un indicador. (*Metcalf & Eddy, 1996*)

1.4.1.5. La Generación de Aguas Residuales en las Pequeñas Comunidades

Los caudales y calidades de las aguas residuales que se generan en las pequeñas aglomeraciones urbanas difieren notablemente de las que proceden de los grandes núcleos de población, como consecuencia directa de sus diferentes dinámicas de actividad económica y social.

Cuanto más pequeño es el núcleo de población más fuertes son las oscilaciones de caudal de las aguas residuales que en él se generan, lo que se traduce en una menor dilución de los contaminantes generados en la población, lo que se traduce en incrementos en su concentración. (*Proyecto DEPURANAT, 2008*)

1.4.1.6. La problemática de las aguas residuales en pequeñas comunidades

Las pequeñas comunidades rurales, por su propia localización geográfica y grado de desarrollo, presentan una problemática específica que dificulta la provisión de los servicios de saneamiento ambiental básicos. En esta problemática destacan:

- La difícil o nula accesibilidad a las grandes redes de saneamiento conectadas a sistemas de depuración convencional centralizados, por razones de lejanía u orografía compleja.
- Los efluentes depurados, en la mayoría de los casos, deben cumplir normativas de vertido estrictas.
- El hecho de no poder aprovechar las ventajas que supone la economía de escala como consecuencia de su pequeño tamaño, lo que conduce a que los costos de implantación y de mantenimiento y explotación por habitante sean elevados.
- La escasa capacidad técnica y económica para la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales por parte de las comunidades locales. (*Proyecto DEPURANAT, 2008*)

1.4.1.7. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Convencionales

El tratamiento de aguas residuales (o agua servida, doméstica, etc.) incorpora procesos físicos químicos y biológicos, que tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos introducidos por el uso humano cotidiano del agua. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable al ambiente, y un residuo sólido o lodo que con un proceso adecuado sirve como fertilizante orgánico para la agricultura o jardinería.

Las aguas residuales pueden ser tratadas dentro del terreno (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) y en caso de zonas comunales, éstas son

llevadas mediante una red de tuberías para ser trasladados a una planta de tratamiento.

Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones locales y sectoriales regulaciones y controles).

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- **Tratamiento primario:** Para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos; es decir el proceso de decantación de los sólidos. Los sistemas más conocidos son: Fosa séptica, tanques IMHOFF,
- **Tratamiento secundario:** Es utilizado para degradar el contenido biológico de las aguas residuales; es decir el tratamiento biológico de sólidos flotantes y sedimentados. Los sistemas más usados son: fangos activos, lagunajes, biodiscos, zanjas filtrantes, humedales artificiales, filtros percoladores, entre otros.
- **Tratamiento terciario:** Etapa final que permite aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, quebradas, lagunas, etc.); es decir son pasos adicionales al tratamiento (micro-filtración, ósmosis o desinfección). El riego puede ser utilizado como un tratamiento terciario. (*Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú, 2008*)

1.4.1.8. Los sistemas de depuración naturales

Las tecnologías y procesos de depuración de aguas residuales urbanas o domiciliarias que reúnen las características que exigen las pequeñas comunidades su definen bajo el nombre de Sistemas de Depuración Natural, aunque también se conocen como tecnologías de bajo costo económico, tecnologías no convencionales o tecnologías sostenibles.

Los sistemas de depuración natural ofrecen interesantes prestaciones para una gestión integral de las aguas residuales. Las aguas residuales, cargadas de materia orgánica y de nutrientes, son una posible fuente de recursos para el entorno rural. Puede resultar una alternativa atractiva para explotaciones agropecuarias, transformando los residuos en productos útiles.

Los sistemas de depuración natural son el resultado del diseño ecológico que toma como fuente de partida e inspiración los ecosistemas naturales. Convencionalmente se ha planteado el tratamiento de aguas residuales como una acción de mejora lineal y desconectada del entorno natural. Se depura para no dañar el río, pero casi nunca se plantea el tratamiento de las aguas residuales como un mecanismo de recuperación, de ahorro y de integración ambiental y socioeconómica. El diseño de estos ecosistemas se convierte en un importante valor paisajístico y de fomento de la biodiversidad propia de los ecosistemas naturales.

Los sistemas naturales se caracterizan por:

- Gasto energético mínimo.
- Simplicidad de mantenimiento y explotación.
- Garantía de funcionamiento eficaz frente a grandes oscilaciones de caudal y de carga contaminante. (*Proyecto DEPURANAT, 2008*)

1.4.1.9. Tecnologías disponibles

De acuerdo al Proyecto DEPURANAT, 2008, los sistemas de depuración naturales pueden estar constituidos por la combinación de diferentes elementos o tecnologías que conforman una unidad funcional. Al igual que los sistemas convencionales intensivos, los sistemas de depuración natural suelen disponer de las clásicas etapas de pretratamiento, tratamiento primario y secundario, e incluso tratamiento terciario o avanzado.

Entre las tecnologías y procesos que pueden ser utilizados destacan:

Pre-tratamientos y tratamientos primarios

Fosas sépticas

Tanques Imhoff

Lagunas anaerobias

Sistemas que recurren al uso del suelo como elemento depurador

Filtros verdes

Zanjas filtrantes

Sistemas que simulan condiciones propias de los humedales naturales

Humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal

Humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical

Sistemas que imitan los procesos naturales de depuración de ríos y lagos

Lagunas anaerobias

Lagunas facultativas

Lagunas de maduración

1.5. METODOLOGÍA

Para la consecución del proyecto se realizarán las siguientes acciones:

- 1) Se procederá a realizar un análisis de las características físico, químicas y biológicas de los efluentes residuales de cada una de las comunidades, con la finalidad de tener datos de referencia que permitan poder elegir, diseñar y construir los

sistemas de depuración natural que se adapten a las zonas de intervención. Para ello se realizarán las siguientes actividades:

- ❖ Estudio hidroclimático de la zona.
- ❖ Medición de caudales y toma de muestras de aguas residuales comunitarias y de suelos.
- ❖ Análisis de laboratorio para muestras de agua y suelo.
- ❖ Análisis e interpretación de resultados.

2) Una vez se obtengan los resultados de caracterización de las aguas residuales a tratar, se procederá a seleccionar los modelos de recolección y depuración naturales que mejor se adapten a cada localidad, a fin de garantizar un elevado porcentaje de depuración y de adaptación al medio. Para esto se realizarán las siguientes actividades:

- Selección de sitios a intervenir.
- Selección de alternativas de depuración no convencional de aguas residuales.
- Contratación para elaboración de estudios y diseños de sistemas de depuración de aguas residuales para comunidades rurales.
- Contratación para construcción de sistemas de depuración de aguas residuales.
- Operación y mantenimiento de los sistemas de depuración.
- Evaluación de eficiencia de los sistemas de depuración.

