

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

### “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO, PARROQUIA EL VALLE, CUENCA”

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Civil.

#### AUTORES:

IRENE ALEJANDRA ORDÓÑEZ GUZMÁN

CI: 0104783378

ANA MARCELA PALACIOS ROSALES

CI: 0104234992

#### DIRECTOR:

Ing. ANDRÉS OMAR ALVARADO MARTÍNEZ, Ph.D.,

CI:0102246477

**CUENCA-ECUADOR  
2017**



### **Resumen:**

Establecer sistemas de depuración de aguas residuales brinda seguridad a las comunidades concediéndoles oportunidades de desarrollo en entornos saludables. El Ecuador enfrenta problemas derivados de la falta de saneamiento; existen comunidades sin sistemas de tratamiento de aguas residuales y otras con sistemas ineficientes o de eficiencia intermitente. El conocimiento de los sectores necesitados y la corrección de los problemas aportan al progreso social del país. La presente tesis plantea una solución técnica, basada en tratamientos biológicos anaerobios (reactores de manto de lodos con flujo ascendente y filtros anaerobios), para superar los problemas técnicos, operacionales y consecuentemente mejorar la eficiencia de remoción de contaminantes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Quillopungo (PTAR), ubicada en la parroquia rural El Valle del cantón Cuenca y gestionada por la empresa pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, ETAPA EP. A través del estudio de los diseños originales, inspecciones de campo, caracterizaciones de afluentes y efluentes e inspecciones del cuerpo receptor se pudo conocer el estado actual de la PTAR. Posteriormente se investigaron y plantearon alternativas de adecuación que mejoren la eficiencia de los procesos; como resultado se consiguió ampliar los conocimientos sobre tecnologías para tratamiento de aguas residuales apropiadas para nuestro medio y se propuso una alternativa sostenible para la PTAR de Quillopungo. Se espera que los resultados contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades servidas con la PTAR, al conocimiento de tecnologías de tratamiento y aporten al saneamiento en el Ecuador.

### **Palabras Clave:**

Tratamiento de aguas residuales, Quillopungo, Anaerobio, Mejoramiento.



**Abstract:**

The establishment of sewage treatment systems provides security to communities giving them development opportunities in healthy environments. Ecuador faces problems due to lack of sanitation. There are communities without any access to wastewater treatment systems and others with inefficient or intermittent efficiency systems. The knowledge of needed areas and the adjustment of the problems contributes to social progress in the Country. This study is about Quillopungo Wastewater Treatment Plant (WWTP), managed by the enterprise ETAPA EP (Municipal Public institution in charge of Telecommunications, Drinking Water, Sewage and Sanitation), and located in a rural area of Cuenca- Ecuador called El Valle. The study proposes a technical solution based on biological anaerobic treatments, (upflow anaerobic sludge blanket and anaerobic filters), to overcome the technical and operational problems that Quillopungo WWTP has presented and consequently improve the efficiency of contaminants removal. Through the study of the original designs, field inspections, laboratory characterization of influent and effluent water and inspections of the receiving body the current state of the WWTP was known. Subsequently, possible alternatives of adjustment that improve the efficiency of the processes were investigated. As a result, it was possible to expand the knowledge about technologies for wastewater treatment accurate in our environment and propose a sustainable alternative for Quillopungo. It is expected that the results will contribute to: the improvement of the quality of life of the served communities, the knowledge of the mentioned technologies and sanitation in Ecuador.

**Key Words:**

Wastewater treatment, Quillopungo, Anaerobic, UASB, Improve.



**Tabla de contenido**

Capítulo 1. Introducción ..... 17

1.2 Antecedentes ..... 19

1.3 Justificación ..... 20

1.4 Objetivos: ..... 21

1.4.1 Objetivo general ..... 21

1.4.2 Objetivos específicos ..... 21

Capítulo 2. Marco Teórico ..... 22

2.1 Introducción ..... 22

2.2 Aguas residuales: ..... 22

2.3 Agua residual doméstica o urbana ..... 22

2.3.1 Características del agua residual doméstica ..... 22

2.4 Tratamientos de agua residual ..... 26

2.5 Tratamientos preliminares: ..... 27

2.5.1 Vertederos: ..... 27

2.5.2 Rejillas: ..... 27

2.5.3 Desarenadores: ..... 28

2.6 Tratamientos primarios: ..... 28

2.7 Tratamientos secundarios ..... 29

2.7.1 ..... T

    tratamientos aerobios: ..... 29

2.7.2 Tratamientos anóxicos ..... 30

2.7.3 Tratamientos anaerobios ..... 30

2.8 Tratamientos terciarios de desinfección ..... 41

2.9 Tratamiento de lodos: ..... 43

Capítulo 3. Referencias Técnicas ..... 46

3.1 Introducción ..... 46

3.2.1 Encuesta ..... 47



3.2.2 Superficie y ubicación .....	48
3.2.3 Clima .....	48
3.2.4 Sistema hídrico .....	49
3.2.5 Suelo .....	50
3.2.6 Demografía .....	50
3.2.7 Actividades socioeconómicas: .....	51
3.2.8 Infraestructura vial .....	52
3.2.9 Infraestructura sanitaria .....	52
3.3 Diseño original de la PTAR de Quillopungo .....	53
3.3.1 Parámetros generales de diseño .....	55
3.3.2 Tratamiento preliminar y primario .....	56
3.3.3 Tratamiento primario y secundario .....	58
3.3.4 Tratamiento terciario .....	62
3.3.5 Lechos de secado de lodos .....	63
3.4.1 Tratamiento preliminar .....	64
3.4.2 Tratamiento primario y secundario .....	64
3.4.3 Tratamiento terciario .....	65
3.4.4 Control de eficiencia .....	65
3.5 Obras complementarias en la planta .....	65
3.6 Marco legal .....	65
3.7 Evaluación del estado actual de la PTAR .....	67
3.7.1 Mediciones de caudal .....	71
3.7.2 Caracterizaciones del agua residual afluente y efluente .....	71
3.8 Evaluación de la quebrada que sirve como cuerpo receptor .....	75
Capítulo 4: Propuesta de Rediseño .....	76
4.1 Introducción .....	76
4.2 Alternativas de solución .....	76
4.2.1 Tecnología DHS .....	76



4.2.2. Medio de soporte artificial ..... 77

4.3 Alternativas propuestas por ETAPA ..... 77

4.3.1 Filtros primarios ..... 77

4.3.2 División de caudales: ..... 78

4.4 Propuesta de rediseño final ..... 79

4.4.1 Parámetros generales de diseño ..... 80

4.4.2 Tratamiento preliminar ..... 82

4.4.3 Tratamiento primario y secundario ..... 83

4.4.4 Tratamiento terciario ..... 88

4.4.5 Lechos de secado ..... 89

4.5 Propuesta de Operación y mantenimiento ..... 89

4.5.1 Actividades generales: ..... 90

4.5.2 Personal ..... 90

4.5.3 Actividades de O&M ..... 91

4.5.4 Control de eficiencia ..... 96

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones. .... 99

Referencias ..... 157



## Índice de tablas

Tabla 2.7.3.1: Ventajas y desventajas de los tratamientos anaerobios. ....	31
Tabla 2.7.3.4.1: Ventajas y desventajas de los reactores UASB.....	36
Tabla 2.8.1: Ventajas y desventajas de la desinfección UV .....	43
Tabla 2.9.1: Ventajas y desventajas lechos de secado de lodos.....	45
Tabla 3.2.2.1: Áreas correspondientes a las comunidades servidas por la PTAR de Quillopungo.....	48
Tabla 3.2.6.1: Número de habitantes de las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualalcay, año 2010.....	51
Tabla 3.2.6.2: Número de habitantes de las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualalcay, año 1990.....	51
Tabla 3.3.1.3.1: Caracterización del agua residual considerada en los diseños originales. ....	56
Tabla 3.3.2.1.1: Parámetros de diseño original de la rejilla de entrada .....	57
Tabla 3.3.2.1.1: Parámetros de diseño original del desarenador .....	57
Tabla 3.3.3.1.1: Parámetros de diseño de la cámara de digestión del reactor UASB. .	59
Tabla 3.3.3.1.2: Parámetros de diseño de la cámara de sedimentación del reactor UASB.....	59
Tabla 3.3.3.1.3: Parámetros de diseño de la cámara de lodos del reactor UASB .....	60
Tabla 3.3.3.2.1: Parámetros de diseño original del filtro anaerobio de flujo horizontal.	61
Tabla 3.3.4.1: Parámetros de la cámara de desinfección .....	63
Tabla 3.3.4.1. Eficiencias esperadas en los efluentes de los módulos de depuración.	65
Tabla 3.6.1: Límites de descarga de aguas residuales sobre un cuerpo de agua dulce. ....	67
Tabla 3.7.1.1: Caudales afluentes en la PTAR de Quillopungo.....	71
Tabla 3.7.2.1: Caracterizaciones de los afluentes y efluentes de la PTAR Quillopungo .....	73
Tabla 3.6.2.2: Caracterización del afluente y efluente de los reactores UASB. Diciembre 2016 .....	74



Tabla 4.3.1.2.1: Número de habitantes de las comunidades en estudio en los años 1990 y 2010 .....	81
Tabla 4.3.1.2.2: Resultado de la proyección poblacional .....	81
Tabla 4.3.1.3.1: Caracterización del afluyente .....	82
Tabla 4.3.3.1.1: Resultado del rediseño de los reactores UASB .....	86
Tabla 4.3.3.2.1: Resultado del rediseño de los filtros anaerobios. ....	87
Tabla 4.5.4.1: Eficiencias estimadas de acuerdo al rediseño de los módulos .....	98
Tabla A4.3.1: Recomendaciones de diseño para rejillas de limpieza manual .....	140
Tabla A4.3.2: Expresiones para el cálculo de la rejilla de entrada. ....	140
Tabla A4.3.3: Resultados de dimensionamiento de la rejilla .....	141
Tabla A4.3.4: Expresiones para el cálculo de la rejilla del desarenador .....	142
Tabla A4.3.5: Resultados de dimensionamiento del desarenador .....	143



## Índice de figuras

Figura 2.7.2.1.1: Digestión Anaerobia .....	33
Figura 2.7.2.2.1: Clasificación de los sistemas anaerobios.....	34
Tabla 2.7.3.6.1: Ventajas y desventajas filtros anaerobios.....	39
Figura 3.3.1: Esquema general de la PTAR de Quillopungo .....	55
Figura 3.2.2.1. Tratamiento Preliminar. Vista en Planta .....	58
Figura 3.2.2.2: Tratamiento preliminar. Corte .....	58
Figura 3.3.1: Reactor UASB. Vista en planta y corte .....	60
Figura 3.3.2: Filtro anaerobio. Vista en planta .....	62
Figura 3.3.3: Filtro anaerobio. Corte .....	62
Figura 4.3.2.1: Esquema de la división de caudales en el ingreso a la PTAR actualmente .....	78
Figura 4.4.1: Esquema general de la propuesta de rediseño para la PTAR de Quillopungo.....	79
Figura A 4.7.1: Dosis de UV requerida para eliminar 99.99% de microorganismos. ...	156



## Índice de anexos

Anexo 3.1 Modelo de encuesta realizada .....	102
Anexo 3.2 Número de habitantes de las comunidades Quillopungo, Santa Martha y Gualacay (año 2010) .....	124
Anexo 3.3 Cálculo de caudales del diseño original .....	126
Anexo 3.4 Actividades de operación y mantenimiento requeridas en cada módulo:..	127
Anexo 3.5 Informes de laboratorio de sanitaria correspondientes a la PTAR de Quillopungo .....	131
Anexo 4.1 Método geométrico .....	136
Anexo 4.2. Cálculo del caudal de diseño .....	137
Anexo 4.3. Diseño rejilla de entrada y desarenador .....	140
Anexo 4.4. Diseño de los reactores UASB .....	144
Anexo 4.5. Diseño de los filtros anaerobios: .....	152
Anexo 4.6 Características de lámparas de radiación UV .....	155
Anexo 4.7 Sensibilidad de los microorganismos a radiación UV .....	156



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

---

Yo, Irene Alejandra Ordoñez Guzmán, autora del Trabajo de Titulación "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO, PARROQUIA EL VALLE, CUENCA.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniera Civil. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 8 de marzo de 2017

---

Irene Alejandra Ordoñez Guzmán

C.I: 0104783378



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Yo, Irene Alejandra Ordoñez Guzmán, autora del Trabajo de Titulación "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO, PARROQUIA EL VALLE, CUENCA." certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 8 de marzo de 2017

---

Irene Alejandra Ordoñez Guzmán

C.I: 0104783378



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

---

Yo, Ana Marcela Palacios Rosales, autora del Trabajo de Titulación "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO, PARROQUIA EL VALLE, CUENCA.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniera Civil. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 8 de marzo de 2017

---

Ana Marcela Palacios Rosales

C.I.: 0104234992



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Yo, Ana Marcela Palacios Rosales, autora del Trabajo de Titulación "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO, PARROQUIA EL VALLE, CUENCA.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 8 de marzo de 2017

---

Ana Marcela Palacios Rosales

C.I: 0104234992



**Dedicatoria:**

*Este trabajo, fruto de mi esfuerzo, lo dedico a mis padres Marcelo y Sonia quienes son mi modelo a seguir que con amor han inculcado principios que forjaron mi carácter y me han infundido fé en un Dios inmensamente bueno en cuyas manos pongo mi vida. A mi hermana y mejor amiga María Paz por su amor y complicidad en la realización de mis sueños. A Juan Pablo por su cariño, apoyo y comprensión.*

*Ana Marcela*

*Este trabajo lo dedico a todas las personas que recorrieron este camino a mi lado. A mis hermanos: Karen, Paula, Sebastián y Jonathan, por su apoyo incondicional. A mi sobrina Sofía, a mis padres Magali y Sebastián.*

*A mis abuelos: Alberto por todas sus enseñanzas, Briseida por su amor desmedido, Martha por siempre cuidarme y especialmente Jorge por ser la más grande motivación para cumplir este sueño.*

*A Christian y al hijo que juntos e impacientes esperamos.*

*Y especialmente a Isabella por su inagotable paciencia, incansable sonrisa, inigualables consejos y por llegar a mi vida.*

*Irene*



**Agradecimientos:**

*Nuestro sentido agradecimiento:*

*A nuestras familias que han sido el respaldo más importante para cumplir este anhelado proyecto académico.*

*A los distinguidos catedráticos de la facultad de ingeniería de la Universidad de Cuenca; de manera muy especial a nuestro director de tesis el Ing. Andrés Alvarado Martínez quien generosamente nos compartió sus conocimientos y valiosa experiencia y con su paciencia y apoyo dirigió de manera destacada la elaboración de este trabajo.*

*A la empresa ETAPA EP y a sus funcionarios por el valioso aporte en la ejecución de esta tesis; sobre todo a los ingenieros Josué Larriva y Patricio Rodríguez.*

*Al catedrático Dr Clyde Munster y a los estudiantes Dalton Brown, Jhon Lin, Alexandra Dueitt y Parks Walker de la Universidad de Texas A&M, por habernos ofrecido la oportunidad de compartir conocimientos y experiencias que enriquecieron el presente trabajo.*

*Finalmente queremos agradecer a nuestros compañeros y amigos por las vivencias compartidas en las aulas de nuestra querida Universidad.*



## Capítulo 1. Introducción:

### 1.1 Introducción:

El aumento en la demanda de agua por el crecimiento poblacional y la extensa actividad humana, han provocado altas producciones de aguas residuales que superan la capacidad depurativa de la naturaleza. Las aguas residuales vertidas sin ningún tratamiento sobre cuerpos naturales de agua generan daños para el medio ambiente y para los seres humanos, por cuanto derivan en entornos insalubres con fuentes de agua contaminadas que afectan la vida del medio, reducen la disponibilidad de contar con fuentes de agua de calidad para consumo humano y propician la proliferación de virus y bacterias que traen consigo enfermedades intestinales que son las principales causantes de muertes infantiles.

La falta de saneamiento agrava las condiciones de pobreza y limita el desarrollo de las comunidades. Por estas razones, el establecimiento de sistemas de tratamiento que depuren las aguas residuales domésticas es una necesidad prioritaria que permite cumplir con los derechos reconocidos en favor de la naturaleza y del ser humano.

La ingeniería de aguas residuales ha investigado y desarrollado diferentes técnicas de depuración de efluentes domésticos, algunas de las cuales pueden combinarse en el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para un fin específico. La combinación de estas técnicas en distintos niveles de tratamiento logra la remoción de los contaminantes que caracterizan las aguas residuales para devolverlas de manera responsable al medio ambiente ya sea directamente al cuerpo de agua receptor o mediante la reutilización del agua tratada en actividades como riego.

Para diseñar y construir un sistema de tratamiento para una población específica se debe considerar varios aspectos como: características geomorfológicas de la zona, clima, densidad poblacional, población a servir, características de las aguas residuales a tratarse, características del cuerpo receptor, etc. y además la disponibilidad económica de los gobiernos o entidades responsables de su construcción y mantenimiento para asegurar su sostenibilidad (Metcalf & Eddy, 1995). Una gestión apropiada de operación y mantenimiento de los sistemas es vital para que la eficiencia de los sistemas sea mantenida en el tiempo y se pueda cumplir con los objetivos planteados en el diseño.



Estas consideraciones y reflexiones han motivado la realización de la presente tesis que contempla la propuesta de rediseño para la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Quillopungo, construida y administrada por la Empresa Pública de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ETAPA EP) y que sirve a las comunidades de Gualacay, Santa Martha y Quillopungo pertenecientes a la parroquia rural El Valle del Cantón Cuenca. La PTAR de Quillopungo ha presentado falencias en su funcionamiento que implican molestias para los habitantes cercanos a la PTAR y contaminación para la pequeña quebrada que sirve de cuerpo receptor. Por esto, se realizó en primer lugar una evaluación actual de la PTAR, posteriormente se estudiaron alternativas de rediseño que se ajusten a los requerimientos de las comunidades y se concluyó con una propuesta de rediseño sostenible que mejore su funcionamiento.

Para la evaluación de la PTAR se llevaron a cabo una serie de procesos de análisis sobre su estado actual, destacándose: inspecciones de campo que permitieron conocer las principales características de las comunidades y estipular el estado infraestructural de la planta, recopilación de información sobre caudales y caracterizaciones realizadas en laboratorio ambiental de afluentes y efluentes, revisión de los parámetros de diseño originales y de las recomendaciones de diseño descritas en las referencias técnicas. Además, se ejecutó una evaluación cualitativa del cuerpo receptor. Una vez realizadas las evaluaciones, se plantearon alternativas de diseño y adecuaciones que mejoren el funcionamiento en las diferentes etapas de la planta. Finalmente se analizó cada una de las alternativas planteadas y se escogió la más viable para llevarla a ingeniería de detalle.

En el marco del convenio de cooperación entre el Biological and Agricultural Engineering Department de la Universidad Texas A&M y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, algunos de los procesos de evaluación y algunas propuestas de rediseño fueron realizados conjuntamente con estudiantes de la mencionada Universidad, a fin de tener la posibilidad de compartir conocimientos sobre tecnologías y metodologías; ampliando el horizonte de posibles soluciones. La Empresa ETAPA EP a través del convenio de cooperación establecido con la Universidad de Cuenca aportó con información disponible y con los recursos necesarios para llevar a cabo esta tesis.

Mediante el rediseño de la planta de Quillopungo se propone a nivel de ingeniería de detalle una alternativa sostenible que, en caso de ser adoptada y construida, devuelva



la funcionalidad al sistema produciendo un efluente aceptable para el cuerpo receptor. Por consiguiente, se espera una mejora en la calidad de vida de las comunidades en estudio y el cuidado del cuerpo receptor, aportando al saneamiento ambiental en el Ecuador.

## **1.2 Antecedentes:**

Con la declaración de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en la Cumbre del Milenio del año 2000 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con respecto al agua se han logrado progresos significativos en el mundo en relación a la distribución y mejoramiento de los sistemas de agua potable y saneamiento. Sin embargo, falta mucho por hacer, las poblaciones sobretodo rurales presentan aún grandes necesidades de acceso a agua potable e instalaciones sanitarias. El mundo tiene por delante aún el importante desafío de eliminar la brecha del acceso a servicios básicos de una amplia población de recursos limitados y cumplir con el mejoramiento de saneamiento y calidad de vida para todos los seres humanos (ONU, 2015).

La cobertura de agua potable es superior a la de saneamiento a pesar de ser necesarias en conjunto. Las comunidades han dado mayor importancia a la potabilización del agua invirtiendo en tecnologías de purificación y distribución de las fuentes naturales, poniendo en segundo plano la eliminación de excretas y mucho más allá el tratamiento de aguas residuales. Muchas poblaciones sobre todo en países en vías de desarrollo tienen cobertura e infraestructura muy limitada para la depuración de aguas residuales domésticas y muchas otras cuentan con tecnologías deficientes y/o no acordes al medio en donde han sido implementadas. Esto porque se trata de cubrir de manera urgente la demanda de agua para el consumo y no se repara en los daños que los residuos provocan al ambiente (Watkins et al, 2006).

En el Ecuador, a partir de la fundación del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS) en el año de 1965 y gracias al progreso económico proveniente del auge petrolero a comienzos de los años 70, se dio un notable aumento en la cobertura de salud ambiental. El IEOS fue el organismo encargado de la planificación, regulación, asesoría y ejecución de proyectos de infraestructura de abastecimiento de agua potable y saneamiento en diferentes sectores del país lo que redundó notablemente en el mejoramiento de la calidad de vida de los ecuatorianos. Años después dentro del proceso de descentralización desapareció el IEOS y la gestión de saneamiento se transfirió a los gobiernos autónomos descentralizados (GADs) municipales y parroquiales. El desempeño que han tenido los GADs en los proyectos de gestión de



aguas residuales, no ha sido del todo satisfactorio; existe todavía mucha demanda de cobertura y ejecución de procesos de tratamiento de buena calidad (OEA, 2005).

El concejo cantonal de Cuenca encargó a la empresa pública ETAPA EP la responsabilidad de los servicios de saneamiento ambiental. Actualmente tiene a su cargo 32 plantas de tratamiento de aguas residuales en el sector rural las cuales con altibajos prestan servicio a las parroquias rurales, aportando para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

A pesar de que ETAPA EP se ha destacado en el país por la vanguardia y eficiencia que ha demostrado en la prestación de servicios de saneamiento, falta mucho por hacer y corregir en el cantón Cuenca. De acuerdo a los datos de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) existe una cobertura de saneamiento del 73.6% mostrando todavía una brecha importante por cubrir (SENPLADES, 2014). Además, conforme a información proporcionada por la Empresa, algunas de las 32 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) rurales han presentado falencias en su funcionamiento por varios motivos; entre los que se destaca: consideraciones incorrectas en el diseño de los procesos de depuración, falta de control de la red de alcantarillado lo que provoca sobreflujos importantes y falta de atención en programas de monitoreo y control; y, de operación y mantenimiento. Respondiendo a la realidad descrita, la planta de depuración de Quillopungo está dentro de aquellas que requieren algún tipo de intervención en su diseño.

### **1.3 Justificación:**

La importancia de la evaluación y rediseño de la planta de Quillopungo radica en recuperar su eficiencia en la remoción de los principales contaminantes del agua residual doméstica, de manera que el efluente final pueda ser vertido en el cuerpo receptor y se contribuya a un ambiente salubre que mejore el nivel de vida las comunidades que se han asentado alrededor de la quebrada; se busca en definitiva, cumplir con los objetivos planteados por ETAPA EP respecto del saneamiento ambiental en las parroquias rurales del cantón.

Los sistemas anaerobios de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales domésticas son una alternativa que se ha adaptado satisfactoriamente a los países en vías de desarrollo; debido sobre todo a los bajos costos de construcción, operación y mantenimiento que estos tratamientos implican y a la efectividad de



remoción de contaminantes que han demostrado. Varios países con climas tropicales han adoptado estos sistemas como una de sus principales tecnologías de tratamiento, puesto a que la temperatura de estos entornos favorece los procesos de depuración anaerobia, encontrándose la mayoría de reactores a escala real operando en condiciones de temperatura mayores a los 20°C (Chernicharo , van Lier, Noyola, & Bressani, 2015). Monroy (1988) y Lettinga (1983) mediante procesos de experimentación en reactores UASB piloto han demostrado que el uso de esta tecnología es aceptable incluso en áreas con clima moderado. En la actualidad se cuenta con guías de diseño que contemplan distintos rangos de temperatura aplicables a las condiciones de Quillopungo. El estudio de las referencias actuales de diseño de sistemas anaerobios permite plantear un rediseño, readecuación y un correcto programa de operación y mantenimiento para la PTAR de Quillopungo que servirá además de referente para futuras consideraciones en las PTAR del área rural del cantón.

#### **1.4 Objetivos:**

##### **1.4.1 Objetivo general:**

Plantear una solución técnica, viable y sostenible para el mejoramiento integral de la de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Quillopungo; con el fin de contribuir al mejoramiento de la salud pública y ambiental y consecuentemente de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades de Quillopungo, Santa Marta y Gualalcay, Parroquia el Valle, Cantón Cuenca.

##### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- Evaluar los parámetros establecidos en el diseño original de la planta de tratamiento de agua residual de Quillopungo, su estado actual en territorio y el plan de operación y mantenimiento.
- Reconocer los factores que provocan falencias en el funcionamiento de los distintos procesos de depuración y de acuerdo a las propuestas tecnológicas actuales plantear alternativas que corrijan los mismos.
- Identificar en conjunto con la Empresa ETAPA EP la alternativa que se considere asegurará la sustentabilidad para las comunidades en términos de operatividad, sostenibilidad, capacidad técnica, procesos de operación y mantenimiento, entre otros.
- Elaborar a nivel de ingeniería de detalle el diseño de la alternativa seleccionada.



## **Capítulo 2. Marco Teórico.**

### **2.1 Introducción:**

En el presente capítulo se exponen los conceptos fundamentales de las aguas residuales domésticas, su composición y características a través de una descripción de los componentes más importantes. Se incluye también una introducción a los tratamientos de aguas residuales más extendidos en el mundo, con un enfoque particular en los tratamientos anaerobios que son objeto fundamental de la presente tesis. Se encontrará además una descripción de los reactores anaerobios de flujo ascendente (UASB) y los filtros anaerobios que son las unidades centrales de tratamiento en la planta de Quillopungo. Se incluye finalmente una revisión de los sistemas de desinfección de efluentes domésticos y el tratamiento de lodos provenientes de los sistemas de tratamiento.

### **2.2 Aguas residuales:**

Son aquellas aguas a las que se han incorporado en su composición sustancias y partículas con las que han estado en contacto, caracterizando su calidad. Estas sustancias y partículas provienen principalmente de: usos domésticos, usos industriales, usos agrícolas, infiltración, drenaje y escorrentía pluvial (Hernández M, Hernández L, & Galán, 1996).

### **2.3 Agua residual doméstica o urbana:**

Son aguas que se producen de las actividades diarias de los seres humanos, provienen principalmente de: viviendas, centros educativos, centros de comercio, restaurantes e instalaciones sanitarias en industrias.

Su composición es 99.9 % agua y 0.1% materia orgánica e inorgánica particulada y disuelta (von Sperling, 2007) . Se pueden dividir en: aguas negras que son aguas con desechos fecales y de la preparación de alimentos y aguas grises que son todas aquellas aguas domésticas que no tienen un origen en las dos actividades anteriores descritas; es decir, provienen de actividades como: lavado de ropa, limpieza, etc. (Romero, 2000).

#### **2.3.1 Características del agua residual doméstica:**

Es difícil conocer al detalle todos los componentes y contaminantes de un agua residual, estos varían siempre, incluso en aguas provenientes de un mismo origen. Además, no es económico realizar pruebas en laboratorio para determinar todos los componentes de una muestra de agua. Por lo tanto, la mejor manera de analizar la



capacidad contaminante de las aguas residuales es mediante parámetros indirectos representativos de los principales contaminantes observados en el agua residual doméstica (von Sperling, 2007).

Se describen a continuación las características principales de las aguas residuales reflejadas en parámetros físicos, químicos y biológicos.

### **2.3.1.1 Parámetros físicos:**

#### **Olor:**

Aguas residuales frescas presentan olores ligeramente desagradables, aguas residuales sépticas presentan olores fuertes por la liberación de gases producto de la descomposición orgánica y subsecuente emanación de gases, especialmente sulfuro de hidrógeno.

#### **Temperatura:**

Se presenta 1 o 2 grados Celsius más alta que la temperatura del agua potable. Es un parámetro importante para el diseño de un reactor; temperaturas altas permiten el crecimiento de las comunidades microbianas y propician mayores velocidades de reacción y descomposición de los contaminantes.

#### **Color:**

Es inicialmente café o gris claro y a medida que hay consumo de oxígeno y descomposición de compuestos contaminantes se torna más oscura hasta volverse casi negra (aguas sépticas).

(von Sperling, 2007)

### **2.3.1.2 Parámetros químicos:**

#### **Sólidos Totales (ST):**

Son todas las partículas sólidas de origen orgánico e inorgánico presentes en un agua residual, se clasifican en:

- **Sólidos Suspendidos Totales (SST):**

Partículas sólidas que se quedan retenidas en un filtro de fibra de vidrio estandarizado y que tienen diámetros mayores a  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ . Se clasifican en fijos y volátiles.

- **Sólidos Suspendidos Fijos (SSF):** Partículas inertes que soportan altas temperaturas ( $550^{\circ}\text{C}$ ).



· Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV): Partículas orgánicas que desaparecen cuando son sometidas a altas temperaturas (550°C).

• Sólidos Disueltos Totales (SDT):

Partículas sólidas de dimensiones pequeñas que pasan filtro estandarizado de vidrio y tienen diámetros menores a  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ . Se clasifican al igual que los suspendidos en fijos y volátiles.

• Sólidos Sedimentables (SS):

Partículas orgánicas e inorgánicas que sedimentan en una hora en el cono de Imhoff.

**Materia orgánica biodegradable (MO)**:

Son todos los componentes orgánicos presentes en el agua residual, en mayores cantidades se presentan: proteínas, lípidos y carbohidratos. La cantidad de materia orgánica presente en un agua residual se mide de manera indirecta mediante el análisis de los parámetros siguientes:

• Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):

Es la medida de la cantidad de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos durante los procesos de estabilización bioquímica de la materia orgánica biodegradable después de 5 días y a una temperatura de 20° C.

• Demanda Química de Oxígeno (DQO):

Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para llevar a cabo procesos de estabilización química de la materia orgánica total. La determinación de este parámetro requiere el uso de un agente oxidante químico, generalmente se emplea dicromato potásico. La DQO es siempre mayor a la DBO.

• Otros parámetros:

Se puede también determinar la cantidad de materia orgánica mediante la determinación de la DBO última (DBOu) o mediante el método del carbón orgánico total (COT).

**Nutrientes**:

Son elementos necesarios para el desarrollo de las actividades microbianas, se destacan principalmente el nitrógeno y el fósforo.



• **Nitrógeno Total (NT):**

Incluye el nitrógeno total Kjeldahl, nitritos y nitratos. El nitrógeno total Kjeldahl está compuesto por: nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal producido en la primera etapa de descomposición del nitrógeno orgánico ambos presentes en las aguas residuales crudas. Los nitritos y nitratos son productos oxidados en las diferentes etapas de la descomposición del nitrógeno amoniacal y no se encuentran en aguas residuales crudas.

El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos depuradores del agua residual.

Previo a la descarga de los efluentes en los cuerpos de agua naturales, es necesaria la eliminación del nitrógeno ya que puede significar contaminación. Altas concentraciones de nitrógeno provocan crecimiento excesivo de algas y eutrofización de los cuerpos de agua. Además, si se encuentra en forma de amonía libre ( $\text{NH}_3$ ) es tóxico para los peces, y la descarga de nitritos implica riesgos para la salud humana.

• **Fósforo Total (FT):**

Incluye formas de fosfatos orgánicos e inorgánicos y es también un nutriente esencial en los tratamientos de depuración. Al igual que el nitrógeno, los fósforos son componentes que permiten el crecimiento de algas lo que puede significar eutrofización y deterioro de los cuerpos de agua por lo que es recomendable su eliminación.

(von Sperling, 2007)

**Potencial Hidrógeno (pH):**

Indica la concentración de ion hidrógeno presente en el agua residual y permite conocer su alcalinidad o acidez. Para un correcto funcionamiento de los sistemas de tratamiento biológico de aguas residuales, es necesario que los valores de pH se encuentren dentro de un rango adecuado (de 6.5 a 8.5) que permita el desarrollo de las bacterias depuradoras y una descarga segura de los efluentes a las fuentes naturales (Romero, 2000).

**Alcalinidad:**

Indica la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Las aguas residuales son generalmente alcalinas con concentraciones de 50-200 mg/L- $\text{CaCO}_3$ . En los procesos



anaerobios es importante cuidar el valor de alcalinidad, debido a que si son bajos provocan fuertes descensos en los valores del pH y pueden interrumpir la actividad de las bacterias metanogénicas (Romero, 2000).

### **2.3.1.3 Parámetros biológicos:**

#### **Organismos presentes en el agua residual doméstica:**

En las aguas residuales, se pueden encontrar diferentes tipos de comunidades microorgánicas de tamaños, formas y composición variada. La mayoría de estas comunidades intervienen en los procesos de estabilización biológica de la materia orgánica. Sin embargo, existen también microorganismos patógenos. Los principales grupos de microorganismos son: bacterias, archaea, algas, hongos, protozoarios, virus y helmintos.

#### • **Organismos patógenos:**

Pueden ser bacterias, virus, protozoarios o helmintos causantes de enfermedades intestinales que pueden inclusive ser mortales para los seres vivos. Se encuentran en los desechos fecales de los seres humanos y animales que han sufrido de determinadas enfermedades. En las aguas residuales, están presentes en concentraciones muy bajas y su presencia depende de diversos factores de las poblaciones como: estatus socio económico, salud de los habitantes, presencia de agroindustrias, entre otros. Todo esto hace que su específica determinación sea compleja y costosa.

La forma de determinar la posible presencia de patógenos en un agua residual es mediante indicadores indirectos de contaminación fecal que analizan los coliformes fecales o termotolerantes de las aguas residuales. Los coliformes fecales son en su mayoría no patógenos, pero al estar siempre presentes en los excrementos animales y humanos nos dan un índice de la cantidad de contaminación fecal de las aguas. La eliminación de los coliformes fecales asegura también la eliminación de los patógenos y disminuye entonces la proliferación de enfermedades por saneamiento deficiente. (von Sperling, 2007).

### **2.4 Tratamientos de agua residual:**

El tratamiento de aguas residuales son procesos físicos, químicos y biológicos que permiten adecuar las aguas residuales para ser devueltas a los cuerpos de agua naturales. Existen diferentes tecnologías de tratamiento de aguas residuales y la



elección de una u otra depende de una serie de factores técnicos, ambientales, sociales y/o económicos. Todos los tratamientos tienen como fin la depuración de las aguas residuales con un fin específico que está ligado a la salud pública y cuidado ambiental.

Los tratamientos de aguas residuales se pueden clasificar en preliminares, primarios, secundarios, terciarios o de desinfección y avanzados. No todas las plantas de tratamiento requieren la implementación de todos los tipos de tratamiento, esto depende la calidad del afluente y de las exigencias de eliminación de contaminantes descritas en las normativas ambientales.

Se explican a continuación los diferentes tipos de tratamientos encontrados en plantas convencionales de tratamiento de agua residual:

### **2.5 Tratamientos preliminares:**

Son procesos que por medio de mecanismos físicos remueven sólidos gruesos que han sido arrastrados en el agua residual y que pueden ser abrasivos para las unidades de depuración posteriores, estaciones de bombeo o inclusive para el cuerpo receptor. Los mecanismos típicos de tratamientos preliminares son: rejillas, vertederos, desarenadores, transiciones hidráulicas, entre otros (von Sperling, 2007).