3) Luego de construidos los sistemas y de encontrarse los mismos en fase de operación, como una forma de complementar el tratamiento de los efluentes domiciliarios por una parte, y por otra como una manera de contribuir a la reactivación agrícola de las zonas a intervenir, se procederá a buscar alternativas de reutilización

de los efluentes provenientes de cada una de las plantas de depuración; para lo cual, se construirán infraestructuras de almacenamiento de los líquidos depurados y se instalarán parcelas agrícolas con sistemas de riego tecnificado que permitan al campesino poder producir y elevar sus niveles de producción y productividad agropecuaria.

Para esta fase se realizarán las siguientes acciones:

- Toma de muestras y análisis de laboratorio de los efluentes provenientes del sistema de depuración.
- Análisis y selección de alternativas de reutilización de aguas las aguas depuradas en sistemas productivos.
- Diseño y construcción de sistemas de reutilización de aguas depuradas (riego).
- Implementación de parcelas de cultivo demostrativas que utilicen aguas depuradas para riego.
- Evaluación de la experiencia.

4) Finalmente, como una manera de garantizar la sostenibilidad del proceso, se procederá a realizar con la comunidad y núcleos familiares, programas de educación para el uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento, la reutilización de aguas residuales, cambio de los hábitos sanitarios y de salud, la protección de fuentes de agua, entre otros. Además, se impulsará programas de atención primaria en salud.

Para este propósito se han plantean las siguientes actividades:

- Taller teórico-práctico sobre uso, operación y mantenimiento del sistema de depuración de aguas residuales a nivel comunitario.
- Taller teórico-práctico sobre buenos hábitos de salud e higiene.
- Taller teórico-práctico de gestión de fuentes del recurso hídrico.

- Taller teórico-práctico de gestión de cuencas hidrográficas.
- Conformación de la Junta Administradora del Sistema de Depuración de Aguas Residuales Comunitario.

1.6. CRONOGRAMA

OBJETIVOS	AÑO 1				AÑO 2			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Aguas residuales de comunidades rurales caracterizadas cualitativa y cuantitativamente en sus constituyentes físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológico								
Modelos de recolección y depuración por métodos naturales seleccionados, diseñados e implementados a las condiciones propias de las comunidades								
Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales reutilizados en actividades de mejoramiento de la producción y productividad agrícola a través del riego								
Comunidad y núcleos familiares educados y con conocimientos necesarios sobre uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento y reutilización de aguas residuales, hábitos sanitarios, protección de fuentes de agua, prevención de enfermedades y programas de atención primaria en salud								

CAPÍTULO II. PERFIL DEL PROYECTO

2.1. Nombre del Proyecto

Tratamiento de aguas residuales con finalidades productivas, en el ámbito rural mediante sistemas de tratamiento naturales o de bajo costo energético.

2.2. Unidad de Administración Financiera UDAF.

El proyecto será ejecutado por la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, organización municipal que fue creada mediante Convenio de Constitución, publicado en el 25 de febrero de 2011 en el Registro Oficial N° 125. La mancomunidad se encuentra conformada por los Gobiernos Autónomos Descentralizados de los cantones Quilanga, Espíndola, Calvas, Sozoranga y Gonzanamá.

Sus objetivos son:

- Promover la gestión mancomunada del recurso hídrico, con miras a la conservación, uso y aprovechamiento sostenible del agua para consumo humano, la seguridad alimentaria, el caudal ecológico y el desarrollo económico de las poblaciones locales.
- Gestionar la cooperación interna y externa a través de programas, proyectos, convenios, acuerdos, aportes o préstamos para la consecución de los objetivos comunes propuestos por los GADs de la mancomunidad.
- Fortalecer la integración fronteriza y el mejoramiento de las capacidades locales para la gestión binacional del agua.

Para la consecución del proyecto se tendrá como socio estratégico al Plan Binacional Capítulo Ecuador, quienes se encargarán de realizar los contactos pertinentes, con

instituciones y organismos internacionales que asesorarán y financiarán la ejecución del proyecto.

Además se recurrirá a la participación de la Banca Pública del Ecuador a través del Banco del Estado.

La Unidad de Administración Financiera UDAF, será la Unidad Financiera de la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, quien se apoyará en materia financiera y presupuestaria, en cada una de las Direcciones Financieras de cada Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. Sus funciones serán las de coordinar la programación y formulación del presupuesto, la programación de la ejecución presupuestaria. La UDAF no tendrá competencias de carácter operativo, la coordinación será permanente y efectiva con la Unidad Técnica de la Mancomunidad, quien actuará como unidad ejecutora, instancia que se encargará de operativizar el proyecto. La unidad operativa coordinará las intervenciones en los territorios con las diferentes Direcciones de Planificación y de Obras Públicas de cada uno de los GADs.

2.3. Localización geográfica

La Cuenca Catamayo-Chira, tiene una superficie de 17.199,18 kilómetros cuadrados. Los cantones Calvas, Gonzanamá, Sozoranga, Espíndola y Quilanga abarcan el 20.73% de la totalidad de la Cuenca.



El área total de influencia de los cantones en estudio es fuente proveedora de importantes recursos, principalmente hídricos al interior de la Cuenca. Al momento, son casi 70.881 habitantes que realizan sus actividades en esa zona geográfica, población que con el desarrollo de sus actividades ha provocado en los últimos años impactos negativos en casi todos los componentes de la Cuenca.

Cuadro 1. Superficie por cantones, 2012

PROVINCIAS	SUPERFICIE	SUPERFICIE	PORCENTAJE
	Km ²	Ha	%
CALVAS	1.700,00	170.000,00	47,67
GONZANAMÁ	697,00	69.700,00	19,55
SOZORANGA	428,00	42.800,00	12,00
ESPINDOLA	511,00	51.100,00	14,33
QUILANGA	230,00	23.000,00	6,45
TOTALES	3.566,00	356.600,00	100,00

Fuente: IGM - Ecuador Político

El proyecto se ejecutará en 10 comunidades rurales pertenecientes a los cantones de la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo. Las comunidades beneficiadas son: Nambacola, Sacapalca, Purunuma, Las Aradas, Fundochamba, Jimbura, El Airo, Utuana, Nueva Fátima, Tacamoros.

2.4. Análisis de la situación actual

Las comunidades en estudio se encuentran ubicadas en el área rural de los cantones de Quilanga, Espíndola, Calvas, Sozoranga y Gonzanamá. El clima predominante es de tipo subtropical, con temperaturas promedio entre los 16 °C y 20 °C, precipitaciones anuales entre 600 a 1100 mm.