#### **2.5.1 Vertederos:**

Son estructuras hidráulicas que controlan el paso del caudal a los reactores aguas abajo en una planta de tratamiento de agua residual. Y mediante aliviaderos permiten la descarga directa de aguas en exceso que generalmente provienen de lluvias intensas.

#### **2.5.2 Rejillas:**

Son dispositivos compuestos de barras verticales paralelas generalmente metálicas separadas una cierta distancia entre sí que retienen sólidos de tamaño mayor al de la apertura entre sus barrotes. De acuerdo al espacio entre barrotes se pueden clasificar en gruesas, medias y finas. Se colocan en canales de entrada en dirección perpendicular al flujo.

La instalación de rejillas es casi una necesidad en plantas depuradoras de agua residual. Para asegurar su buen funcionamiento deben limpiarse periódicamente con rastrillos manuales o automáticos. El material retenido se elimina mediante



incineración o se deposita en un vertedero sanitario (Hernández M, Hernández L, & Galán, 1996).

### **2.5.3 Desarenadores:**

Son estructuras en forma de canal que mediante sedimentación remueven partículas inorgánicas arrastradas por las aguas residuales. Las partículas inorgánicas (arenas), presentan mayor densidad que las orgánicas, lo que propicia su rápida sedimentación hacia el fondo del desarenador y el paso de la materia orgánica suspendida en el líquido a las siguientes unidades de tratamiento (von Sperling, 2007). Cuando se diseña un desarenador es muy importante cuidar el cumplimiento de un valor de velocidad de sedimentación adecuado (alrededor de 0.3 m/s), velocidades muy bajas permitirán además de la sedimentación de partículas inorgánicas, asentamiento de materia orgánica y por el contrario velocidades de sedimentación muy altas evitarán la remoción de las arenas (Romero, 2000).

Las partículas que se quedan en el fondo de los canales requieren ser removidas para evitar obstrucciones en el desarenador y evitar malos olores ocasionados por posibles partículas orgánicas decantadas. El material inerte puede ser removido de manera manual o por medio de válvulas, se recomienda realizar purgas semanales y depositar el material removido en rellenos sanitarios o lechos de secado.

### **2.6 Tratamientos primarios:**

Son mecanismos de sedimentación que remueven sólidos suspendidos sedimentables finos y materia flotante como grasas y aceites presentes en el agua residual. Los procesos se llevan a cabo en tanques circulares o rectangulares que son alimentados lentamente por el flujo de agua residual, permitiendo la sedimentación de los sólidos más densos que el agua y la flotación de las sustancias con menor densidad (grasas).

En los tratamientos primarios algunos de los sólidos suspendidos que se remueven son orgánicos por lo que hay una reducción de DBO, la sedimentación forma un lodo crudo primario que cuando es removido de los reactores requiere un proceso de secado y/o estabilización. Las grasas y espumas flotantes se remueven mediante rastrillos y requieren también un tratamiento posterior.

Con el fin de mejorar la eficiencia de los tratamientos primarios se pueden utilizar sustancias químicas coagulantes que estimulan la formación de gránulos sedimentables, crean mayor cantidad de lodo y reducen en mayor cantidad la DBO. (von Sperling, 2007)



## **2.7 Tratamientos secundarios:**

Son procesos biológicos que, por medio de la interacción y el metabolismo celular de varios microorganismos (bacterias, protozoarios, hongos, etc.) descomponen y reducen la materia orgánica soluble y suspendida presente en las aguas residuales. Los microorganismos presentes en este tipo de tratamientos utilizan la materia orgánica y los nutrientes como sustrato para su desarrollo y mediante procesos metabólicos transforman el sustrato en compuestos más sencillos (gas metano, agua, dióxido de carbono, entre otros) y biomasa adicional (flóculos sedimentables) tomando del sustrato la energía y el carbono necesarios para su crecimiento y reproducción (von Sperling, 2007).

Los procesos biológicos se llevan a cabo en reactores biológicos diseñados para mantener ciertas condiciones adecuadas en el medio (pH, temperatura, etc.) para que se dé un desarrollo óptimo de vida microorgánica. El origen del agua residual y su composición son importantes ya que, si se trata de un agua residual con sustancias inhibitorias o tóxicas el tratamiento no sería efectivo así las condiciones en el reactor sean ideales.

En función de la utilización de oxígeno libre para el metabolismo bacteriano los tratamientos secundarios se clasifican en: Tratamientos aerobios, anóxicos y anaerobios.

### **2.7.1 Tratamientos aerobios:**

Los microorganismos llevan a cabo la descomposición de los contaminantes orgánicos en presencia de niveles adecuados de oxígeno molecular tomándolo como receptor de electrones. Los procesos de digestión aerobia requieren muchas veces el suministro de oxígeno molecular mediante tecnologías de aireación lo que podría significar altos costos de energía.

Dadas las condiciones adecuadas en el medio y como resultado de la digestión aerobia, en este tipo de tratamiento alrededor del 40 al 50 % de la materia orgánica es transformada en CO<sub>2</sub>, del 50 al 60 % es biomasa nueva por lo que se da gran acumulación de lodos y del 5 al 10 % es materia no degradable (Chernicharo C. , 2007).

Los lodos activados es la tecnología de tratamiento aerobio convencional más utilizada en el primer mundo por la alta eficiencia en remoción orgánica y de nutrientes; sin embargo, su elevado costo de operación y mantenimiento debe ser cuidadosamente



estudiado en sitios donde la sostenibilidad económica de los sistemas no está asegurada. Otros tratamientos aerobios muy utilizados son: filtros percoladores, lagunas aireadas, biodiscos, etc.

### **2.7.2 Tratamientos anóxicos:**

Los microorganismos principalmente facultativos que son aquellos que pueden desarrollarse en presencia o ausencia de oxígeno, llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica en presencia de nitratos y cantidades casi nulas de oxígeno molecular. Debido a la baja cantidad de oxígeno molecular, los procesos biológicos toman los nitratos como receptores de electrones y los transforman principalmente en nitrógeno gas, el proceso se le conoce como desnitrificación.

### **2.7.3 Tratamientos anaerobios:**

Los microorganismos llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular y nitratos tomando como receptores de electrones compuestos químicos inorgánicos como el ion sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) o el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Son tratamientos generalmente económicos, por lo que su aplicación ha aumentado en los últimos años sobre todo en países tropicales. La temperatura del agua residual es un parámetro fundamental a tomar en cuenta para aplicar un tratamiento de tipo anaerobio, temperaturas menores a los  $20^\circ\text{C}$  implican baja actividad microorgánica y por lo tanto menor eficiencia en el tratamiento

Como resultado de la actividad microorgánica en un sistema anaerobio, la mayor parte de la materia orgánica biodegradable del 70 al 90 % se convierte en biogás y una pequeña cantidad se convierte en biomasa del 5 al 15 % lo que luego constituye el exceso de lodo en el sistema. El lodo en este tipo de tratamientos es usualmente más concentrado que el lodo resultante de un tratamiento aerobio, además presenta buenas características para secado o deshidratación. Finalmente, alrededor del 10 al 30 % del sustrato no se convierte en biogás ni en biomasa y es materia no degradable. (Chernicharo C. , 2007).

### **Ventajas y desventajas de los tratamientos anaerobios:**

Las ventajas y desventajas de los tratamientos anaerobios se describen en la **Tabla 2.7.3.1.**



<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Baja producción de lodos, de 3 a 5 veces menor que en tratamientos de tipo aerobio.</li><li>- El consumo de energía es bajo, usualmente se requiere energía únicamente para el bombeo del afluente.</li><li>- Bajos costos de operación y mantenimiento.</li><li>- Bajo requerimiento de espacio.</li><li>- Bajos costos de construcción.</li><li>- Producción de gas metano con alto nivel de combustión.</li><li>- Posibilidad de preservar la biomasa durante meses, sin necesidad de alimentar el reactor.</li><li>- Buena tolerancia a altas cargas orgánicas.</li><li>- Aplicación a pequeña y gran escala.</li><li>- Bajo consumo de nutrientes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los microorganismos anaerobios son susceptibles de inhibición por un gran número de compuestos.</li><li>- El proceso de adaptación de la biomasa y arranque del sistema puede ser lento.</li><li>- Son necesarios post-tratamientos.</li><li>- La bioquímica y microbiología de la digestión anaerobio es compleja y se requiere aun de investigación sobre el tema.</li><li>- Posible generación de malos olores, aunque puede ser controlable.</li><li>- Posible generación de efluentes con aspecto desagradable.</li><li>- Baja o nula remoción de nitrógeno, fósforo y patógenos.</li></ul>

Fuente: (Chernicharo C. , 2007)

**Tabla 2.7.3.1: Ventajas y desventajas de los tratamientos anaerobios.**

**2.7.3.1 Digestión anaerobia:**

El proceso de digestión anaerobia se realiza en un medio en donde intervienen diferentes grupos microbianos con características y comportamientos específicos que trabajan de manera interactiva en la transformación de compuestos complejos



contaminantes usualmente carbohidratos, proteínas y lípidos en productos finales menos agresivos.

De manera general, la descomposición de los compuestos orgánicos presentes en el agua residual se lleva a cabo en cuatro principales etapas:

### **Hidrólisis:**

La materia orgánica particulada que ingresa en un reactor anaerobio, necesita ser disuelta en moléculas pequeñas y sencillas para que los microorganismos puedan asimilarla. El proceso de hidrólisis mediante la acción de enzimas producidas por bacterias hidrolíticas permite la disolución de las macromoléculas. La hidrolización de las partículas orgánicas es un proceso lento que puede verse afectado por una serie de factores como: la temperatura del reactor, el tiempo de residencia del sustrato, el tamaño de las partículas de entrada entre otros.

### **Acidogénesis:**

Las bacterias fermentativas llevan a cabo procesos metabólicos tomando como sustrato las moléculas solubilizadas en el proceso de hidrólisis y transformándolas en ácidos grasos volátiles, alcoholes, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, nuevas células bacterianas, entre otros.

### **Acetogénesis:**

Las bacterias acetogénicas mediante oxidación convierten los productos de la acidogénesis en sustrato apto para las bacterias metanogénicas responsables de la última etapa de la digestión anaerobia. Los productos obtenidos de la acetogénesis son: ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono.

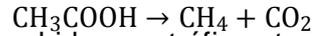
### **Metanogénesis:**

Los microorganismos metanogénicos son los encargados de la etapa final de la digestión anaerobia. Transforman el ácido acético, metanol, dióxido de carbono, hidrógeno, entre otros productos resultantes de las etapas anteriores en gas metano y dióxido de carbono. Estas bacterias se encargan también de mantener lo suficientemente baja la presión parcial del  $H_2$  para permitir condiciones en el medio que permitan a las bacterias fermentadoras y productoras de ácidos producir más productos solubles oxidados tal como el ácido acético y continuar con la degradación de la materia orgánica.

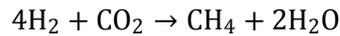
Hay dos rutas que las bacterias metanogénicas toman para formar gas metano:



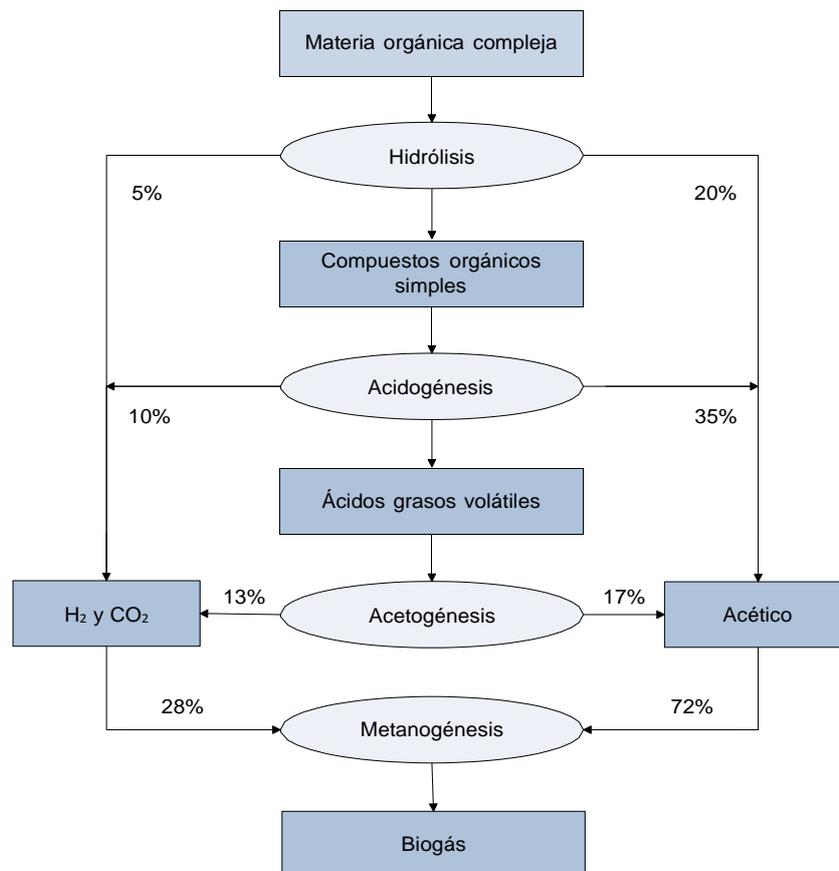
- 1) Las bacterias metanogénicas acetoclastas, transforman el ácido acético en metano y dióxido de carbono, con esta reacción se produce alrededor del 70 % del metano total en la depuración.



- 2) Las bacterias metanogénicas hidrogenotróficas toman el hidrogeno y reducen el dióxido de carbono a metano y agua.



La figura 2.7.2.1.1 describe los procesos anteriormente mencionados.



Fuente: (Fernández A et al, 2006)

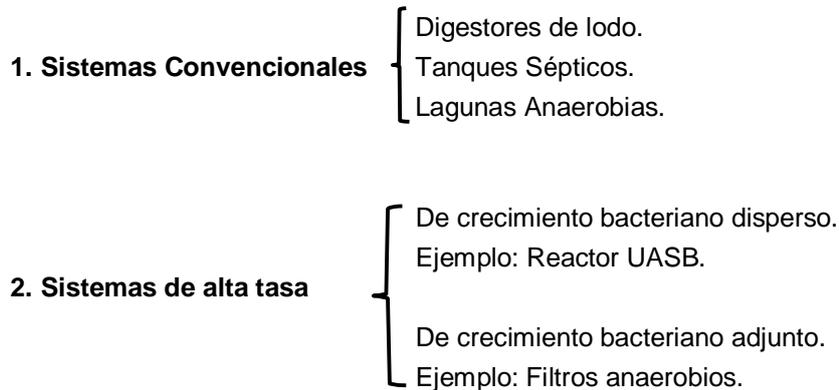
Figura 2.7.2.1.1: Digestión Anaerobia.

### 2.7.3.2 Tecnologías de reactores de tratamiento anaerobio:

Con el aumento de investigación y conocimiento sobre la capacidad y las necesidades de los microorganismos anaerobios para descomponer compuestos orgánicos, se han desarrollado tecnologías en reactores que propicien ambientes adecuados para el desarrollo de la actividad microbiana.



Los sistemas anaerobios se pueden clasificar en dos grupos descritos en la **figura 2.7.2.2.1.**



**Fuente:** (Chernicharo C. , 2007)

**Figura 2.7.2.2.1: Clasificación de los sistemas anaerobios.**

**Sistemas anaerobios convencionales:**

Son sistemas que operan en reactores de volúmenes grandes con cargas orgánicas volumétricas bajas y sin mecanismos para inmovilizar grandes cantidades de biomasa dentro de ellos. En este tipo de reactores el tiempo de retención celular es corto y los tiempos de retención hidráulica son largos.

**Sistemas anaerobios de alta tasa:**

Son sistemas que operan en reactores de volúmenes pequeños que retienen grandes cantidades de biomasa utilizando mecanismos de retención física de lodos. En este tipo de reactores los tiempos de retención hidráulica son cortos y los tiempos de retención de sólidos largos.

Son seguramente los sistemas anaerobios más eficientes, su introducción ha logrado grandes mejoras en los sistemas de tratamiento de agua residual. Sin embargo, es importante mantener ciertas condiciones dentro de estos reactores para asegurar una buena actividad microbiana y eficiencia en el tratamiento. Algunas condiciones importantes se mencionan a continuación:

- Alta retención de lodo activo sedimentable e inmovilizado aumenta la capacidad del reactor para recibir altas cargas orgánicas.
- Buen contacto entre la biomasa activa en el reactor y el afluente del sistema, evita la presencia de lodos sin ninguna función ni valor dentro del proceso de descomposición.



- Correcta adaptación de la biomasa en el reactor y con el agua residual de entrada.
- Prevalencia de características ambientales adecuadas para los microorganismos encargados de la degradación.

De acuerdo al crecimiento de los microorganismos en el reactor, se pueden clasificar los sistemas anaerobios de alta tasa en dos grupos principales: Sistemas de crecimiento bacterianos disperso y Sistemas de crecimiento bacteriano adjunto.

#### **2.7.3.3 Sistemas de crecimiento bacteriano disperso:**

Las bacterias crecen y forman gránulos bacterianos libres y sedimentables con densidades mayores a las del líquido. El principio fundamental en estos sistemas es conseguir con la sedimentación de los gránulos una alta concentración de biomasa activa dentro del reactor y un buen contacto de la biomasa formada con el agua residual entrante en el sistema. Entonces se consigue también alta velocidad de degradación de la materia orgánica y depuración del agua residual.