La actividad económica primordial es la agricultura basada en el cultivo de diversas especies y la ganadería de leche, actividades que, debido a las malas prácticas agrícolas han provocado la deforestación de una gran parte del bosque nativo y la pérdida de los suelos debido a la erosión.

Los principales cultivos de la zona, el maíz y fréjol, se cultivan esencialmente en predios pequeños y medianos y en forma asociada. El maíz constituye la base de la alimentación de los pobladores (autoconsumo) y los animales domésticos, tanto el grano fresco, seco y residuos como taralla y rastrojo. Otros cultivos como café, caña de azúcar, papa, yuca, cebolla, arveja, plátano, guineo, hortalizas y legumbres, se encuentran en los barrios urbano-marginales y en barrios rurales, en donde las mujeres tienen una participación muy destacada, para la cual también aportan los niños.

Los ingresos familiares, dependientes del tamaño de la parcela y del cultivo que se siembre, de la especie de animal que se críe y de la fluctuación de los precios en el mercado, se estima, de acuerdo a la investigación de campo, en un promedio fluctuante entre 600 y 1200 dólares para el sector rural. Otras actividades que generan recursos son la albañilería, con un ingreso anual estimado de \$ 3600 – 4800; servicio doméstico \$ 1200 – 1500.

Dentro del ámbito del saneamiento ambiental básico, la falta de infraestructura y la carencia de servicios eficientes para el tratamiento de las aguas residuales son el motivo fundamental para que se registren coberturas sumamente deficientes en cuanto a la prestación de un buen servicio por parte de los gobiernos locales.

Dentro de la mancomunidad, en las parroquias y barrios rurales, la eliminación de excretas es un problema crítico que ha traído como consecuencia el deterioro ambiental. Según el SIISE y datos provenientes de los diferentes Planes de Desarrollo Cantonales aproximadamente el 54,7% de la población, realiza sus necesidades

biológicas al aire libre, debido a la falta de letrinas o servicios sanitarios, situación que se relaciona además con la educación e inadecuadas prácticas sanitarias. Sólo el 45,30% en promedio de las aguas residuales se recogen a través de sistemas de alcantarillado sanitario u otro sistema y reciben algún tipo de tratamiento antes de ser vertidas a los cauces hídricos cercanos.

La población total de la mancomunidad es de 70.881 habitantes, cada habitante consume un promedio de agua potable estimada en 150 litros/hab/día, de los cuales el 70% aproximadamente se convierte en aguas servidas; la cantidad de aguas residuales producidas y descargadas es de 7442,51 m³/día y de 2716516,15 m³/año, con una producción per cápita de 105 litros/hab/día; de la cual, únicamente reciben algún tipo de tratamiento 3371,46 m³/día o 1230581,82 m³/año. Los restantes 4071,05 m³/día o 1485934,33 m³/año son descargadas sin ningún tratamiento a los cauces hídricos más cercanos, provocando con ello importantes problemas de contaminación del agua, que en muchos de los casos es utilizada aguas abajo para la realización de diversas actividades de producción agrícola y pecuaria y hasta para consumo humano.

En el ámbito rural la población es de 47.024 habitantes, de los cuales el aproximadamente el 70% no cuenta con sistemas de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios, con una producción de aguas residuales de 80 litros/hab/día, se infiere que la cantidad de aguas negras y grises producidas es de 3.761,92 m³/día o 1 373.100,80 m³/año, de los cuales únicamente 1.128,58 m³/día y 411.931,70 m³/año reciben algún tipo de tratamiento. Los restantes 2.633,34 m³/día o 961.170,56 m³/año son vertidos sin ningún tratamiento al entorno. (*Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira, 2009*)

Si bien en algunas comunidades se han construido proyectos de letrización para erradicar esta práctica, aparentemente no han tenido el impacto esperado de reducir la

disposición de excretas al aire libre, lo que se podría interpretar como un uso inadecuado de las letrinas o su no utilización y falta de acompañamiento a la gente para el cambio de hábitos sanitarios. En otras en cambio, se observa que la situación de saneamiento se agudiza en la medida en que la infraestructura existente ya cumplió su vida útil o los sistemas implementados no son operativos debido a los altos costos y a la dificultad de las actividades de operación y mantenimiento que éstos demandan o no se adaptan a las condiciones locales, razón por la cual se abandonan o simplemente se deterioran.

En otras comunidades simplemente no han existido programas de eliminación de excretas y de tratamiento aguas residuales, población que generalmente es de pequeñas comunidades con población en su mayoría de escasos recursos económicos y que carece de los más elementales servicios básicos, incluida la provisión de agua segura y de calidad.

2.5. Antecedentes

La actividad humana ejerce un significativo impacto sobre los recursos hídricos, siendo los cursos de agua particularmente vulnerables a la contaminación, lo que provoca una modificación de la composición físico-química y biológica del agua, comprometiendo su reutilización dificultando el proceso de autodepuración de los mismos.

Las aguas residuales a menudo son vertidas directamente en cuerpos de agua, sin haber recibido tratamiento previo, contaminándolos severamente y siendo el origen de enfermedades infecciosas que afectan a todas personas, sobre todo a los niños.

En un gran porcentaje de comunidades urbanas y rurales pertenecientes a la mancomunidad, y en general de la provincia de Loja y del país, las aguas residuales provenientes de los domicilios son descargadas directamente a los cauces naturales y al suelo, debido a que no cuentan con un sistema de tratamiento de los efluentes

producidos al interior de los domicilios. Al verter estas aguas directamente a los cauces naturales, se los contamina, y se perjudica a las poblaciones que se ubican aguas abajo, en donde este mismo recurso se utiliza como fuente de abastecimiento de agua potable. Esta acción no premeditada por parte de las comunidades, ha provocado que en los últimos años, la ocurrencia de enfermedades de origen hídrico haya aumentado.

Con la finalidad de poder dar solución a esta problemática ambiental y de salud pública, los Gobiernos Municipales pertenecientes a la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, siguiendo los lineamientos para la provisión de sistemas de saneamiento ambiental, se encuentran considerando realizar una intervención técnica-ambiental que permita dotar de este servicio básico a las comunidades asentadas en el sector rural. En primera instancia el proyecto a implementar iniciará con una fase de experimentación en diez comunidades rurales con poblaciones de hasta 100 habitantes, que permita por una parte, realizar el tratamiento de las aguas residuales domiciliarias producidas, con el uso de tecnologías que respondan y se adapten a las condiciones propias de los sectores rurales, en donde los tratamientos convencionales no han funcionado, y por otra, que una vez realizados los tratamientos de depuración, el efluente tratado pueda servir en una segunda fase, para el establecimiento y fortalecimiento de acciones de producción agrícola de las zonas a intervenir mediante provisión de riego parcelario, que a su vez servirá como fase final de depuración de los efluentes domiciliarios.

2.6. Problemática y justificación

El bienestar de la población depende de la satisfacción de sus necesidades básicas, tanto en términos económicos y sociales como ambientales. Sin embargo, el crecimiento de la población ha traído consigo un problema de contaminación ocasionado por el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento, la disposición

inadecuada de residuos sólidos, lo cual obliga a generar proyectos para atenuar esta problemática ambiental y de salud pública.

Según el Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira, en la totalidad de la cuenca hidrográfica existe un problema de gestión inadecuada del agua, en especial en lo que se refiere a la calidad de la misma. Los vertidos de aguas servidas domésticas que se descargan, de forma sistemática, sin previo tratamiento, suponen la principal causa de contaminación de las aguas superficiales. Esta situación se produce, en primer lugar, por el desconocimiento generalizado de la normativa ambiental vigente y por la falta de sensibilización de la población y el escaso compromiso de los tomadores de decisiones acerca de los impactos que estos vertidos generan.

Los escasos conocimientos sobre las tecnologías apropiadas existentes y los escasos recursos económicos destinados a resolver esta problemática (sobre todo por parte de las instituciones competentes para la gestión de la calidad, el tratamiento, el control de los vertidos y la imposición de sanciones), son otras causas importantes de esta situación. La falta de una gestión integral de los efluentes domésticos e industriales, es ocasionada por una esporádica caracterización de caudales, cuantificación y cualificación de cargas contaminantes, recolección en redes de alcantarillado incompletas y obsoletas, y ningún tratamiento antes de la descarga, ha dado origen a graves consecuencias de contaminación para el ambiente y la salud de 585 mil habitantes de la cuenca binacional Catamayo-Chira.

A esto debemos agregar las descargas no puntuales que se originan en zonas ganaderas; zonas agrícolas con excesivo uso de agroquímicos; vertederos de residuos sólidos en diversos sectores de la cuenca, desde donde las escorrentías originadas con las precipitaciones, arrastran nutrientes, sedimentos y contaminantes de diversa naturaleza, dando origen a la eutrofización de cuerpos hídricos receptores y con ello a

impactos irreversibles en la vida acuática. (*Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira, 2009*)

Por otro lado, aunque existen diferentes sistemas de tratamiento para conseguir que los parámetros que caracterizan la calidad de las aguas residuales estén dentro de los niveles de vertido establecidos por la Ley de Gestión Ambiental (100mg/l de DBO y 250 mg/l de DQO según la legislación ecuatoriana), para las aguas servidas producidas en los sectores rurales, no se puede utilizar las mismas tecnologías de tratamiento de grandes comunidades. Las plantas de aguas residuales en pequeñas locaciones así construidas, tienen un costo del precio de construcción y explotación por habitante más elevado que el incurrido en estaciones de depuración para grandes comunidades. A esto se suma el desconocimiento sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento, así como, su baja adaptación al medio, la baja capacidad local para su sostenimiento y manejo han conducido a la implementación de sistemas inoperantes que no han funcionado como se esperaba lo que ha traído consigo su subutilización y en muchos de los casos su abandono.

Según el Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira, la problemática expuesta ocasiona situaciones graves de contaminación del agua. La contaminación más importante se manifiesta a través de los elevados niveles de coliformes fecales, lo que demuestra que la principal fuente de contaminación de las aguas. Contaminación suficiente para ocasionar la pérdida progresiva de valores ecológicos (Pérdida de ictiofauna local) y escénicos asociados a los recursos hídricos.

Además, una gran parte de la población no tiene acceso a agua segura, por lo que consume agua directamente del río, sin previo tratamiento. En esta situación, la degradación progresiva de la calidad del agua ocasiona frecuentes enfermedades gastrointestinales y otras relacionadas, como enfermedades oculares, dermatológicas; enfermedades que adquieren una especial importancia en los grupos de mujeres y de

los niños menores de cinco años, ya que desencadena desnutriciones crónicas y otros problemas que ocasionan alteraciones graves en su desarrollo.

Por otro lado, la situación de gestión inadecuada ocasiona una falta de transferencia y difusión a la población de la información relacionada con la calidad del agua, su situación y consecuencias. Este hecho provoca, entre otros, que la población desconozca el problema y esté poco sensibilizada, motivo por el cual sigue manteniendo hábitos poco higiénicos como la toma de agua directa y otros que perjudican gravemente a su salud. Además, la población no ejerce la suficiente presión a sus autoridades y organizaciones para que tomen medidas para la solución del problema.

Por lo anteriormente expuesto, se ha visto la necesidad de investigar e implementar a nivel rural, nuevas tecnologías de tratamiento y depuración de aguas residuales, donde los costos de inversión y mantenimiento sean bajos, de tal manera que puedan ser asumidos por los municipios y comunidades, que al ser pequeños cuentan con pocos recursos para dotar de infraestructura sanitaria a las comunidades.

Las comunidades motivo de apoyo están ubicadas en los cantones que conforman la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, mismas que tienen poblaciones pequeñas (hasta 100 habitantes) y están apartadas de los grandes centros poblados y en general su nivel económico es muy bajo, por lo cual no disponen de recursos suficientes para financiar proyectos básicos de saneamiento, por lo tanto serán los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los encargados de cubrir las necesidades básicas de la zona rural como parte de su planificación.

Con el proyecto de Manejo de Efluentes se tiene como finalidad iniciar un proyecto piloto para el tratamiento de los 105 m³/día o 38.325 m³/año de aguas residuales, que en conjunto se descargan a cuerpos hídricos de la cuenca sin ningún tratamiento previo. (*Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira, 2009*)

Con el desarrollo del Proyecto se espera además:

- La reducción de las enfermedades de origen hídrico producidas por el contacto con aguas servidas no tratadas.
- Proveer de forma eficiente sistemas seguros, alternativos y económicos de tratamiento y reutilización de las aguas residuales rurales.
- El mejoramiento de la calidad ambiental, evidenciada en el mejoramiento de la calidad del agua, suelos libres de contaminantes, ríos y quebradas sin la presencia de contaminantes.

El proyecto se enfocará en atender las siguientes líneas de acción:

- Construcción de sistemas de recolección y tratamiento naturales de las aguas residuales que se producen en los domicilios de las poblaciones de hasta 100 habitantes.
- Reutilización de los efluentes depurados en actividades de desarrollo productivo rural.
- Campañas de educación y de sensibilización para la implementación de prácticas adecuadas de higiene.