#### **2.7.3.4 Reactores anaerobios de flujo ascendente UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket):**

El concepto de reactor UASB fue desarrollado en Holanda en los inicios de los años 70 por el Doctor Gazte Lettinga y su equipo de trabajo. Se trata de un sistema basado en el crecimiento bacteriano disperso. En sus inicios la tecnología UASB se aplicó únicamente a nivel industrial dando resultados excelentes en el tratamiento de afluentes provenientes de agro-industrias (Henze M et al, 2008). En los últimos años se han implementado también reactores de tipo UASB para tratar aguas residuales domésticas sobre todo en países tropicales como la India, Brasil y Colombia en donde la experiencia con la tecnología UASB ha sido exitosa (Chernicharo , van Lier, Noyola, & Bressani, 2015).

#### **Ventajas y desventajas del uso de reactores UASB:**

El uso de la tecnología UASB ha presentado muchas ventajas sobre los sistemas anaerobios convencionales y han demostrado un excelente rendimiento sobre todo en países tropicales en vías de desarrollo. Algunas de las ventajas y desventajas de estos sistemas se presentan a en la **tabla 2.7.3.4.1.**



Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>- Poco requerimiento de espacio.</li><li>- Bajos costos de construcción y operación.</li><li>- Baja producción de lodo.</li><li>- Baja o nula necesidad de consumo energético.</li><li>- Buena remoción de DBO y DQO del 65 al 75 %</li><li>- Lodo de buenas características de secado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Posible generación de malos olores.</li><li>• Baja tolerancia a la presencia de contaminantes tóxicos.</li><li>• Lenta puesta en marcha del sistema.</li><li>• Post tratamiento necesario.</li></ul>

Fuente: (Chernicharo C. , 2007)

**Tabla 2.7.3.4.1: Ventajas y desventajas de los reactores UASB.**

#### **Puesta en marcha del reactor UASB:**

El arranque del sistema es la etapa más importante dentro del proceso de operación. Una correcta y cuidadosa puesta en marcha y el cuidado de los contaminantes presentes en el agua residual de entrada aseguran eficiencia en el sistema.

El arranque de un sistema UASB es lento, puede tardar de 4 a 6 meses si se espera el desarrollo de la biomasa de manera natural sin añadir ningún tipo de inóculo. Afortunadamente, se han desarrollado metodologías para acelerar la puesta en marcha del sistema las cuales consisten en agregar cantidades de lodo anaerobio tomado de otro sistema anaerobio observando su capacidad de respuesta y de adaptación al medio. El desarrollo de un lodo denso de buena calidad asegura una buena separación de sólidos, líquido y gas y evita el lavado de lodos que puede alterar el funcionamiento del sistema.

La tasa de alimentación del sustrato en el sistema debe ir incrementando progresivamente conforme la adaptación del lodo en el sistema responda positivamente. Es necesario además cuidar que el sustrato de entrada no contenga sustancias tóxicas sobre todo en la etapa de arranque del reactor. Las aguas residuales domésticas pueden presentar sustancias tóxicas, pero generalmente a niveles bajos por lo que son tolerables para el arranque y funcionamiento del sistema.



Después de algunos meses de operación se habrá desarrollado un lecho de lodo altamente concentrado, denso y activo con buenas características de sedimentación capaz de soportar altas tasas orgánicas y ser más tolerante ante la presencia de sustancias inhibidoras. (Chernicharo C. , 2007)

### **Funcionamiento y configuración del reactor UASB:**

Cuando el arranque del sistema UASB se ha realizado correctamente, en el fondo del reactor se forma un lecho de lodos densos de diámetros entre 1 a 5 mm y buenas características sedimentables. Encima del lecho de lodos se encuentra el manto de lodos con flóculos de menor calidad más pequeños y menos densos. Las partículas más ligeras y pequeñas (casi diluidas) salen conjuntamente con el efluente (Chernicharo C. , 2007).

Básicamente el proceso consiste en un flujo ascendente y continuo de agua residual que entra por la parte inferior del reactor y permanece un periodo de tiempo en el cual atraviesa el lecho y manto de lodos poniéndose en contacto con los microorganismos depuradores y sale a través de un tanque sedimentador localizado en la parte superior del reactor.

La cantidad adecuada de tiempo de permanencia del agua residual dentro del reactor (tiempo de retención hidráulico) permite que el agua residual atraviese correctamente los diferentes procesos de depuración, evitando altas velocidades de flujo ascendente que provocan pérdidas en la biomasa por lavado y cortocircuitos que alteran la estabilidad del sistema y disminuyen su eficiencia. La entrada del agua residual y las burbujas ascendentes de biogás producto de la digestión anaerobia provocan una mezcla o turbulencia natural que permite un buen contacto entre el agua residual y la biomasa. Los dispositivos de entrada deben estar correctamente diseñados de manera que repartan homogéneamente el agua residual a una velocidad de entrada adecuada en la parte baja del reactor para asegurar un máximo contacto entre la biomasa y el sustrato y evitar zonas muertas y caminos preferenciales que eviten el cumplimiento de tiempos de retención suficientes para la degradación de la materia orgánica.

Entre el tanque sedimentador y el lecho de lodo activo se debe instalar un dispositivo separador de tres fases: gas, líquido y sólido, que bien diseñado garantiza la retención y regreso de las partículas sólidas flotantes más pesadas al compartimiento digestor, la liberación de los gases contenidos en la mezcla líquida y adheridos a partículas sólidas y la salida del efluente clarificado. Su funcionamiento consiste en inicialmente



separar el gas del líquido y de las partículas sólidas flotantes de manera que se formen condiciones óptimas para la sedimentación de los sólidos y se permita su posterior asentamiento en la zona de digestión de lodos.

Si la cantidad de gas producida en el sistema es significativa esto puede producir malos olores y ser perjudicial para la salud de los habitantes cercanos a la zona, se debe implementar un sistema de recolección de gas para posteriormente quemarlo o reutilizarlo como combustible.

En la parte alta del reactor se deben instalar dispositivos para la recolección del efluente clarificado, estos pueden ser vertederos triangulares de pared delgada o tuberías perforadas. El desarrollo de los lodos dentro del reactor debe ser controlado, se deben instalar válvulas y tuberías de purga en la altura del reactor que permitan tomar muestras de la calidad de lodo y estimar periodos para extracción de lodos en exceso.

#### **2.7.3.5 Sistemas de crecimiento bacteriano adjunto:**

Son sistemas que tienen un material inerte natural o artificial que soporta el crecimiento bacteriano. En estos sistemas, la materia biológica se desarrolla y se presenta de tres maneras distintas: como una capa delgada de material biológico adherida al medio filtrante (bio-película), como pequeñas partículas dispersas retenidas entre los espacios vacíos del material de soporte y como flóculos de mayor tamaño retenidos en el fondo del tanque por gravedad (Chernicharo C. , 2007).

#### **2.7.3.6 Filtros anaerobios:**

Los filtros anaerobios han sido utilizados como tecnologías de tratamiento biológico desde hace más de 50 años. Fueron introducidos por los ingenieros civiles James C Young y Perri McCarty en los años 60 en los Estados Unidos. Se trata de un sistema de crecimiento bacteriano disperso. Por su efectividad en la remoción de materia orgánica, su aplicación ha aumentado a lo largo de los años en diferentes países del mundo.

#### **Ventajas y desventajas del uso de filtros anaerobios:**

Algunas de las ventajas y desventajas de los filtros anaerobios se presentan a en la **tabla 2.7.3.6.1.**



Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>- Pueden implementarse como tratamientos primarios, secundarios o terciarios con buenas respuestas de funcionamiento. Sin embargo, se recomienda usarlo como post-tratamiento para asegurar la estabilidad del sistema.</li><li>- Presenta buen funcionamiento en poblaciones rurales ya que sirve como un reservorio y homogeniza el caudal.</li><li>- Nula necesidad de consumo energético.</li><li>- Baja producción de lodos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Requerimiento de espacios considerables debido al volumen grande que el material filtrante ocupa.</li><li>- Posible taponamiento de los espacios internos por donde debe fluir el agua residual y formación de corto circuitos hidráulicos.</li></ul>

Fuente: (Chernicharo C. , 2007)

**Tabla 2.7.3.6.1: Ventajas y desventajas filtros anaerobios.**

**Puesta en marcha de un filtro anaerobio:**

La puesta en marcha de un filtro anaerobio es similar a la de un reactor UASB. Si no se añade ningún inóculo, el sistema puede tardar varios meses en arrancar. La elección de una semilla de lodo adecuada y las actividades de operación iniciales en el reactor permitirán acelerar el proceso de arranque y de adaptación de la biomasa al medio.

Contar con un material de soporte dentro del reactor es beneficioso ya que propicia mayores tiempos de retención de sólidos, permite la rápida adherencia de la película biológica y acelera el arranque de los sistemas (Chernicharo C. , 2007).

**Funcionamiento y configuración de los filtros anaerobios:**

El agua residual entra al sistema y se dispersa por el reactor y el lecho de material inerte poniéndose en contacto con los microorganismos depuradores presentes en la materia biológica retenida en el sistema durante un tiempo de retención hidráulico determinado.

Los reactores pueden tener diferentes formas, aunque las más usadas son cilíndricas y rectangulares. Sus dimensiones dependen del caudal a tratar y de las propiedades



del material filtrante; es recomendable que el volumen no sea menor a  $100 \text{ m}^3$  ni mayor a  $10000 \text{ m}^3$  además que la profundidad sea de por lo menos 2 metros.

Lo más común es que los filtros funcionen con flujos ascendentes o descendentes, sin embargo, existen también filtros de flujo horizontal. Los filtros de flujo ascendente tienen el material filtrante sumergido.

El material filtrante del reactor, además de ser el soporte de la película biológica que se forma en el reactor, separara la materia sólida de los gases y el líquido evitando el lavado de los sólidos y dando paso a la acumulación de lodos dentro del reactor y a la liberación del biogás.

Se pueden incluir estructuras complementarias dentro de un filtro para mejorar su funcionamiento como: pantallas deflectoras, que ayuden a la correcta circulación del flujo, cámaras de ingreso y de salida para uniformizar el flujo, ductos para desagüe en la base y además una base con pendiente adecuada para lograr la evacuación de lodos acumulados.

Un correcto funcionamiento de un sistema de filtro anaerobio depende de la elección de los parámetros adecuados para su diseño y de la planeación y cumplimiento de un plan de gestión de operación y mantenimiento periódico. Al trabajar de manera eficiente el efluente de los filtros es agua bastante clarificada con baja concentración de materia orgánica. El uso de estos reactores como tratamiento secundario de un UASB tiene como ventaja la reducción de la posibilidad de colmatación en el lecho filtrante por lo que la limpieza se puede realizar en periodos mayores de tiempo (Chernicharo C. , 2007).

### **Material filtrante:**

Existen diferentes tipos de materiales que sirven como lechos filtrantes, estos pueden ser naturales como piedra o grava, o artificiales como anillos plásticos o esponjas. La elección de un tipo de material depende de la eficiencia de remoción de la materia orgánica buscada en un proyecto, pero sobre todo de la disponibilidad de cierto material en el mercado y de su costo.

Cualquiera fuere el material escogido como lecho de soporte, existen algunas recomendaciones generales que los materiales filtrantes deben cumplir (Chernicharo C. , 2007):

- Ocupar del 50% al 70% de la altura del reactor.



- Ser capaz de resistir su propio peso, así como el del material que se adherirá a él.
- Ser totalmente inerte de manera que no se de ningún tipo de reacción química o biológica ni con la película biológica adherida ni con el agua residual en contacto.
- Tener un área de contacto lo suficientemente grande para permitir que una mayor cantidad de partículas se adhieran a él.
- Tener una rugosidad adecuada para permitir la adherencia de partículas.

## **2.8 Tratamientos terciarios de desinfección:**

Son procesos físico-químicos que complementan a los tratamientos previos en la secuencia de tratamiento de agua residual y mejoran la calidad del efluente para su posterior deposición en un cuerpo receptor natural. El objetivo principal de un tratamiento terciario es la eliminación de los agentes patógenos presentes en las aguas para proteger la salud de las poblaciones que hacen uso de los cuerpos de agua receptores. Los tratamientos de desinfección son capaces de alcanzar eficiencias de remoción de coliformes iguales o superiores al 99.99% (von Sperling, 2007).

Existen diversas metodologías de tratamiento terciario y al igual que los tratamientos primarios y biológicos, su aplicación depende de los requerimientos de remoción de contaminantes y el presupuesto destinado a la obra. Algunos los tratamientos más utilizados son: filtración, intercambio iónico, cloración, radiación UV, entre otros.

### **Desinfección por Cloro:**

Es uno de los procesos de desinfección de agua más utilizado tanto en tratamientos de potabilización de agua y de depuración de aguas residuales debido a su sencillez, eficacia y economía. El proceso consiste principalmente en adicionar al agua cloro o alguna sustancia derivada del cloro (Cloro gas  $Cl_2$ , Hipoclorito sódico  $NaOCl$ , Hipoclorito de calcio  $Ca(OCl)_2$ , entre otros) de manera que reaccione con los componentes de las aguas y elimine en lo posible los patógenos presentes en ellas. Como resultado de las reacciones se produce ion hipoclorito ( $OCl^-$ ), ácido hipocloroso ( $HOCl$ ) y cloraminas; sustancias capaces de corroer la materia orgánica y los agentes contaminantes. El pH y la temperatura del agua a ser tratada son factores determinantes en la cantidad de ion hipoclorito y ácido hipocloroso que se produce, se requieren mantener niveles adecuados de estos parámetros de manera que se consiga mantener el equilibrio entre los elementos (Metcalf & Eddy, 1995). Lo óptimo es que el pH del agua a ser tratada sea igual o menor a 7.5, de esta manera se



asegura mayor producción de ácido hipocloroso que tiene mejores cualidades desinfectantes que el ion hipoclorito, siendo capaz de eliminar patógenos variados en tiempos cortos (AWWA, 1991) .

La desinfección con cloro de aguas naturales claras, aquellas que se toman como fuentes de abastecimiento de agua potable, es rápida y garantiza la eliminación de todas las poblaciones de virus y patógenos. Por otro lado, la desinfección con cloro de aguas residuales requiere más tiempo y no garantiza la muerte de todos los patógenos. Las aguas servidas presentan gran cantidad de materia orgánica y sólidos en suspensión, el cloro al entrar en contacto con estas aguas se consume en reacciones que destruyen tanto la materia orgánica buena como los patógenos. Por lo tanto, si no se ha dado una suficiente remoción de materia orgánica y de sólidos en suspensión en los tratamientos previos a la desinfección se desperdiciará el cloro al reaccionar únicamente con la materia orgánica dejando los coliformes fecales y bacterias contaminantes. La reacción del cloro con la materia orgánica produce trihalometanos (THMs) que son compuestos químicos que pueden afectar la salud humana por ser cancerígenos. No es recomendable utilizar un tratamiento de desinfección con cloro en aguas con alto contenido de materia orgánica y sólidos suspendidos puesto que los resultados serían inefectivos al no eliminarse los microorganismos patógenos y además representarían un potencial peligro para los seres humanos por la formación de THMs.

El cloro añadido en el tratamiento de desinfección debe mantener un efecto residual a lo largo del proceso y debe estar el tiempo necesario en contacto con el agua residual para asegurar la eliminación de los contaminantes. Además, muchas veces se requieren posteriores procesos de decloración puesto que el cloro es un elemento tóxico y en exceso podría afectar la naturaleza de los cursos de agua receptores (Ambientum, 2004).

### **Desinfección por radiación UV:**

Es un mecanismo de desinfección relativamente nuevo que consiste en la irradiación de rayos ultravioletas sobre las aguas residuales; los rayos penetran las paredes celulares de los microorganismos alterando su desarrollo, impidiendo su reproducción y provocando su muerte. En correctas dosificaciones generalmente con longitudes de onda cercanas a 253.7 nanómetros es eficaz en la eliminación de virus y bacterias patógenas. Se trata de una desinfección de tipo física, amigable con el medio ambiente que no contribuye a la formación de residuos o subproductos tóxicos para



los ecosistemas en comparación con la desinfección con cloro que genera subproductos potencialmente peligrosos para la salud pública. Su aplicación requiere de lámparas emisoras de rayos UV que pueden estar suspendidas fuera del líquido o dentro de él, la más utilizada es la lámpara de arco de mercurio (Metcalf & Eddy, 1995).

La aplicación de estos sistemas requiere que la turbiedad del agua a tratar sea baja debido a que esta podría absorber la radiación y actuar como un escudo protector de los contaminantes.

Por la necesidad de adquirir las lámparas, el tratamiento podría ser costoso en un inicio. Sin embargo, su uso es sencillo y con una correcta gestión de operación y mantenimiento justifica la inversión inicial.

**Ventajas y desventajas de la desinfección UV:**

Algunas de las ventajas y desventajas de la desinfección UV se presentan a en la **tabla 2.8.1**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
- No deja residuos químicos.	- Requiere el uso de energía.
- Requiere poco espacio.	- Alta inversión inicial.
- La inversión es mínima comparada con el tiempo de acción.	- Poco conocimiento sobre su diseño.

**Fuente:** (Bolton, 2013)

**Tabla 2.8.1: Ventajas y desventajas de la desinfección UV.**

**2.9 Tratamiento de lodos:**

Los lodos producidos y removidos de los módulos en las diferentes etapas de depuración, requieren ser tratados. Se presentan en estados semilíquidos o concentrados dependiendo del tipo de tratamiento del que han sido extraídos. Su composición varía en función de donde provienen, pero son en su mayoría materia orgánica. Dependiendo de sus características los lodos requieren someterse a diferentes etapas de tratamiento; estas pueden ser: espesamiento, estabilización, deshidratación, secado, desinfección, entre otras.

El objetivo principal del tratamiento de lodos es eliminar de ellos la materia orgánica y los organismos patógenos que pueden estar presentes, así como disminuir su



volumen. Los lodos tratados pueden ser depositados en rellenos sanitarios o si tienen buenas condiciones pueden ser utilizados como abono o material para suelos.