El proyecto contribuirá a la consecución de los objetivos y políticas del Plan Nacional del Buen Vivir en los siguientes ámbitos:

Objetivo 3.

Mejorar la calidad de vida de la población.

Política 3.6

Garantizar vivienda y hábitat dignos, seguros y saludables, con equidad, sustentabilidad y eficiencia.

Meta 3.6.2.

Alcanzar el 80% de las viviendas con acceso a servicios de saneamiento al 2013.

El proyecto abarca además los siguientes sectores y subsectores:

Sector y Tipo del Proyecto:

Sector y subsector:

- 3. Saneamiento Ambiental
 - 3.2 Alcantarillado sanitario

Sector y subsector:

- 8. Protección del Medio Ambiente y Desastres Naturales
 - 8.2 Protección de cuencas y áreas naturales protegidas

2.7. Beneficiarios

La implementación del proyecto pretende beneficiar a al menos 1.116,00 personas asentadas en diez comunidades rurales de la mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo de manera directa y, a 17.526,00 habitantes de manera indirecta asentadas aguas abajo de las comunidades inicialmente beneficiarias, que por la acción contaminante de las aguas residuales provenientes de los domicilios han sido afectados.

2.8. Proyectos relacionados o complementarios

Las acciones complementarias que se deberán desarrollar para garantizar un mejor impacto en la comunidad, así como, garantizar la sostenibilidad ambiental y social del proyecto son:

- Gestión de las microcuencas.
- Mejorar la calidad del agua para consumo humano a través de la reducción de los niveles de contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Sistemas de provisión de agua de consumo humano segura y de calidad.

- Desarrollo de sistemas productivos agrícolas autosostenibles y autosustentables.

2.9. Objetivos

A. Objetivo General

Disminuir el impacto social, ambiental, y económico que producen las aguas residuales originadas en las comunidades rurales, mediante la utilización de métodos naturales de depuración.

B. Objetivos Específicos o Componentes

- Caracterizar cualitativa y cuantitativa de las aguas residuales domésticas rurales, en sus constituyentes físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológicos.
- Estudiar, seleccionar, diseñar e implementar modelos de recolección, tratamiento de aguas residuales con métodos naturales que se adapten a las condiciones propias de las comunidades.
- Reutilizar los efluentes depurados, provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, en actividades de mejoramiento de la producción y productividad agrícola.
- Educar, informar y dar asistencia técnica familiar y comunitaria sobre uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento y reutilización de aguas residuales, hábitos sanitarios, protección de fuentes de agua, prevención de enfermedades y programas de atención primaria en salud.

2.10. Metas

Las metas a conseguirse por parte del proyecto son:

- Construcción y operación de diez sistemas de tratamiento no convencional de aguas residuales en las comunidades rurales de Nambacola, Sacapalca, Purunuma, Las Aradas, Fundochamba, Jimbura, El Airo, Utuana, Nueva Fátima, Tacamoros.
- Disminución del 80% de enfermedades de origen hídrico provocadas por el no tratamiento de las aguas residuales domiciliarias.
- 100% de las aguas residuales son depuradas y reutilizadas en procesos de mejoramiento productivo.
- Al menos 1116 personas (200 familias) cuentan conocimientos mejorados de educación sanitaria y de salud comunitaria.

2.11. Actividades

Para la consecución de los diferentes componentes del proyecto se realizarán las acciones detalladas en la matriz de marco lógico que a continuación se detalla:

RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN: Alcanzar el 80% de las viviendas con acceso a servicios de saneamiento al 2013. (Meta del PNBV)	Al finalizar el proyecto se contribuye en un 0,004% a alcanzar que el 80% de las viviendas a nivel de país tengan con acceso a servicios de saneamiento al 2013	Informe final del proyecto. Comparación con datos de línea base del INEC, SIISE, otros.	Las condiciones socio-económicas y políticas del país se mantienen estables.
PROPOSITO: Disminuir el impacto ambiental, social, de salud y económico que producen las aguas residuales originadas en las comunidades rurales, mediante la utilización de métodos de naturales de depuración.	Una vez culminado el periodo de implementación del proyecto, las 10 comunidades beneficiarias han mejorado sus niveles de salud y saneamiento en un 80%. La contaminación de los cursos de agua comunitarios mejora sus niveles de limpieza en un 90% al finalizar el proyecto.	Encuestas a los beneficiarios. Comparación con datos de línea base. Comparación con datos del SIISE. Análisis de laboratorio para determinar la calidad del agua.	Aceptación e implementación de nuevas tecnologías de depuración de aguas residuales por parte de las comunidades.
COMPONENTES			
1. Aguas residuales de comunidades rurales caracterizadas cualitativa y cuantitativamente en sus constituyentes físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológicos.	Hasta marzo del primer año, se han caracterizado y analizado al menos 4 muestras de aguas residuales provenientes de cada comunidad intervenida en el proyecto.	Resultados de los análisis de laboratorio. Libro de trabajo de campo. Informes técnicos. Fotografías.	
2. Modelos de recolección y depuración por métodos naturales seleccionados, diseñados e implementados a las condiciones propias de las comunidades.	En el periodo anual abril-diciembre del 2012, se han construido y puesto en operación 10 sistemas de depuración de aguas residuales rurales adaptados a las condiciones propias de las comunidades rurales de la mancomunidad.	Matrices de selección de sitios. Informe técnico de selección de alternativas de depuración de efluentes. Estudios y diseños de sistemas de depuración. Actas de entrega-recepción definitiva de los sistemas construidos.	Se cuenta con el apoyo de comunidades y autoridades locales.

		Planillas de avance de obras. Inspección visual y gráfica.	
3. Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales reutilizadas en actividades de mejoramiento de la producción y productividad agrícola a través del riego.	<p>En el periodo de enero-mayo de 2013 se han construido 10 sistemas de riego presurizado en las comunidades beneficiarias.</p> <p>Con la implementación de riego parcelario, se han incorporado y/o rehabilitado en la producción agropecuaria rural al menos 20 ha de cultivos.</p> <p>Con la incorporación de más tierras de cultivo, se ha mejorado la economía familiar de las comunidades en un 20% al finalizar la intervención.</p>	<p>Diseños de los sistemas de riego construidos.</p> <p>Documento de planeación agrícola.</p> <p>Registros de producción agrícola.</p> <p>Fotografías.</p> <p>Inspección visual.</p> <p>Comparación con datos de línea base y estudio de casos.</p> <p>Encuestas y entrevistas.</p>	<p>La normativa local y nacional permite la reutilización de los caudales de agua depurados.</p> <p>Los resultados del estudio de viabilidad técnica son favorables para la implementación de la propuesta</p>
4. Comunidad y núcleos familiares educados y con conocimientos necesarios sobre uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento y reutilización de aguas residuales, hábitos sanitarios, protección de fuentes de agua, prevención de enfermedades y programas de atención primaria en salud.	<p>10 Juntas Administradoras de los Sistemas de Depuración de Aguas Residuales Comunitarios conformadas y ejecutando acciones de gestión del proyecto a finales del 2012.</p> <p>Al menos el 80% de las familias y personas beneficiarias adquieren conocimientos sólidos de educación sanitaria y buenos hábitos alimenticios y de salud al final del año 2013.</p> <p>40 talleres teórico-prácticos de temáticas de salud, saneamiento básico, gestión del agua y de microcuencas, alimentación impartidos al final del proyecto en el 2013.</p>	<p>Actas de constitución de las Juntas Administradoras de los Sistemas de Aguas Residuales Comunitarios.</p> <p>Documentos de programas de capacitación.</p> <p>Registros de asistencia a los talleres.</p> <p>Registro fotográfico.</p> <p>Informes de los talleres realizados.</p>	<p>Existe participación activa de las comunidades en la implementación de la propuesta.</p>