Los lodos extraídos de reactores anaerobios son lodos espesos de color café oscuro o negro cuyo contenido de materia orgánica biodegradable ha sido degradado por procesos de digestión anaerobia que se llevan a cabo dentro de reactores. Son lodos estabilizados con contenido volátil reducido que necesitan únicamente tratamientos de deshidratación y secado y en caso de ser reutilizados en actividades agrícolas, requieren pasar por tratamientos de desinfección que eliminen los organismos patógenos presentes en los lodos. Estos lodos poseen grandes cantidades de gas, pero al estar digeridos no presentan potencial de putrefacción por lo que su olor es débil.

Existen diferentes metodologías para la deshidratación de lodos; los lechos de secado de arena son la alternativa mayormente utilizada para plantas de tratamiento pequeñas. Son lechos de área rectangular poco profundos con material que permite el drenaje de las aguas de los lodos.

(Romero, 2000)

#### **Ventajas y desventajas de los lechos de secado de lodos:**

Algunas de las ventajas y desventajas de la implementación de lechos de secado de lodos se presentan a en la **tabla 2.9.1**.



Ventajas	Desventajas
- No requiere de operadores especializados.	- Precisa superficies considerables de terreno.
- Bajo costo de inversión.	- Requiere de fangos estabilizados.
- Bajos costos de operación y mantenimiento.	- Requiere consideración de las condiciones climáticas de la zona.
- Bajo o nulo consumo de productos químicos.	- La retirada del fango seco requiere mucha mano de obra.
- Bajo o nulo consumo de energía.	
- Menos sensible a la variabilidad de las características del fango.	

Fuente: (Romero, 2000)

**Tabla 2.9.1: Ventajas y desventajas lechos de secado de lodos.**



### **Capítulo 3. Referencias Técnicas**

#### **3.1 Introducción:**

En el presente capítulo se expone información relevante acerca del área de estudio mediante una descripción de las características principales de la parroquia El Valle destacando aquellas que correspondan específicamente a las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualalcay, servidas por la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Quillopungo.

Para presentar propuestas de mejora en la PTAR de Quillopungo, la presente tesis parte del estudio del diseño original. Mediante una revisión de la memoria técnica existente proporcionada por ETAPA EP, se presentan las consideraciones y parámetros de diseño originales tomados para la configuración del sistema de depuración y las recomendaciones de operación y mantenimiento para las unidades de tratamiento propuestas en la referida memoria.

Se recoge además el marco legal ecuatoriano que regula la caracterización de las descargas de aguas sobre cuerpos de agua dulce al que debe regirse el efluente de la PTAR en estudio.

Por medio de visitas continuas de campo a la PTAR y a las comunidades servidas, así como de recopilación de información de mediciones de caudal y caracterizaciones recientes del afluente y efluente, se presenta finalmente un diagnóstico de su estado actual. Se incluye también una breve descripción del estado del cuerpo receptor.

Como complemento de la caracterización del área de estudio y de la evaluación de la PTAR y el cuerpo receptor se realizó una encuesta a los habitantes de las localidades en estudio.

#### **3.2 Descripción del área de estudio:**

La planta de tratamiento de Quillopungo se encuentra ubicada en la parroquia rural El Valle perteneciente al cantón Cuenca provincia del Azuay. La Parroquia está conformada por 49 pequeñas comunidades; como se mencionó previamente, el presente estudio hace referencia a las comunidades de Quillopungo, Gualalcay y Santa Martha que aportan sus aguas servidas a la planta de tratamiento de aguas residuales en estudio. La información para describir el área de estudio ha sido tomada de la memoria original de diseño de la PTAR, del Plan de Desarrollo y Ordenamiento



Territorial de la parroquia El Valle, formulado y construido por la Municipalidad de Cuenca (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2011) y de las encuestas realizadas.

### **3.2.1 Encuesta:**

El 9 de octubre del 2016, se realizaron encuestas a 41 familias de las zonas de Gualacay, Quillopungo y Santa Martha. El objetivo de la realización de la encuesta fue conocer aspectos generales sobre las principales actividades económicas de los habitantes, disponibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado, afecciones sufridas por falta de saneamiento y finalmente uso y percepción de la quebrada que sirve de cuerpo receptor de la PTAR de Quillopungo. El modelo de la encuesta se presenta y las encuestas realizadas a los habitantes de las comunidades en el ANEXO 3.1.

Con un nivel de confianza del 85% se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Se conoce que más de la mitad de los jefes de hogar de las comunidades en estudio (63.4%) poseen un nivel de educación primaria, en porcentajes menores tienen niveles de educación secundaria (21.9 %), tecnológica o artesanal (9.8%), universitaria (4.9 %) y no se registraron personas con educación de cuarto nivel.
2. Se conoce también que los jefes del hogar se dedican principalmente a la agricultura (54%). Un menor porcentaje trabaja como servidor público (20%) y en actividades de ganadería (7%), comercio (7%), artesanales (5%) e informales (5%).
3. Se conoce que el 90% de los hogares de las comunidades en estudio tienen acceso a agua potable abastecida por la red.
4. El 78% de los hogares de las comunidades en estudio tienen conexión a la red de alcantarillado que descarga las aguas residuales en la planta de tratamiento de Quillopungo. Las viviendas que no tienen acceso a la red usan tratamientos alternativos para sus aguas residuales, principalmente fosas sépticas.
5. Se conoce además que, de las viviendas con acceso a la red de agua potable y alcantarillado, el 65.6% paga menos de 5 dólares mensuales por los servicios y que de todas las viviendas encuestadas el 51% estaría dispuesto a aportar entre 1 y 3 dólares para el mejoramiento de los servicios de saneamiento de la zona.
6. De las familias encuestadas 16 han presentado algún tipo de enfermedad relacionada a la falta o ineficiencia del servicio de saneamiento; las molestias más



comunes son parásitos e irritaciones de ojos y nariz. Únicamente 5 familias se encuentran afiliadas al seguro social, las demás han pagado un promedio de 53 dólares en atención médica y farmacéuticos.

7. Se conoce que únicamente el 10% de las familias de las comunidades en estudio, hace uso del caudal de la Quebrada para abastecimiento y cuidado de animales. Sin embargo, si las aguas de la quebrada se encuentran contaminadas, significa riesgos para la salud de estos habitantes. Además, se conoce que el 93% de los hogares considera que el agua de la quebrada se encuentra contaminada y el 76% han sentido molestias por olores provenientes de la planta de Quillopungo y de la quebrada.

### **3.2.2 Superficie y ubicación:**

La Parroquia comprende un área total de 4404.10 ha y se encuentra localizada al sur oriente de la ciudad de Cuenca.

Las comunidades en estudio están ubicadas en la zona sur oeste de la Parroquia y ocupan apenas el 6.30 % de su superficie, presentando las áreas descritas en la **tabla 3.2.2.1.**

<b>Comunidad</b>	<b>Área (ha)</b>
Gualalcay	148.2
Santa Martha	30
Quillopungo	98.2

**Tabla 3.2.2.1: Áreas correspondientes a las comunidades servidas por la PTAR de Quillopungo.**

La planta de tratamiento de aguas residuales que sirve a las comunidades tiene un área de 2258 m<sup>2</sup> y se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Longitud 2°57'18.26" S y Latitud 78°58'47.04" O.

### **3.2.3 Clima:**

#### **Temperatura:**

La temperatura de la Parroquia varía de 10 a 16 °C. Las comunidades en estudio presentan temperaturas entre 12 y 14 °C.

#### **Precipitación:**

La precipitación media anual de la parroquia El Valle oscila entre los 700 a 900 mm. La precipitación máxima anual esta entre 1150 a 1300 mm y la mínima anual entre 560 y 650 mm. Los meses más lluviosos son marzo y abril con precipitaciones medias



mensuales de 125 y 115 mm respectivamente y los más secos julio y agosto con precipitaciones de 34 y 27 mm. Las comunidades de Quillopungo, Gualacay y Santa Martha se encuentran en un sector que presenta precipitaciones medias anuales entre 800 y 850 mm.

### **3.2.4 Sistema hídrico:**

#### **Cuencas hidrográficas:**

La parroquia el Valle se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca del Río Paute formando parte del sistema hídrico del Río Santiago. El territorio está asentado sobre cinco subcuencas: Jadán, Tomebamba, Yanuncay, Cuenca y Tarqui. La cuenca del río Jadán ocupa la mayor área de la Parroquia con una superficie igual a 2088.12 ha (47.42 % del territorio). El Valle cuenta además con 7 microcuencas siendo las principales las de los ríos Muluay, Tomebamba y Yanuncay. En la parte alta de la Parroquia se encuentra la microcuenca del río Muluay ocupando un área de 1907.10 ha, en la parte central y central baja de la parroquia se encuentra la microcuenca del río Tomebamba ocupando una superficie de 1702.50 ha y en la parte baja se encuentra la microcuenca del río Yanuncay ocupando un área de 578.20 ha.

Las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualacay se encuentran ubicadas en la cabecera de la microcuenca del río Muluay.

#### **Red hídrica:**

La red hidrográfica principal de la Parroquia está formada por aproximadamente 95.90 km de cuerpos de agua. El río principal que atraviesa la Parroquia es el río Muluay. El 85.15 % de la longitud de la red hídrica son quebradas, encontrándose más de 40, las principales son El Salado (7.80 km), Santa Catalina (2.20 km) y Tenorio (2.70 km). La PTAR de Quillopungo utiliza una pequeña quebrada sin nombre como cuerpo receptor del efluente tratado.

La mayoría de quebradas de la zona son pequeñas y únicamente de invierno; muchas de ellas se encuentran totalmente secas y otras con caudales muy bajos durante las épocas de verano. El poco caudal que presentan los cuerpos de agua limita la capacidad natural de asimilación de cargas contaminantes, por lo que el tratamiento de agua residual es sumamente necesario. Además, la mayor parte de estos cauces se encuentran desprotegidos y contaminados principalmente por las actividades agropecuarias de la zona. El Valle carece de fuentes hídricas con volumen y calidad de agua suficientemente buena para captaciones de consumo humano o de riego. Por



todo lo mencionado, el sector y sus fuentes hídricas requieren de los debidos cuidados ambientales.

### **3.2.5 Suelo:**

#### **Altitud y pendientes:**

El territorio de la parroquia El Valle se caracteriza por ser montañoso, presenta altitudes entre 2460 y 3120 msnm y pendientes en su mayoría inclinadas entre 25 y 50 %. Las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualacay se encuentran ubicadas en la zona alta de la parroquia presentando altitudes entre 2600 y 2800 msnm. La planta de tratamiento de aguas residuales de Quillopungo se encuentra a una altura de 2705 msnm.

#### **Geología:**

La mayor parte de suelos del territorio del Valle (60%) pertenecen a las formaciones geológicas Azogues, Ayancay y Chota; presentan principalmente arcillas o limos altamente compresibles, algunos de ellos presentan también conglomerados, areniscas y tobas. Un porcentaje pequeño de suelos pertenecen a otras formaciones geológicas como la formación Biblián y Yunguilla presentando materiales como arcillas, areniscas, lavas, lutitas, entre otros.

Las comunidades en estudio presentan suelos con altas cantidades de conglomerados poco permeables, areniscas y lavas.

#### **Uso del suelo:**

La mayor parte de la superficie de la parroquia El Valle se utiliza para desarrollo urbano, 3941.68 ha del territorio parroquial es infraestructura urbana; un pequeño núcleo parroquial y crecimiento desordenado a lo largo de las vías (viviendas y comercios), además espacios destinados a la producción agrícola, ganadera y forestal. El resto del territorio parroquial (462.42 ha) es bosque nativo y eucalipto introducido.

### **3.2.6 Demografía:**

De acuerdo a la información del VII Censo de la población y Vivienda 2010 publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en su biblioteca virtual (2010), la parroquia El Valle presentaba un total de 24314 habitantes con 5 habitantes promedio por familia y tasa de crecimiento media igual a 2.40 %, siendo entonces la parroquia con mayor número de habitantes del cantón Cuenca.



Los resultados del VII Censo presentan únicamente información de la población total de la parroquia El Valle y de su centro parroquial. Por lo que para obtener el número de habitantes del VII Censo correspondientes a las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualalcay se envió una solicitud de información al INEC, la respuesta a dicha solicitud se muestra en el ANEXO 3.2, mostró los resultados descritos en la **tabla 3.2.6.1.**

Localidad	Número de habitantes Año 2010		
	Hombres	Mujeres	Total
Quillopungo	32	74	106
Santa Martha	292	296	588
Gualalcay	335	359	694
		<b>Total</b>	1388

**Tabla 3.2.6.1: Número de habitantes de las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualalcay, año 2010.**

La población de las tres comunidades representó entonces un 5.71 % con respecto a la población total de la Parroquia.

En los diseños originales de la planta de Quillopungo, se utilizó la información demográfica obtenida del V Censo de la Población y Vivienda realizada en el año de 1990 por el INEC. El número de habitantes de las comunidades correspondientes a dicho censo se muestran en la **tabla 3.1.6.2:**

Localidad	Número de habitantes
	Año 1990
Quillopungo	92
Santa Martha	376
Gualalcay	109
	<b>Total</b>
	577

**Tabla 3.2.6.2: Número de habitantes de las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualalcay, año 1990.**

### **3.2.7 Actividades socioeconómicas:**

Como es el caso de la mayoría de parroquias rurales del Azuay, los habitantes de la parroquia El Valle en su mayoría tienen un nivel de educación primaria y se dedican principalmente a actividades agrícolas para consumo propio y venta en el mercado. En El Valle se puede encontrar cultivos de granos como fréjol, arveja y principalmente maíz. Se encuentra también, criaderos de animales a pequeña escala principalmente



ganado bovino y pollos. Además, muchos habitantes de la zona trabajan como servidores públicos y otros se dedican a trabajos de construcción como albañiles en el sector y en la ciudad de Cuenca, así también a la realización de artesanías entre las más destacadas están las de tipo textil, con la confección de polleras y sombreros.

El fenómeno de la migración afecta también a la Parroquia en general, los habitantes principalmente de género masculino abandonan la parroquia buscando oportunidades laborales y mejoras económicas, dando lugar a la emigración tanto internacional como a la ciudad de Cuenca (Pacheco, 2011).

### **3.2.8 Infraestructura vial:**

La parroquia El Valle cuenta con dos vías de primer orden, la principal es conocida como la vía a El Valle y la segunda es conocida como la vía Monay-Baguanchi, ambas vías empiezan en la ciudad de Cuenca y comunican a la Parroquia con la zona urbana del cantón Cuenca y con otras parroquias rurales como Santa Ana y Paccha. La Parroquia presenta también vías de segundo y tercer orden que permiten la comunicación entre las comunidades.

En general la red vial de El Valle es de lastre, únicamente las vías principales y las del centro parroquial se encuentran asfaltadas.

Las comunidades en estudio se encuentran comunicadas por vías de lastre de tercer orden.

### **3.2.9 Infraestructura sanitaria:**

#### **Agua de consumo humano:**

La dotación de agua para consumo humano de los habitantes de la parroquia El Valle proviene de un gran número de captaciones de vertientes y quebradas localizadas alrededor del cantón Cuenca. Los sistemas de potabilización de agua que abastecen a la parroquia son principalmente el Proyecto Nero y otros sistemas más pequeños como Conchán del Milagro, Pucacruz, Burrococha y Conchán del Carmen. De acuerdo a la información censal 2010 publicada por el INEC (Censos, 2010), un 75.24% de las viviendas de la parroquia El Valle se abastecen de la red pública, el resto de las viviendas toman directamente las aguas de las vertientes, pozos, lluvia, quebradas o ríos cercanos y una pequeña cantidad de viviendas compran el agua a carros repartidores.



### **Aguas residuales:**

No existe todavía una cobertura completa de alcantarillado para las viviendas de la Parroquia, la mayor parte de las redes de alcantarillado existentes recolectan las aguas residuales del centro parroquial y otros sectores (Paloma, El Paraíso, El Despacho, etc.) pertenecientes a la microcuenca del río Tomebamba a través de interceptores marginales ubicados en la quebrada de El Salado que permiten el transporte de las aguas residuales hasta el sistema de interceptores y depuración de aguas residuales de la ciudad de Cuenca (Ucubamba).

Las comunidades de Gualalcay, Quillopungo y Santa Martha pertenecen a la microcuenca del río Muluay por lo que no es posible integrar sus aguas residuales a los interceptores de la quebrada de El Salado. Para estas comunidades se han implementado colectores de alcantarillado sanitario en las vías y una pequeña planta de tratamiento de aguas residuales. El efluente tratado es descargado en la quebrada S/N que nace en el sector de Gualalcay y se extiende hasta el sector de Quillopungo.

Existen también sectores de la parroquia apartados de las vías principales en donde se han establecido grupos de viviendas que, al no contar con la factibilidad de evacuar sus aguas residuales a los colectores existentes, han implementado de manera particular sistemas familiares y condominiales de disposición de excretas, evacuación y depuración de aguas residuales. Los principales sistemas son: letrinas simples y unidades básicas sanitarias (UBS) conjuntamente con zanjas de infiltración y pozos de absorción para la disposición de excretas y aguas grises o redes cortas de recolección de aguas residuales que transportan las aguas hacia pequeños sistemas de depuración que consisten generalmente en fosas sépticas y filtros anaerobios de flujo ascendente.

### **3.3 Diseño original de la PTAR de Quillopungo:**

El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Quillopungo forma parte del Proyecto de Saneamiento Integral de la parroquia El Valle propuesto y liderado por la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca, ETAPA EP, como parte de su plan de proyectos para las parroquias rurales complementarios a los Planes Maestros de la ciudad de Cuenca. Los objetivos del Proyecto fueron dotar de servicios de alcantarillado y depuración de las aguas provenientes de las diferentes comunidades que forman parte de El Valle.



Se planteó un sistema de alcantarillado combinado para el centro parroquial y sistemas de alcantarillado convencional para las comunidades periféricas que al igual que el centro parroquial pertenecen a la microcuenca del río Tomebamba. Se diseñó entonces redes de colectores para el centro parroquial y para las comunidades e interceptores marginales en las pequeñas quebradas que descarguen las aguas residuales recolectadas en un interceptor principal marginal a la quebrada de El Salado. Finalmente se planteó transportar las aguas residuales provenientes de las mencionadas localidades hacia el sistema de emisarios de las aguas residuales de la ciudad de Cuenca para ser posteriormente depuradas en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

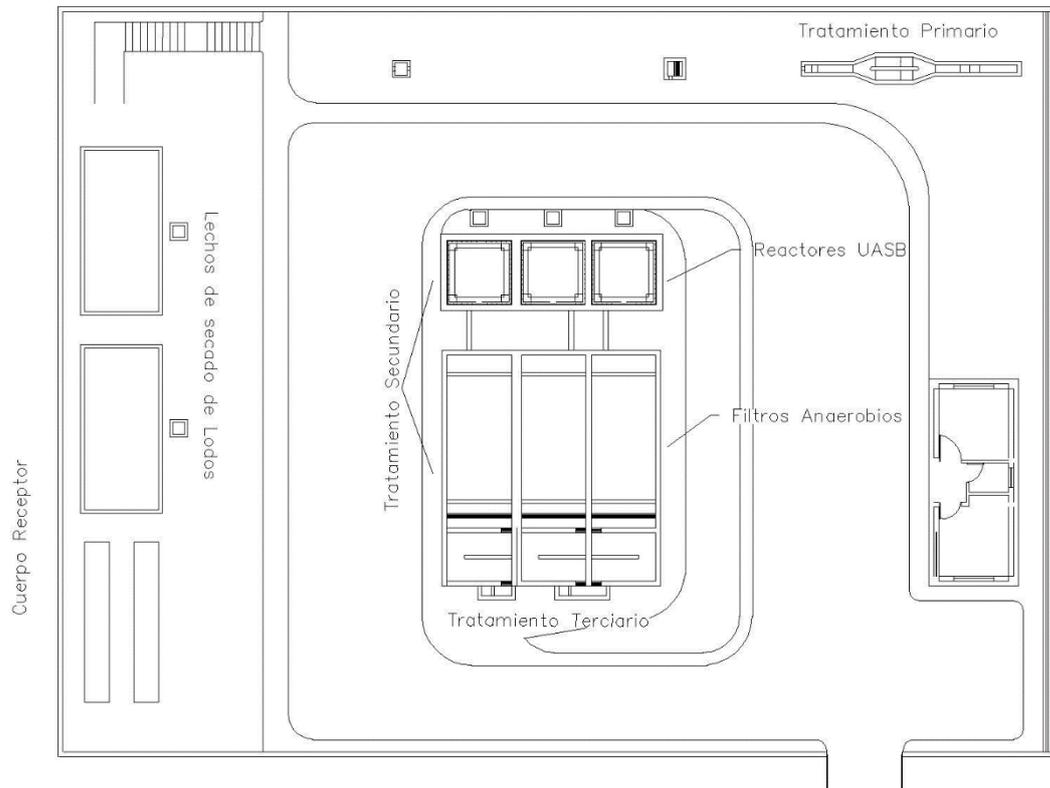
Para las comunidades de Quillopungo, Santa Martha y Gualacay ubicadas en la cabecera de la microcuenca del río Muluay, se planteó un sistema sanitario particular. Se diseñó una red de tuberías de alcantarillado convencional de 6674m y la planta de Quillopungo para depurar las aguas residuales transportadas por la red de alcantarillado. Se planteó finalmente depositar el efluente tratado en la quebrada S/N que nace en el sector de Gualacay y se extiende hasta Quillopungo.

El proyecto de saneamiento para Quillopungo, Santa Martha y Gualacay fue diseñado para tratar únicamente aguas de origen doméstico, considerando pequeños aportes de caudales de infiltración e ilícitos. No se consideró caudales de escorrentía pluvial, estableciendo que estos son fácilmente drenados hacia los huertos de las viviendas y espacios verdes del sector.

El diseño planteó además el funcionamiento de la PTAR a gravedad, aprovechando la topografía de la zona disminuyendo así posibles costos energéticos.

Los tratamientos establecidos en los diseños originales de la PTAR son: preliminar y primario, secundario, terciario o de desinfección y lecho de secado de lodos. Como tratamiento preliminar se diseñó una rejilla, un canal de entrada y un desarenador. Para el tratamiento primario y secundario se diseñaron tres líneas de tratamiento compuestas cada una de: i) reactores biológicos UASB, ii) filtro anaerobio de flujo horizontal iii) cámaras de aplicación de cloro gas para desinfección. La **figura 3.3.1** presenta un esquema general de la PTAR.

De acuerdo a la memoria de diseño original, debido a los bajos costos de construcción de los tratamientos establecidos, se consideró adecuada la construcción para el caudal de diseño total y no por etapas.



**Figura 3.3.1: Esquema general de la PTAR de Quilopungo.**

Se detalla a continuación los parámetros considerados en el diseño original de los diferentes módulos de la línea de tratamiento de la planta depuradora de aguas residuales de Quilopungo:

### **3.3.1 Parámetros generales de diseño:**

#### **3.3.1.1 Periodo de diseño:**

Originalmente la planta de tratamiento fue diseñada para servir a las comunidades hasta el año 2020 considerando un horizonte de diseño de **30** años.

#### **3.3.1.2 Población de diseño:**

La proyección poblacional tomó como base los resultados de número de habitantes contabilizados en los distritos censales del V Censo de la Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año de 1990.

Mediante el método de proyección geométrico y considerando una tasa de crecimiento de 2.82 %, se determinó una población futura de 1320 habitantes. Para diseñar la red



de alcantarillado y estimar los caudales de entrada a la PTAR se consideró una cobertura del 60% por lo tanto la población de diseño fue igual a **792** habitantes.

**3.3.1.3 Caracterización del afluente:**

Las características del agua residual de las comunidades en estudio consideradas en el diseño original se exponen en la **tabla 3.3.1.3.1**.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Valor promedio
Temperatura:	T	°C	>15
Potencial Hidrógeno:	pH	---	6.9
Alcalinidad Total:	A	mg/l	276
Demanda Bioquímica de oxígeno:	DBO <sub>5</sub>	mg/l	265
Sólidos Suspendidos Totales:	SST	mg/l	230
Coliformes Fecales:	CF	NMP/100ml	1.00E+11

**Tabla 3.3.1.3.1: Caracterización del agua residual considerada en los diseños originales.**

Se consideró un aporte per cápita de carga orgánica igual a 50 grDBO/hab · día.

**3.3.1.4 Caudales de diseño:**

Los caudales de diseño original de la PTAR de Quillopungo son:

$$Q_{\text{medAR}} \equiv 3.57 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{máxAR}} \equiv 7.29 \text{ l/s}$$

Los cálculos de estos valores se encuentran en el ANEXO 3.3.

**3.3.2 Tratamiento preliminar y primario:**

Consiste en una rejilla de entrada para retención de sólidos gruesos y un desarenador formado por dos líneas paralelas de tratamiento. El esquema del desarenador se puede observar en las **figuras 3.3.2.1 y 3.3.2.2**.

**3.3.2.1 Rejilla de entrada:**

Ubicada en el canal de acceso del afluente, sus barrotes son circulares de aluminio macizo para evitar la corrosión. Presenta los parámetros y características de diseño descritos en la **tabla 3.3.2.1.1**.



Parámetro	Valor	Unidad
Ancho de la rejilla:	0.35	m
Diámetro de barros:	0.01	m
Separación de barros:	0.02	m
Velocidad de aproximación:	0.4	m/s
Calado:	0.0004	m
Ángulo de inclinación:	45°	
Pérdida de carga:	0.0005	m
Factor de forma de los barros:	1.79	m
Cantidad media de residuo acumulado en la rejilla (asumido):	5 /1000	l/m <sup>3</sup>
Volumen de lodo retenido diario:	1.54	l/día

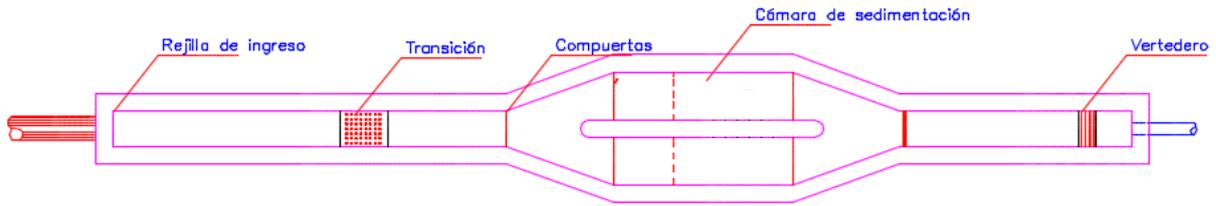
**Tabla 3.3.2.1.1: Parámetros de diseño original de la rejilla de entrada.**

### 3.3.2.1 Desarenador:

Ubicado a continuación del canal de entrada, la rejilla y una transición hidráulica. Está formado por dos cámaras de funcionamiento paralelo que tienen compuertas para facilitar actividades de limpieza. Cuenta también con un vertedero de salida para control de caudales. Presenta los parámetros y características de diseño descritos en la **tabla 3.3.2.1.1**.

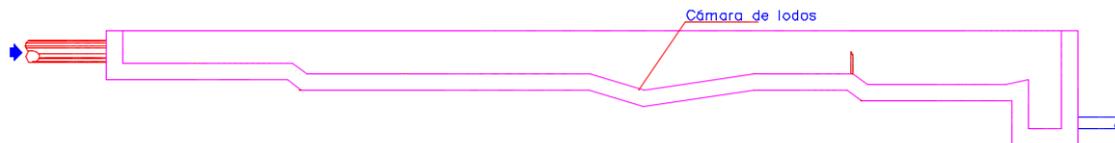
Parámetro	Valor	Unidad
Diámetro de las partículas a sedimentar, igual o mayor a:	0.2	mm
Velocidad de sedimentación:	2.4	cm/s
Velocidad horizontal:	0.3	m/s
Cantidad media de residuo sólido sedimentado:	30/1000	l/m <sup>3</sup>
Ancho de la cámara:	0.4	m
Área transversal:	0.025	m <sup>2</sup>
Calado máximo:	0.06	m
Tiempo de sedimentación:	3	s
Longitud de la cámara:	1.5	m
Altura de la capa de lodo:	0.08	m
Calado en el vertedero de salida:	0.05	m

**Tabla 3.3.2.1.1: Parámetros de diseño original del desarenador.**



Fuente: (ETAPA EP, 2000)

Figura 3.2.2.1. Tratamiento Preliminar. Vista en Planta



Fuente: (ETAPA EP, 2000)

Figura 3.2.2.2: Tratamiento preliminar. Corte

### 3.3.3 Tratamiento primario y secundario:

Consiste en tres líneas paralelas de tratamiento compuestas de reactores biológicos de flujo ascendente UASB seguidos de un filtro anaerobio de flujo horizontal. Las figuras 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 presentan un esquema de los reactores.

#### 3.3.3.1 Reactores de flujo ascendente UASB:

Los reactores están compuestos por una cámara de digestión, cámara de sedimentación y cámara de lodos en forma de tolva. El agua residual sale del desarenador y se transporta por una tubería hacia un cajón repartidor de caudales que a su vez se conecta con dos tuberías; una de ellas reparte el caudal hacia dos de los tres reactores UASB y la otra directamente al tercer reactor. Los parámetros y características de diseño original de las cámaras de los reactores UASB, están descritos en las tablas 3.3.3.1.1, 3.3.3.1.2 y 3.3.3.1.3.

**Cámara de digestión:**

Parámetro	Valor	Unidad
Temperatura media del agua residual:	18	° C
Carga orgánica volumétrica:	de 0.75 a 2.50	Kg DBO/m <sup>3</sup> . día
Velocidad de ascenso:	de 1.00 a 1.50	m/h
Tiempo de retención hidráulica:	de 3.00 a 8.00	h
<b>Nota:</b> Por concentración de DBO baja se adopta 4 horas.		
Altura media del manto de lodos:	de 1.50 a 4.00	m
Volumen de la cámara:	17.14	m <sup>3</sup>
Área de la cámara:	7.00	m <sup>2</sup>
Altura de la cámara:	2.40	m
Ancho de la cámara:	2.60	m
Largo de la cámara:	2.60	m
Velocidad de ascenso real:	1.28	m/h
Área de ingreso a la cámara de sedimentación:	1.73	m <sup>2</sup>
Ancho de la abertura perimetral de ingreso:	0.30	m

**Tabla 3.3.3.1.1: Parámetros de diseño de la cámara de digestión del reactor UASB.****Cámara de Sedimentación:**

Parámetro	Valor	Unidad
Carga hidráulica superficial:	< 2	m/h
Inclinación de las paredes:	60	°C
Velocidad de paso en el ingreso de la cámara de sedimentación:	<= 5	m/h
Producción de lodos:	0.15/1000	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de agua residual

**Tabla 3.3.3.1.2: Parámetros de diseño de la cámara de sedimentación del reactor UASB.**

El gas que se separa de las partículas sólidas en esta cámara es liberado directamente a la atmósfera y la salida del agua tratada se efectúa por tuberías con series de orificios ubicadas en el perímetro de la cámara.

**Cámara de Lodos:**

Parámetro	Valor	Unidad
Ángulo de inclinación de las paredes:	45	°C
Tasa media de lodos a extraerse:	0.15/1000	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Caudal medio por cámara:	1.19	l/s
Frecuencia de extracción:	90	días
Volumen de la cámara:	1.66	m <sup>3</sup>

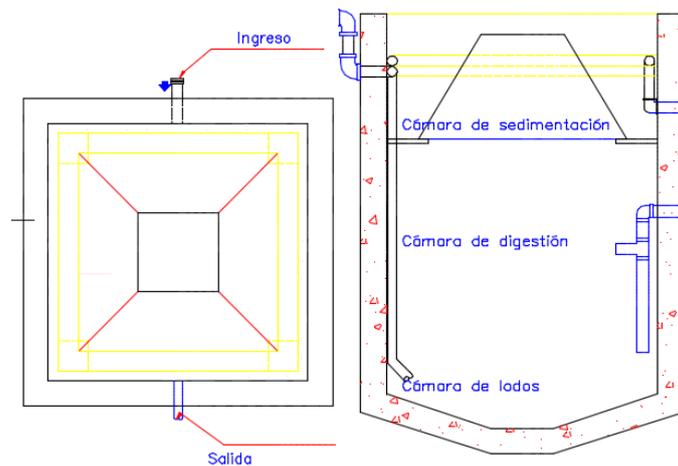
**Tabla 3.3.3.1.3: Parámetros de diseño de la cámara de lodos del reactor UASB.**

Los lechos de secado de lodos se encuentran ubicados en la parte baja del área de implantación de los reactores UASB por lo que es posible la extracción de los lodos mediante tuberías y válvulas que funcionan a gravedad.

**Sistema de alimentación y salida de flujo:**

Originalmente los reactores han sido diseñados con un punto de alimentación por cada 4 a 6 m<sup>2</sup>. Existen dos puntos de ingreso de caudal en la parte baja de cada reactor.

El flujo tratado se evacúa a través de tubería colocada perimetralmente, en la parte alta del reactor, dicha tubería tiene un diámetro de ½” y un orificio cada 25 cm. De acuerdo a la memoria original de diseño, la velocidad de salida en cada orificio es de 0.47 m/s.



Fuente: (ETAPA EP, 2000)

**Figura 3.3.1: Reactor UASB. Vista en planta y corte.**

**3.3.3.2 Filtro biológico de flujo horizontal:**

Ubicado a continuación de los reactores UASB, utiliza grava triturada como material de soporte. El efluente de los reactores UASB, pasa a una cámara de ingreso al filtro que



posee orificios en una de sus paredes de manera que se distribuya homogéneamente el caudal hacia el material de soporte. En el otro extremo del filtro se encuentra también una cámara de salida del efluente igual a la de ingreso. Los parámetros y características de diseño están descritos a en la **tabla 3.3.3.2.1**.

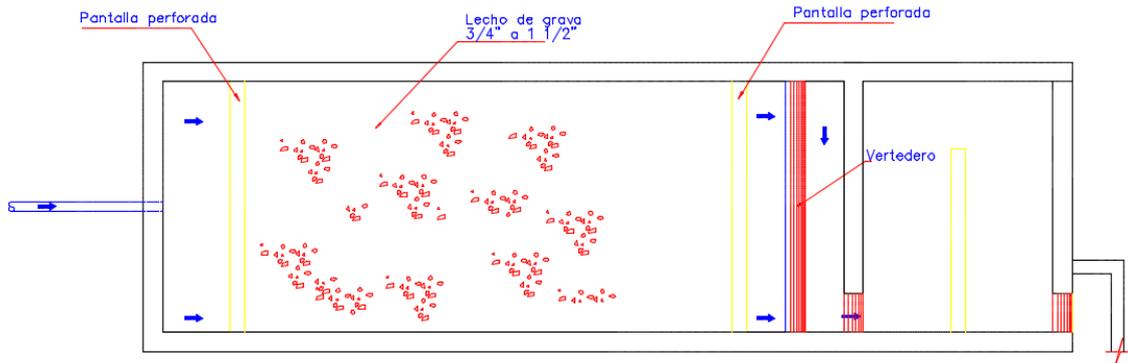
Parámetro	Valor	Unidad
Carga orgánica aplicable:	0.40	Kg DBO/m <sup>3</sup> · día
Diámetro efectivo de la grava triturada:	de 3/4" a 1.50"	"
	* 20	%
Carga orgánica de entrada al filtro:	13.20	kg DBO/día
Concentración:	74.16	mg/l
Eficiencia de remoción en el filtro	90%	
Concentración de salida:	7.40	mg/l
Superficie impuesta de grava:	140	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen del filtro:	20	m <sup>3</sup>
Altura:	1.50	m
Ancho:	2.60	m
Largo:	5.00	m
Pérdida de carga en el filtro:	0.88	cm

**Tabla 3.3.3.2.1: Parámetros de diseño original del filtro anaerobio de flujo horizontal.**

Nota \*: Los diseños originales consideran la carga orgánica de entrada al filtro igual al 20% de la carga orgánica de entrada en el sistema tomando en cuenta la población total proyectada (1320 hab.) y no la de diseño.