ACTIVIDADES			
1.1. Estudio hidroclimático de la zona. 1.2. Medición de caudales y toma de muestras de aguas residuales comunitarias y de suelos. 1.3. Análisis de laboratorio para muestras de agua y suelo. 1.4. Análisis e interpretación de resultados.	8.200,00		
2.1. Selección de sitios. 2.2. Selección de alternativas de depuración no convencional de aguas residuales. 2.3. Contratación de estudios y diseños de sistemas de depuración de aguas residuales para comunidades rurales. 2.4. Contratación y construcción de sistemas de depuración de aguas residuales. 2.5. Operación y mantenimiento de los sistemas de depuración.	449.332,20	<ul style="list-style-type: none"> • TDRs y pliegos de contratación de estudios y de construcción de obra civil. • Informes de avance de la consultoría técnica. • Documento del estudio de ingeniería del proyecto. • Contrato para construcción de la obra civil. • Informes de avance de obras. • Facturas y registro contable. • Actas entrega recepción. 	Se cuenta con los recursos económicos y financieros suficientes y de manera oportuna para implementación de los componentes del proyecto.
3.1. Toma de muestras y análisis de laboratorio de los efluentes provenientes del sistema de depuración. 3.2. Análisis y selección de alternativas de reutilización de aguas las aguas depuradas en sistemas productivos. 3.3. Diseño y construcción de sistemas de reutilización de aguas depuradas vía riego. 3.4. Implementación de parcelas de cultivo demostrativas que	65.652,00	<ul style="list-style-type: none"> • TDRs y pliegos para contratación de estudios y de construcción de los sistemas de riego parcelarios. • Documento del estudio de ingeniería del proyecto. • Contrato para construcción de la obra civil. • Informes de avance de obras. • Facturas y registro contable. • Actas entrega recepción. • Informe de evaluación de la experiencia. 	Se cuenta con los recursos económicos y financieros suficientes y de manera oportuna para implementación de los componentes del proyecto.

utilicen aguas depuradas para riego. 3.5. Evaluación de la experiencia.			
4.1. Conformación de la Junta Administradora del Sistema de Depuración de Aguas Residuales Comunitario. 4.2. Taller teórico-práctico sobre uso, operación y mantenimiento del sistema de depuración de aguas residuales a nivel comunitario. 4.3. Taller teórico-práctico sobre buenos hábitos de salud e higiene. 4.4. Taller teórico-práctico de gestión de fuentes del recurso hídrico. 4.5. Taller teórico-práctico de gestión de cuencas hidrográficas.	13.700,00	<ul style="list-style-type: none"> • Planificaciones de capacitaciones a desarrollarse • Actas de conformación de las Juntas Administradoras de los Sistemas • Facturas y registro contable • Informes de capacitaciones • Fotografías 	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	516784,20		

2.12. Inversión Total del Proyecto

El monto total solicitado para la ejecución del Proyecto asciende a US 536.884,20.

(Ver anexos)

A. Aporte Nacional

Los montos para la implementación de la propuesta se harán con recursos de cada uno de los Municipios participantes y beneficiarios. El monto o contraparte aportada por los Gobierno Locales pertenecientes a la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, será del 15,31% o \$ 82.200,00.

B. Aporte Externo

El aporte externo de instituciones u organismos de cooperación internacional será del 78,87% o \$ 423.444,20.

C. Otros rubros

Las comunidades beneficiarias del proyecto en los cinco cantones, aportarán con 31.540,00 dólares (5,87%), cuantificados en dinero o que podrán ser valorados en mano de obra no calificada para la excavación, colocación de tuberías, construcción de reservorios, colocación de geomembranas, etc), mismos que podrán ser aportados a través de mingas comunitarias o de manera individual.

2.13. Cronograma valorado de actividades

COMPONENTES/ RESULTADOS	ACTIVIDADES	AÑO 1		AÑO 2		TOTAL
		I SEMESTRE	II SEMESTRE	I SEMESTRE	II SEMESTRE	
R1	A1. Estudio hidroclimático de la zona.	2.500,00				2.500,00
	A2. Medición de caudales y toma de muestras de aguas residuales comunitarias y de suelos.	1.500,00				1.500,00
	A3. Análisis de laboratorio para muestras de agua y suelo.	3.200,00				3.200,00
	A4. Análisis e interpretación de resultados.	1.000,00				1.000,00
R2	A1. Selección de sitios.	500,00				500,00
	A2. Selección de alternativas de depuración no convencional de aguas residuales	1.000,00				1.000,00
	A3. Contratación de estudios y diseños de sistemas de depuración de aguas residuales para comunidades rurales.	50.000,00				50.000,00
	A4. Contratación y construcción de sistemas de depuración de aguas residuales.		370.292,20			370.292,20
	A5. Operación y mantenimiento de los sistemas de depuración.			13770,00	13770,00	27.540,00
	A1. Toma de muestras y análisis de laboratorio de los efluentes provenientes del sistema de depuración		1.800,00			1.800,00
	A2. Análisis y selección de alternativas de reutilización de aguas las aguas depuradas en sistemas productivos		1.000,00			1.000,00

R3	A3. Diseño y construcción de sistemas de reutilización de aguas depuradas vía riego			52.852,00		52.852,00
	A4. Implementación de parcelas de cultivo demostrativas que utilicen aguas depuradas para riego.				8.000,00	8.000,00
	A5. Evaluación de la experiencia				2.000,00	2.000,00
R4	A1. Conformación de la Junta Administradora del Sistema de Depuración de Aguas Residuales Comunitario		1.700,00			1.700,00
	A2. Taller teórico-práctico sobre uso, operación y mantenimiento del sistema de depuración de aguas residuales a nivel comunitario		3.500,00			3.500,00
	A3. Taller teórico-práctico sobre buenos hábitos de salud e higiene			3.500,00		3.500,00
	A4. Taller teórico-práctico de gestión de fuentes del recurso hídrico			2.500,00		2.500,00
	A5. Taller teórico-práctico de gestión de cuencas hidrográficas				2.500,00	2.500,00
SUBTOTAL (\$.)		59.700,00	378.292,20	72.622,00	26.270,00	536.884,20
PORCENTAJES DE INVERSIÓN (%)		11,12	70,46	13,53	4,89	100,00

2.14. Duración del proyecto y vida útil

El plazo para la ejecución de las diversas actividades contempladas en la propuesta tendrá una duración de dos años, a partir de enero de 2013, sin embargo existirán algunas obras que podrían demandar un tiempo mayor.