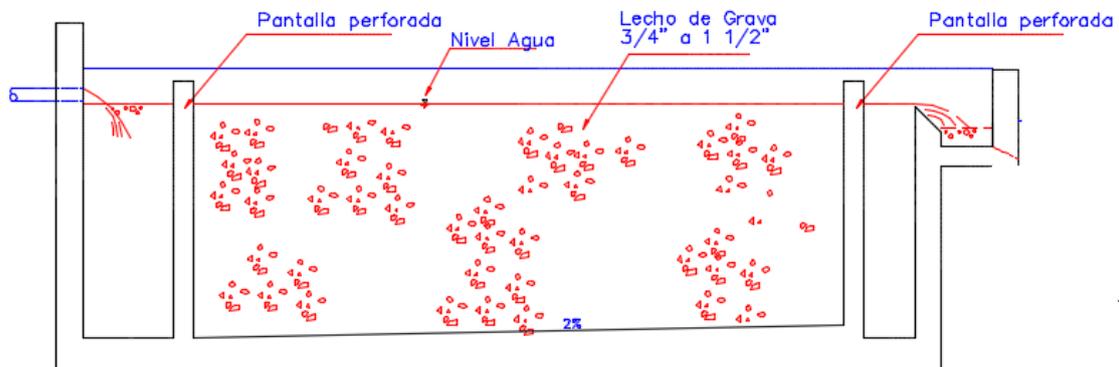
Además de las mencionadas características, los filtros cuentan también con:

- Tres pantallas longitudinales que dividen el ancho del filtro.
- Cámaras de ingreso y salida para uniformizar el flujo. Así como también pequeños orificios en las pantallas para el ingreso del agua residual al filtro.
- Ligera pendiente hacia la cámara de salida, en la base existen ductos de desagüe.



Fuente: (ETAPA EP, 2000)

Figura 3.3.2: Filtro anaerobio. Vista en planta.



Fuente: (ETAPA EP, 2000)

Figura 3.3.3: Filtro anaerobio. Corte.

### 3.3.4 Tratamiento terciario:

Consta de 3 cámaras rectangulares de desinfección con cilindros de cloro gas localizadas también en paralelo a continuación de cada uno de los filtros anaerobios. Para la aplicación del cloro en los tres puntos de desinfección, se utiliza un sistema por presión colocado sobre el cilindro de gas que está formado por un dosificador y a continuación una manguera múltiple de tres salidas cada una con un medidor de flujo independiente. En la **tabla 3.3.4.1** se muestran los parámetros usados para el diseño de la cámara de desinfección.



Parámetro	Valor	Unidad
Tiempo de contacto:	30	Min
Dosis de cloro:	5	mg/l
Volumen de la cámara de desinfección:	4.28	m <sup>3</sup>
Consumo de cloro:	46	kg/mes

**Tabla 3.3.4.1: Parámetros de la cámara de desinfección.**

### **3.3.5 Lechos de secado de lodos:**

La PTAR de Quillopungo cuenta con dos lechos para el secado de lodos de superficie igual a 19.5 m<sup>2</sup>, ubicados en la parte baja de la PTAR. Cuenta también con dos trincheras para los lodos secos. El agua drenada de los lechos de secado es directamente vertida en el cuerpo receptor.

### **3.4 Plan de Operación y Mantenimiento (O&M):**

La empresa pública ETAPA EP es la entidad responsable de la gestión y cumplimiento del plan de operación y mantenimiento del sistema de depuración de Quillopungo. Los costos de estos servicios están cubiertos dentro de las tarifas de dotación de agua de las comunidades servidas, por lo que los habitantes no aportan dinero adicional para el efecto.

En la propuesta original de plan de operación y mantenimiento (O&M) para la planta de Quillopungo, se ha dividido las actividades en dos grupos principales de acuerdo a la periodicidad necesaria y al requerimiento de personal y equipo especializado. El primer grupo es de actividades de alta periodicidad (de diaria a mensual) que no requieren mano de obra o maquinaria especializada; son principalmente actividades de limpieza de los módulos, verificación del estado de las unidades, cumplimiento de las dosificaciones de desinfección, etc. El segundo grupo es de actividades de poca frecuencia (trimestrales o multianuales); son principalmente actividades de arranque de los reactores biológicos (UASB y Filtro Anaerobio), control de calidad de efluentes, mantenimiento especial de las unidades de depuración, evacuación de lodos, limpieza de los reactores que requiera de maquinaria especializada, etc. Para el cumplimiento de las actividades del primer grupo, ETAPA EP ha propuesto contratar personal de la zona, el mismo que cuenta con un debido adiestramiento para el trabajo y con las herramientas necesarias tanto para el desarrollo de las actividades como para su



seguridad personal. Para cumplir las actividades del segundo grupo, la Empresa envía a la planta personal adecuado y especializado conjuntamente con la maquinaria requerida.

Parte del plan de operación y mantenimiento incluye el control periódico de la eficiencia de remoción de contaminantes en las unidades de tratamiento primario, secundario y de desinfección. El control del cumplimiento de la eficiencia consiste en ensayos de calidad del agua afluente y efluente de los módulos de depuración. Las pruebas de laboratorio de calidad de agua determinan distintos parámetros principalmente: Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Sólidos Totales (ST), Coliformes Fecales (CF), caudal, temperatura, pH y alcalinidad. Las pruebas de  $DBO_5$ , se realizan sobre muestras compuestas y los otros parámetros sobre muestras puntuales. El plan de O&M original recomienda una frecuencia de realización de ensayos mensual durante el primer año de funcionamiento de los sistemas y posteriormente cada tres meses. Las actividades de control de calidad de afluentes y efluentes, se realizan por profesionales en el tema, en el laboratorio ambiental certificado de ETAPA EP.

Los objetivos de operación y mantenimiento de los módulos de tratamiento se presentan en los apartados **3.4.1**, **3.4.2**, **3.4.3**. Los parámetros de eficiencia esperados se presentan en el apartado **3.4.4**.

Las actividades de O&M para cada unidad de tratamiento se detallan en el ANEXO 3.4.

#### **3.4.1 Tratamiento preliminar:**

- Evitar posibles obstrucciones en la rejilla y el desarenador que eviten el paso normal del flujo a los módulos de tratamiento secundario.
- Evitar el paso de sólidos inertes gruesos a las unidades de tratamiento secundario.
- Remover la materia orgánica sedimentada en el desarenador.
- Permitir el flujo normal del agua residual hacia las siguientes etapas de tratamiento.

#### **3.4.2 Tratamiento primario y secundario:**

- Asegurar condiciones adecuadas en los reactores UASB y en el filtro que permitan una degradación eficiente de contaminantes.
- Evitar la colmatación del lecho filtrante.



**3.4.3 Tratamiento terciario:**

- Asegurar que la dosificación de cloro sea la adecuada, para garantizar la inactivación de agentes patógenos.

**3.4.4 Control de eficiencia:**

En los resultados de las pruebas, se espera que las características del agua residual en los efluentes de los módulos de tratamiento secundario y terciario estén dentro de los rangos mostrados en la **tabla 3.3.4.1**.

En caso de no cumplir con los parámetros de eficiencia establecidos, ETAPA EP será la encargada de tomar las medidas de corrección necesarias.

Parámetro a determinar	Reactores UASB		Filtro Biológico		Desinfección	
	Eficiencia (%)	Valor en efluente	Eficiencia (%)	Valor en efluente	Eficiencia (%)	Valor en efluente
Temperatura (°C):	...	> 15	...	> 15	...	> 15
pH:	...	6.8-7.2	...	6.8-7.2	...	6.8-7.2
Alcalinidad total (mg/l):	...	100-400	...	100-400	...	100-400
DBO5 (mg/l):	> 75	< 66	> 80	< 13	> 50	< 7
CF (NMP/100 ml):	> 80	< 2 E+10	> 85	< 3 E+9	100	< 1 E+3
SST (mg/l):	> 70	< 69	> 85	< 10	...	< 10
SV/ST en lodo extraído:	...	< 0.3	...	...	...	...

**Tabla 3.3.4.1. Eficiencias esperadas en los efluentes de los módulos de depuración.**

**3.5 Obras complementarias en la planta:**

Existen además obras complementarias que permiten una mejor gestión de la planta de tratamiento las cuales son:

- Vía de acceso.
- Edificación que sirve como oficina y bodega.
- Cerramiento.
- Parqueadero y circulación interna.

**3.6 Marco legal:**

En Ecuador, la norma técnica ambiental incluida en la Ley de Gestión Ambiental y el Ministerio del Ambiente rige las normas de prevención de contaminación ambiental y protección de los ecosistemas. Conjuntamente con el Ministerio de Salud y la Ley Orgánica de Salud; establecen el cumplimiento de los derechos de la naturaleza y de los ecuatorianos de contar con entornos naturales conservados que propicien la



seguridad, integridad y desarrollo de los seres humanos y otras especies, respetando los ciclos de vida naturales.

Las especificaciones de la norma técnica ambiental se describen en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Específicamente, en el Anexo 1 del libro VI del TULSMA, se encuentran las regulaciones de calidad para las descargas de aguas residuales en los diferentes cuerpos de agua naturales. Los límites de descargas fijan el nivel y tipo de tratamiento de depuración que deben cumplir las plantas de tratamiento de aguas residuales. Además, si en un proyecto de depuración de aguas residuales se plantea dar uso a los efluentes finales, se debe cumplir también con los límites máximos presentados también en el Anexo 1; para usos específicos: agrícola, pecuario, riego, entre otros.



Parámetros	Expresado como	Límite máx. permisible	Unidad
Aceites y Grasas:	Sust. Solubles en hexano	30	mg/l
Arsénico Total:	As	0.1	mg/l
Cloro Activo:	Cl	0.5	mg/l
Cloruros:	Cl <sup>-</sup>	1000	mg/l
Coliformes Fecales:	NMP	2000	NMP/100 ml
Demanda Bioquímica de Oxígeno:	DBO <sub>5</sub>	100	mg/l
Demanda Química de Oxígeno:	DQO	200	mg/l
Fósforo Total:	P	10	mg/l
Nitrógeno amoniacal:	N	30	mg/l
Nitrógeno total Kjeldahl:	N	50	mg/l
Potencial de hidrógeno:	Ph	6-9	
Sólidos Suspendidos Totales:	SST	130	mg/l
Sólidos Totales:	ST	1600	mg/l

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

**Tabla 3.6.1: Límites de descarga de aguas residuales sobre un cuerpo de agua dulce.**

Las autoridades institucionales encargadas del cumplimiento de las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente son la Secretaria Nacional de Agua (SENAGUA) conjuntamente con diferentes gobiernos autónomos descentralizados de los cantones.

Los parámetros establecidos para descargas de aguas residuales en cuerpos de agua dulce a los cuales se debe regir el efluente del sistema de tratamiento de Quillopongo se presentan en la **tabla 3.6.1**.

### **3.7 Evaluación del estado actual de la PTAR:**

#### **3.7.1. Introducción:**

En la actualidad la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Quillopongo se encuentran cerca de finalizar su periodo de diseño proyectado hasta el año 2020. En relación a este aspecto, es relevante destacar que de acuerdo al diagnóstico y evaluación de las PTARs de las parroquias rurales del cantón Cuenca realizado por el



Ingeniero Galo Ordoñez conjuntamente ETAPA EP (2009), la planta de Quillopungo empezó a brindar servicio hace aproximadamente 8 años (año 2008-2009) sin que exista referencia de haberse realizado un ajuste de los diseños originales que datan de inicios de los años 2000.

La eficiencia de tratamiento de los módulos de depuración ha disminuido durante el tiempo de funcionamiento haciéndose necesaria la consideración de propuestas de proyectos de redimensionamiento y mejoras de las unidades de depuración que se adapten a los requerimientos nuevos y futuros de las comunidades en estudio.

El crecimiento urbano en las Comunidades y la falta de alcantarillado pluvial ha provocado un aumento de conexiones ilícitas a la red de alcantarillado convencional, presentándose caudales afluentes altos durante épocas de lluvia. Cabe destacar además que de acuerdo al diagnóstico del Ingeniero Galo Ordoñez (2009) ya se presentaban caudales con características cercanas a las de un sistema combinado por el ingreso ilícito de aguas de escorrentía a través de las tuberías de alcantarillado convencional. Los altos caudales de entrada alteran el funcionamiento de las unidades de depuración.

### **3.7.2. Aspectos tecnológicos:**

La aplicación de reactores UASB para el tratamiento de aguas residuales domésticas es relativamente reciente en el mundo. Existen evidencias sólidas reportadas recién desde la década de 1980 (Lettinga, G et al, 1980). A partir de los años 2000 la investigación y aplicación de la tecnología UASB ha crecido enormemente en América Latina; países como: Brasil, Colombia y México han adoptado esta tecnología para el tratamiento de las aguas residuales de algunas de sus comunidades y de acuerdo a sus experiencias han contribuido al conocimiento sobre el diseño y operación de esta tecnología (Noyola, A et al, 2012). De igual manera experiencias investigativas en reactores piloto han permitido conocer de mejor manera el comportamiento de los reactores UASB bajo diferentes condiciones de temperatura (Lettinga, Roersma, & Grin, 1983). En Ecuador existen pocos sistemas de depuración que incluyen reactores UASB; no se tiene experiencia sobre esta tecnología ni se conoce su funcionamiento en climas moderados como el de Quillopungo, por lo que el diseño de este tipo de tratamiento debe basarse en investigaciones y aplicaciones en otros países. El diseño original de la PTAR de Quillopungo se realizó a comienzos de los años 2000, en ese entonces el conocimiento general acerca del uso de reactores UASB para tratar aguas



residuales domésticas era limitado comparado al conocimiento al que se tiene acceso hoy en día. La tecnología de reactores UASB es, por lo tanto, una alternativa tecnológica consolidada, pero en constante desarrollo (Chernicharo , van Lier, Noyola, & Bressani, 2015).

Por su bajo costo de construcción y operación, es adecuado utilizar la tecnología UASB en sectores rurales. Sin embargo, de acuerdo a la evidencia científica actual, para que el diseño y operación de estas unidades sea eficiente se requiere tomar en cuenta algunos parámetros que posiblemente no fueron considerados con rigurosidad en el diseño de la PTAR de Quillopungo, probablemente por no existir en ese tiempo, las guías de diseño y evidencias experimentales y operacionales que existen hoy. Estas singularidades se listan y explican a continuación:

1. No se tiene control del caudal que ingresa a la PTAR por lo que en épocas de lluvia se sobresaturan los módulos y se ocasionan desbordamientos.
2. El caudal de agua residual que sale del tratamiento primario hacia el cajón repartidor no se distribuye equitativamente en los tres reactores UASB. Dos de los reactores tienen caudales de entrada similares distribuidos por una de las tuberías que salen del cajón repartidor, mientras que el tercer reactor presenta caudales mayores distribuidos por la otra tubería saliente del cajón. Los tres reactores fueron construidos para un mismo valor de caudal de entrada, lo que provoca saturación en el tercer reactor y posterior colmatación de los otros dos reactores.
3. La entrada y distribución del agua residual en la parte baja de los reactores UASB debe realizarse de manera homogénea para evitar cortos circuitos en el sistema. Cada reactor construido en Quillopungo tiene únicamente dos tuberías de distribución de 110 mm de diámetro que bajan junto a dos de sus paredes y descargan el afluente en el fondo en dos puntos. Esto no permite una correcta distribución del agua en la base del reactor y provoca zonas muertas, corto circuitos y afectación del tiempo de retención hidráulica necesario para la descomposición de los contaminantes.
4. Para alcanzar buenas eficiencias de remoción, varias guías de diseño (Chernicharo, 2007) recomiendan tiempos de retención hidráulica mayores a 8 horas para temperaturas de 15 a 18 °C que son las correspondientes a las aguas residuales de la planta en estudio. El tiempo de retención hidráulica



considerado en el diseño original (4 horas) es muy corto, alrededor de la mitad del mínimo tiempo recomendado.

5. Como parte del diseño del sistema de separación de la fase líquida, sólida y gaseosa que se genera en la descomposición de la materia orgánica dentro de un reactor UASB, se deben colocar deflectores en las paredes de los reactores. Estas estructuras retienen el ascenso de los sólidos en suspensión obligándolos a regresar a la zona de digestión del reactor. Los reactores biológicos UASB de la PTAR de Quillopungo no cuentan con deflectores en sus paredes lo que facilita la acumulación de sólidos suspendidos en la parte superior del reactor y su posterior paso al sistema de filtro biológico.
6. Las deficiencias en el funcionamiento de los reactores UASB tiene consecuencias en las siguientes unidades de tratamiento. El paso de los sólidos suspendidos en los reactores hacia el filtro anaerobio provoca su rápido taponamiento y colmatación. Por otra parte, la distribución horizontal del caudal de entrada hacia el filtro no permite una repartición adecuada del agua residual sobre el material de soporte.
7. Los procesos de desinfección con cloro gas no son efectivos si las aguas a desinfectarse son turbias y presentan grandes cantidades de sólidos. Debido al mal funcionamiento de los módulos de tratamiento primario y secundario, los efluentes para desinfección presentaban grandes cantidades de sólidos totales, por lo que no era aconsejable la aplicación de un tratamiento terciario de desinfección. Cuando la planta entró en funcionamiento (año 2008-2009) las unidades de desinfección no se encontraban en operación debido a que hasta la fecha no se contaba con instalaciones de agua potable y energía eléctrica necesarios en la aplicación de cloro (Ordoñez, 2009). No se conoce si una vez instalados los mencionados servicios se utilizaron por un tiempo los módulos de tratamiento terciario, o si estos han estado siempre abandonados después de su construcción.
8. Por falta de presupuesto y de personal se han descuidado las actividades de operación y mantenimiento en las distintas etapas de tratamiento. En los sistemas de tratamiento primario se acumulan sólidos gruesos y arenas que, al no ser removidos diariamente, provocan obstrucciones en las unidades de repartición de flujos, desbordamiento de caudales y arrastre del material inerte acumulado a los módulos de tratamiento secundario.