2.15. Indicadores de los resultados alcanzados: cualitativos y cuantitativos

Los indicadores técnicos de la implementación del proyecto serán:

PARA EL FIN:

- El proyecto *“Tratamiento de aguas residuales con finalidades productivas, en el ámbito rural mediante sistemas de tratamiento naturales o de bajo costo energético”*, contribuirá en un 0,004% a alcanzar que el objetivo del PNBV de que *“el 80% de las viviendas a nivel de país tengan con acceso a servicios de saneamiento al 2013”*.

PARA EL PROPÓSITO U OBJETIVO GENERAL:

1. Una vez culminado el proyecto, 10 comunidades rurales han mejorado sus niveles de salud y saneamiento en un 80%.

PARA LOS RESULTADOS U OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

COMPONENTE 1.

1. Hasta marzo del primer año, se han caracterizado y analizado al menos 4 muestras de aguas residuales provenientes de cada comunidad intervenida en el proyecto.

COMPONENTE 2.

1. En el periodo abril-diciembre del 2013, se han construido y puesto en operación 10 sistemas de depuración de aguas residuales rurales adaptados a las condiciones propias de las comunidades rurales de la mancomunidad.

COMPONENTE 3.

1. En el periodo de enero-mayo de 2014 se han construido 10 sistemas de riego presurizado en las comunidades beneficiarias.
2. Con la implementación de riego parcelario, se han incorporado y/o rehabilitado en la producción agropecuaria rural al menos 20 ha de cultivos.
3. Con la incorporación de más tierras de cultivo, se ha mejorado la economía familiar de las comunidades en un 20% al finalizar la intervención.

COMPONENTE 4.

1. 10 Juntas Administradoras de los Sistemas de Depuración de Aguas Residuales Comunitarios conformadas y ejecutando acciones de gestión del proyecto a finales del 2013.
 2. Al menos el 80% de las familias y personas beneficiarias adquieren conocimientos sólidos de educación sanitaria y buenos hábitos alimenticios y de salud al final del año 2014.
- 40 talleres teórico-prácticos de temáticas de salud, saneamiento básico, gestión del agua y de microcuencas, alimentación impartidos al final del proyecto en el 2014.

2.16. Impacto ambiental

El Proyecto es ambientalmente viable, debido a que mejorara la calidad ambiental y de vida de las poblaciones de la comunidad rurales beneficiarias, puesto que, por una parte, se realizarán acciones que evitarán la descarga de aguas residuales a los cursos de agua superficiales y se evitará la contaminación de los acuíferos subterráneos, al realizarse un tratamiento de los efluentes domiciliarios. Por otra, las

aguas luego de someterse a un proceso de depuración, podrán ser reutilizadas en el desarrollo de diferentes actividades productivas. Además a aplicación de medidas sanitarias a nivel domiciliar disminuirá los impactos negativos ya que se mejorara la calidad del agua, del suelo, y en definitiva mejorara la calidad ambiental y de vida de la población.

El proyecto ha sido categorizado dentro de la Categoría 3 por parte de la Autoridad Ambiental Competente, es decir: *Proyectos que pueden afectar moderadamente el medio ambiente, pero cuyos impactos ambientales negativos son fácilmente solucionables; estos proyectos requieren un estudio de impacto ambiental.* Por tal razón en el presente proyecto se recurrirá a la realización de un estudio de impacto ambiental y un plan de manejo ambiental para la realización de acciones que permita mitigarlos.

2.17. Autogestión y sustentabilidad

Para garantizar la permanencia en el tiempo del proyecto, La Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo, introducirá mecanismos financieros para el pago de servicios como una forma de asegurar la sostenibilidad de las actividades como parte de la gestión integral del servicio. Una vez concluido el programa las actividades del mismo serán asumidas por cada uno de los Gobiernos Locales miembros de la mancomunidad y, por las diferentes Juntas de Usuarios que recibieron asistencia técnica y financiera y son beneficiarios de cada uno de los proyectos.

A fin de mantener esta sostenibilidad, se efectuarán estudios y toma de decisiones sobre:

- Financiamiento de los Costos de Operación y Mantenimiento del Proyecto.
- Validación de la capacidad de pago de los usuarios del servicio, con el fin de asegurar el mismo, prever programas de sensibilización tributaria y facilidades de pago.

- El fortalecimiento de dispositivos legales, ordenanzas, referidos a la obligación que tienen los gobiernos locales de brindar el servicio.

El proyecto contará con la respectiva licencia ambiental. El proyecto además contribuirá a la generación de empleo local, para lo cual se deberá considerar criterios como la equidad, género y participación ciudadana.

2.18. Anexos

A. APOORTE NACIONAL

COMPONENTE	INVERSIÓN USD		
	2013	2014	TOTAL
Aguas residuales de comunidades rurales caracterizadas cualitativa y cuantitativamente en sus constituyentes físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológicos	8.200,00	0,00	8.200,00
Modelos de recolección y depuración por métodos naturales seleccionados, diseñados e implementados a las condiciones propias de las comunidades.	51.500,00	0,00	51.500,00
Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales reutilizadas en actividades de mejoramiento de la producción y productividad agrícola a través del riego.	2.800,00	6.000,00	8.800,00
Comunidad y núcleos familiares educados y con conocimientos necesarios sobre uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento y reutilización de aguas residuales, hábitos sanitarios, protección de fuentes de agua, prevención de enfermedades y programas de atención primaria en salud.	5.200,00	8.500,00	13.700,00
TOTAL	67.700,00	14.500,00	82.200,00

B. APOORTE EXTERNO

COMPONENTE	INVERSIÓN USD		
	2013	2014	TOTAL
Aguas residuales de comunidades rurales caracterizadas cualitativa y cuantitativamente en sus constituyentes físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológicos	0,00	0,00	0,00
Modelos de recolección y depuración por métodos naturales seleccionados, diseñados e implementados a las condiciones propias de las comunidades.	370.292,20	0,00	370.592,20
Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales reutilizadas en actividades de mejoramiento de la producción y productividad agrícola a través del riego.	0,00	52.852,00	52.852,00
Comunidad y núcleos familiares educados y con conocimientos necesarios sobre uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento y reutilización de aguas residuales, hábitos sanitarios, protección de fuentes de agua, prevención de enfermedades y programas de atención primaria en salud.	0,00	0,00	0,00
TOTAL	370.592,20	52.852,00	423.444,20

C. APOORTE COMUNIDADES

COMPONENTE	INVERSIÓN USD		
	2013	2014	TOTAL
Aguas residuales de comunidades rurales caracterizadas cualitativa y cuantitativamente en sus constituyentes físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológicos	0,00	0,00	0,00
Modelos de recolección y depuración por métodos naturales seleccionados, diseñados e implementados a las condiciones propias de las comunidades.	0,00	27.540,00	27.540,00
Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales reutilizadas en actividades de mejoramiento de la producción y productividad agrícola a través del riego.	0,00	4.000,00	4.000,00
Comunidad y núcleos familiares educados y con conocimientos necesarios sobre uso y mantenimiento de la infraestructura sanitaria de tratamiento y reutilización de aguas residuales, hábitos sanitarios, protección de fuentes de agua, prevención de enfermedades y programas de atención primaria en salud.	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	31.540,00	31.540,00

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Como resultado a la información proporcionada en este documento, podemos concluir lo siguiente:

- ✓ En la Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo se generan 3.761,92 m³/día, de los cuales 1.128,58 m³/día reciben algún tipo de tratamiento, los restantes 2.633,34 m³/día son vertidos sin ningún tratamiento al entorno.
- ✓ La ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales de la Mancomunidad de la Cuenca Alta de Río Catamayo, provoca la contaminación de los cursos de aguas naturales, el suelo, y la aparición de enfermedades de transmisión hídrica, por lo que la construcción de sistemas de depuración de este tipo de efluentes se precisa de manera urgente.
- ✓ Los tratamientos de aguas residuales que utilizan métodos naturales de depuración son igual o más eficientes que los sistemas convencionales de depuración, además de que para su implementación se requiere de inversiones menores.
- ✓ Las aguas residuales que han sido sometidas a procesos de depuración naturales, pueden con ciertas consideraciones técnicas agronómicas ser utilizadas para la irrigación de cultivos como frutales, cereales, hortalizas en las cuales el fruto no esté en contacto directo con el agua.
- ✓ Las aguas residuales depuradas completarán su ciclo de depuración e inocuidad al ser vertidas en el suelo vía irrigación, en donde tanto los microorganismos del suelo y la filtración complementarán este proceso por procesos naturales de competencia y control natural.

✓ Esta propuesta es factible tanto técnica, social, ambiental y económicamente, ya que para su realización se consideran por una parte, parámetros, criterios y normas técnicas determinadas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, la Ley de Gestión Ambiental y sus reglamentos, también se consideran acciones para la reutilización de los efluentes tratados vía riego y con ello contribuir a la mejora de la economía de las familias campesinas al mejorar los niveles de producción y productividad de sus cultivos.

✓ Desde el punto de vista ambiental y ecológico es necesario poner en marcha el proyecto ya que es inaceptable que se continúe contaminando el ambiente, no solo por el potencial peligro que esto genera para los ecosistemas, sino por el riesgo eventual de enfrentar un problema legal con las autoridades ambientales competentes.

✓ El presente documento puede ser utilizado para gestionar los fondos con instituciones nacionales e instituciones internacionales.

3.2. RECOMENDACIONES

En base a lo que establece el documento se recomienda lo siguiente:

- ✓ El diseño de los sistemas de tratamiento de aguas residuales se limita al tratamiento y reutilización exclusivo de aguas residuales domésticas.

- ✓ Si el proyecto se ejecuta en un periodo diferente al contemplado en la investigación, se deberá hacer un ajuste de costos de materiales, mano de obra e insumos, debido a la variabilidad de los precios en el tiempo debido a factores inflacionarios.

- ✓ Para las viviendas que no estén contempladas inicialmente dentro del proyecto de recolección de aguas residuales, por diferentes razones de carácter técnico, se recomienda construir sistemas de tanques sépticos u otro sistema de depuración de aguas residuales naturales.

- ✓ Al momento de llevar a cabo este proyecto se debe contar con asesoramiento técnico permanente, debido a que con ello se evitarán defectos y fallas en los métodos a emplear en la construcción y en los materiales, para que el funcionamiento del sistema sea eficiente; se deberá para ello, verificar que la empresa o persona que realice la construcción del proyecto tenga la experiencia y conocimientos necesarios para evitar que el sistema tenga problemas de funcionamiento.

- ✓ Las Juntas de Usuarios deberán organizarse de manera permanente y ágil para la planificación y acciones de operación y mantenimiento de los diferentes sistemas a implementarse. También deberán definir los mecanismos financieros y económicos para su sostenibilidad.

✓ Los Gobiernos Municipales miembros de la Mancomunidad, deberán a través de sus unidades operativas y de apoyo, implementar un plan de vinculación, capacitación y campañas informativas en materia de saneamiento ambiental continuas dirigidas para que la población conozca los múltiples beneficios que alcanzarían al implementar la propuesta que se plantea en este documento.

✓ Se recomienda finalmente que una vez implantados e implementados los sistemas de depuración de aguas residuales a nivel comunitario, se cuente con programa de seguimiento y evaluación de la calidad del sistema, contando en todas sus fases con la participación de todos los actores involucrados.

3.3. BIBLIOGRAFÍA

Crites, R; Tchobanoglous, G. (2000). Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados. McGraw-Hill Interamericana, Bogotá, Colombia. 1082 p.

Fernández González, J. (2005). Manual de fitodepuración. Editorial EDITAN. Madrid, España. 143 p.

Metcalf & Eddy INC. (1996). Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill. 3era. Edición. 1485 p.

Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. (2002). Guía para la gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. Editorial FOTOLITO AMERICA Ltda. Bogotá, Colombia. 64 p.

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú. (2008). Manual técnico de difusión. Sistemas de tratamiento de aguas residuales para zonas rurales. S/E. Lima, Perú. 60 p.

Plan de Manejo de la Cuenca Catamayo-Chira. (2009). Proyecto manejo de efluentes. Loja, Ecuador.

Proyecto DEPURANAT. (2008). Gestión sostenible del agua residual en entornos rurales. Editorial NETBIBLO S.L. La Coruña, España. 341 p.