Por lo previamente mencionado las unidades de depuración presentan rendimientos bajos y han provocado molestias para los pobladores de la zona quienes expresan su disgusto por malos olores provenientes de la planta y contaminación de la pequeña quebrada que sirve de cuerpo receptor.

### **3.7.1 Mediciones de caudal:**

Durante los meses de mayo, junio, julio, septiembre y octubre del año 2016, ETAPA EP caracterizó los caudales afluentes a la PTAR de Quillopungo. Los resultados de caudales medios por mes se muestran en la **tabla 3.7.1.1**.

<b>Mes de Medición</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
Mayo	7.10
Junio	5.38
Julio	5.24
Septiembre	5.03
Octubre	4.55

**Tabla 3.7.1.1: Caudales afluentes en la PTAR de Quillopungo.**

El máximo valor de caudal obtenido en los muestreos es 8.93 l/s y corresponde al mes de mayo. El mínimo valor de caudal obtenido es igual a 4.55 l/s y corresponde al mes de octubre.

### **3.7.2 Caracterizaciones del agua residual afluente y efluente:**

Se dispone de 5 evaluaciones que han determinado las características del agua residual afluente y efluente de la PTAR de Quillopungo. Tres evaluaciones fueron realizadas en los meses de junio, julio y diciembre del año 2015 y dos fueron realizadas en el año 2016 en el mes de febrero y diciembre. Los resultados de las caracterizaciones se presentan en la **tabla 3.7.2.1**.

Se dispone también de una evaluación del afluente y efluente de los reactores UASB realizada en diciembre del año 2016, después de construir los módulos de solución temporal propuestos por ETAPA EP expuestos en el Capítulo 4, apartado 4.3 de la presente tesis. Los resultados de las caracterizaciones se presentan en la **tabla 3.6.2.2** y en ANEXO 3.5 se muestran las caracterizaciones.

Las evaluaciones del año 2015 y las de diciembre del año 2016 fueron realizadas por funcionarios de ETAPA EP cumpliendo en su plan de O&M el control de eficiencia de las unidades de depuración. Como parte de la realización de esta tesis durante la



visita de los estudiantes de la universidad de Texas A&M en el mes de febrero del año 2016, se ejecutó un monitoreo de calidad del afluente del sistema con muestras compuestas en tiempo, en ese momento el funcionamiento de la planta se encontraba suspendido y el agua de entrada se descargaba directamente en el cuerpo receptor por lo que no se pudo tomar muestras de los efluentes de los módulos de depuración.

Los análisis de calidad de agua de los muestreos se efectuaron en el laboratorio de la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA EP.

Parámetro	Expresado como	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Unidad
		Junio 2015	Junio 2015	Julio 2015	Julio 2015	
Demanda Bioquímica de Oxígeno:	DBO 5	58.00	32.00	95.00	45.00	mg/l
Demanda Química de Oxígeno:	DQO	288.00	174.00	292.00	176.00	mg/l
Fósforo Total:	P	4.53	3.41	4.96	3.04	mg/l
Nitrógeno Amoniacal:	N	27.01	22.00	28.40	16.98	mg/l
Nitrógeno Orgánico:	N	6.96	4.73	17.82	8.63	mg/l
Potencial de Hidrógeno:	pH	7.37	7.17	7.09	6.79	mg/l
Alcalinidad Total:	A	---	---	---	---	mgCaCO <sub>3</sub> /l
Sólidos Sedimentables:	SS	0.50	0.00	0.50	0.00	mg/l
Sólidos Suspendidos Totales:	SST	36.00	13.00	46.00	16.00	mg/l
Sólidos Totales:	ST	428.00	340.00	474.00	359.00	mg/l
Aceites y grasas (Sust. solubles en hexano):	SSH	15.60	19.20	30.04	8.40	mg/l
Coliformes Totales:	NMP	1.40E+07	1.60E+07	3.50E+07	1.40E+08	NMP/100 ml
Coliformes Termotolerantes:	NMP	1.10E+07	9.20E+06	3.50E+07	2.60E+07	NMP/100 ml



Parámetro	Expresado como	Afluyente	Efluente	Afluyente	Efluente	Afluyente	Efluente	Unidad
		Diciembre 2015	Diciembre 2015	Febrero 2016	Febrero 2016	Diciembre 2016	Diciembre 2016	
Demanda Bioquímica de Oxígeno:	DBO 5	100.00	40.00	72	---	140	16	mg/l
Demanda Química de Oxígeno:	DQO	279.00	110.00	195.00	---	408	53	mg/l
Fósforo Total:	P	3.90	3.01	---	---	3.78	1.96	mg/l
Nitrógeno Amoniacal:	N	31.41	25.37	19.61	---	23.96	19.5	mg/l
Nitrógeno Orgánico:	N	21.75	16.91	7.72	---	13.93	7.24	mg/l
Potencial de Hidrógeno:	pH	7.19	7.38	7.48	---	7.25	7.07	mg/l
Alcalinidad Total:	A	---	---	135.81	---	---	--	mgCaCO <sub>3</sub> /l
Sólidos Sedimentables:	SS	3.00	0.00	1.50	---	2	0	mg/l
Sólidos Suspendidos Totales:	SST	156.00	24.00	131.00	---	133	44	mg/l
Sólidos Totales:	ST	518.00	328.00	293.00	---	517	315	mg/l
Aceites y grasas (Sust. solubles en hexano):	SSH	61.20	26.40	---	---	32	3.6	mg/l
Coliformes Totales:	NMP	7.00E+06	2.00E+06	> 1.60E+03	---	2.60E+07	4.90E+06	NMP/100 ml
Coliformes Termotolerantes:	NMP	7.00E+06	1.10E+06	> 1.60E+03	---	1.70E+07	4.90E+06	NMP/100 ml

**Tabla 3.7.2.1: Caracterizaciones de los afluentes y efluentes de la PTAR Quillopungo**



Parámetro	Expresado como	Afluente Reactores UASB Diciembre 2016	Efluente UASB	Unidad
Demanda Bioquímica de Oxígeno:	DBO 5	53.00	49.00	mg/l
Demanda Química de Oxígeno:	DQO	290.00	228.00	mg/l
Fósforo Total:	P	5.18	4.82	mg/l
Nitrógeno Amoniacal:	N	36.21	38.44	mg/l
Nitrógeno Orgánico:	N	5.57	5.57	mg/l
Potencial de hidrógeno:	pH	6.87	6.99	mg/l
Sólidos Sedimentables:	SS	0.00	0.00	mg/l
Sólidos Suspendidos Totales:	SST	25.00	13.00	mg/l
Sólidos Totales:	ST	365.00	358.00	mg/l
Aceites y grasas (Sust. Solubles en Hexano):	SSH	1.20	0.00	mg/l
Coliformes Totales:	NMP	4.60E+07	790000	NMP/100 ml
Coliformes Termotolerantes:	NMP	4.60E+07	7.90E+05	NMP/100 ml

**Tabla 3.6.2.2: Caracterización del afluente y efluente de los reactores UASB. Diciembre 2016.**

Al comparar los valores que caracterizan el efluente de la PTAR obtenidos de las caracterizaciones con aquellos establecidos en la normativa del TULSMA, se observa que todos los parámetros cumplen con los límites de descargas a excepción de las concentraciones de coliformes. Sin embargo, hay que considerar que la quebrada que sirve como cuerpo receptor es pequeña por lo que los valores límites de la normativa pueden ser exagerados para un cuerpo de agua con caudales tan pequeños.

Si se compara los valores de los parámetros obtenidos en las caracterizaciones con las eficiencias de depuración esperadas en el sistema (Apartado 3.4.4) se observa que los resultados de las caracterizaciones distan mucho de las eficiencias deseadas.

La eficiencia de remoción de los reactores UASB es baja, lo que indica problemas en su funcionamiento.



### **3.8 Evaluación de la quebrada que sirve como cuerpo receptor:**

La pequeña quebrada S/N se encuentra localizada a un costado de la planta de tratamiento de Quillopungo. Por observación se sabe que el valor de su caudal es bajo y que en épocas de estiaje su caudal puede llegar a ser casi nulo.



## Capítulo 4: Propuesta de Rediseño

### 4.1 Introducción:

En el presente capítulo se exponen las alternativas tecnológicas de mejoramiento estudiadas y las alternativas de solución temporal ejecutadas por ETAPA EP mediante una breve explicación de las mismas. Se presenta luego, la alternativa planteada como solución final detallando las consideraciones tomadas para el reacondicionamiento de las unidades de tratamiento preliminar, primario y secundario, así como los resultados del rediseño de los módulos. Se presenta además una opción de tratamiento de desinfección amigable con el medio ambiente. Se incluye finalmente una revisión de las actividades de operación y mantenimiento agregando sugerencias consideradas pertinentes para el cuidado y correcto funcionamiento de cada una de las unidades de la línea de tratamiento.

### 4.2 Alternativas de solución:

Después de conocer las falencias de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Quillopungo, es oportuno investigar y analizar las alternativas tecnológicas más viables que puedan solucionar los problemas y eliminar las limitaciones de funcionamiento eficiente de los módulos de tratamiento. Estas soluciones pueden contemplar ajustes en el dimensionamiento y configuración de los módulos, nuevos procesos o tecnologías, mejoras en los elementos hidráulicos de distribución de flujo, entre otras.

Dado que la tecnología UASB es relativamente nueva, algunas opciones de postratamiento de sus efluentes se encuentran en constante investigación; sin embargo, el conocimiento de las mismas es beneficioso pues si son viables pueden ser consideradas como soluciones definitivas en un futuro. Se presenta a continuación una descripción general de dos opciones tecnológicas estudiadas.

#### 4.2.1 Tecnología DHS:

La tecnología DHS (*Downflow Hanging Sponge*) fue introducida en Japón por el profesor Hideki Harada y su grupo de investigación en la universidad de Nagaoka. Se trata de un tratamiento de tipo aerobio que utiliza esponjas de poliuretano como medio de soporte para el crecimiento de microorganismos de depuración. Es una tecnología desarrollada para el postratamiento de efluentes de reactores UASB; consiste en distribuir el agua residual de manera descendente en el medio de soporte; la alta



porosidad de las esponjas permite el ingreso de aire en el sistema y el fácil crecimiento y adaptación de la biomasa.

La eficiencia y funcionamiento de este sistema se conoce únicamente por estudios realizados en plantas piloto. Estos estudios han sido desarrollados bajo condiciones controladas de temperatura (30°C), los resultados han demostrado alto rendimiento en remoción de DBO, DQO, SST, CF y N (Harada, Ohashi, & Tawfik, 2009).

La aplicación de esta tecnología es aún limitada puesto que no se tiene conocimiento de guías de diseño ni de experiencias en plantas de tratamiento a escala real. Si las investigaciones futuras demuestran óptimos rendimientos bajo diferentes condiciones de temperatura, el tratamiento DHS podría ser una buena opción a instalar en la planta de Quillopungo puesto que es sencillo, no requiere energía ni grandes espacios y presenta ventajas sobre los filtros anaerobios por menor requerimiento de mantenimiento (lavados menos frecuentes) y mejor eficiencia de depuración (Harada, Ohashi, & Tawfik, 2009).

#### **4.2.2. Medio de soporte artificial:**

En la actualidad existen materiales artificiales que se utilizan como medio de soporte de la biomasa en filtros anaerobios y que presentan mejores características que la grava. Los más comunes son los rosetones o anillos plásticos que presentan cavidades y por lo tanto mayor área superficial para adherencia de la biomasa. Son materiales livianos de fácil instalación que son menos susceptibles de obstruirse por lo que requieren menor frecuencia de mantenimiento y lavado. En un futuro se podría reemplazar la grava de los filtros anaerobios de la planta de Quillopungo por un medio de soporte artificial para asegurar un funcionamiento continuo y eficiente en un periodo de tiempo mayor.

#### **4.3 Alternativas propuestas por ETAPA:**

A partir del año 2015, la empresa ETAPA EP ha intervenido en la PTAR de Quillopungo con estudios y evaluaciones de los problemas existentes en la misma y prácticas que solucionen temporalmente sus problemas de funcionamiento. Las alternativas de solución implementadas se presentan a continuación:

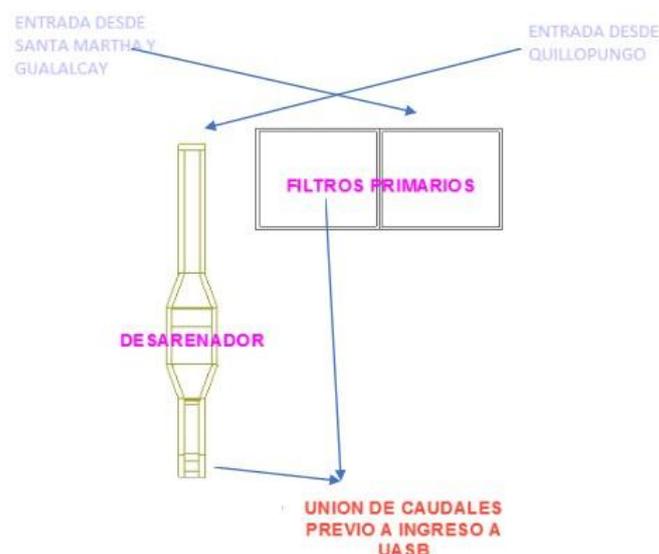
##### **4.3.1 Filtros primarios:**

Cerca del canal de entrada a la Planta, se han construido 2 filtros primarios de volumen igual a 26.6 m<sup>3</sup> y 16.5 m<sup>3</sup> con aproximadamente 7m<sup>3</sup> de piedra como material

filtrante. El objetivo de la construcción de estos filtros es retener el material grueso inerte que arrastran las aguas residuales, así como la materia orgánica de mayor densidad. El funcionamiento de los filtros es alternado, cada 15 días el personal de operación y mantenimiento se encarga de extraer la piedra para limpieza y evacuar los lodos primarios decantados mediante un camión Hidrocleaner de la Empresa para transportarlos a tratamiento en la PTAR de Ucubamba.

#### 4.3.2 **División de caudales:**

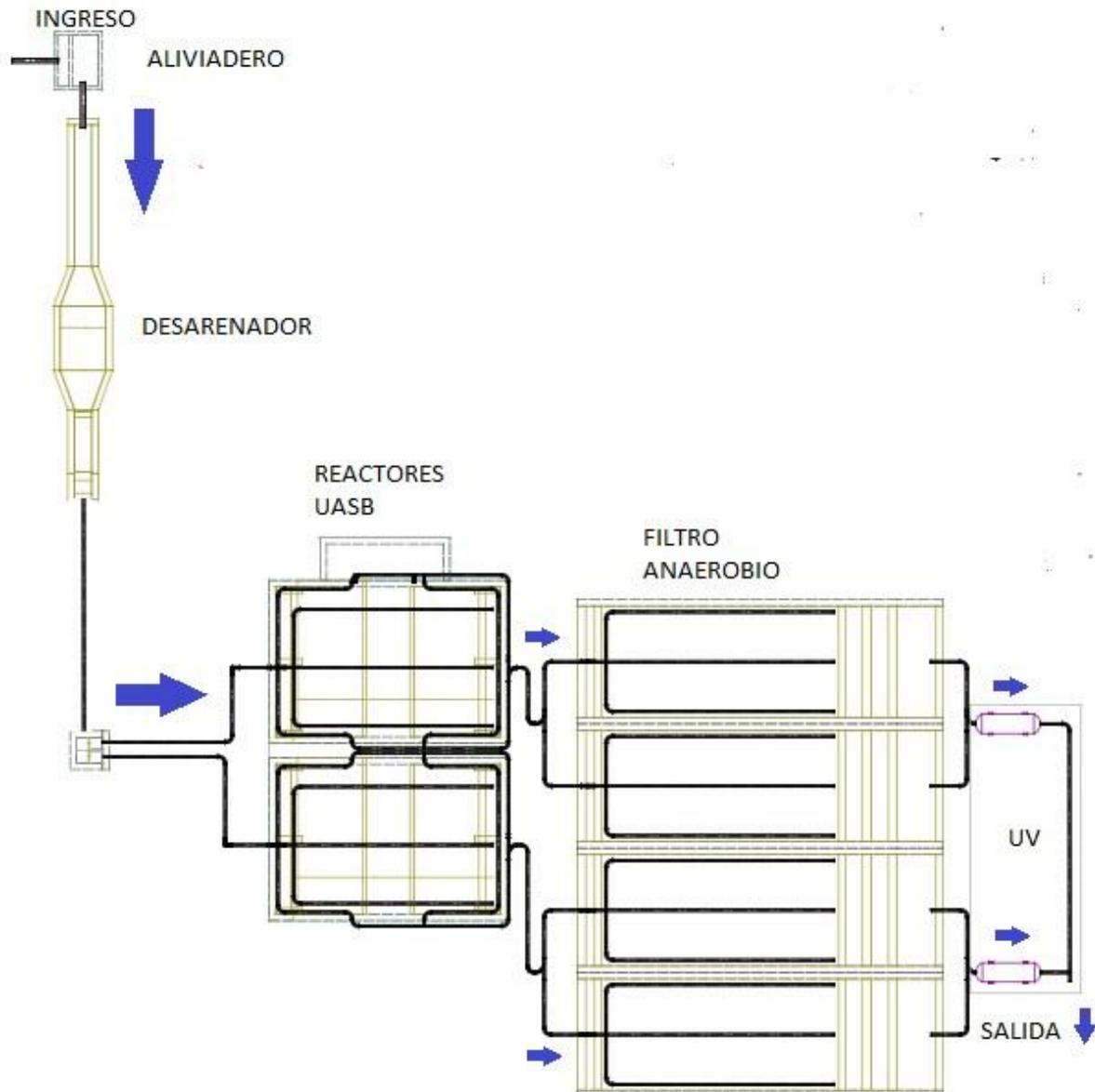
El agua residual doméstica a ser tratada en la PTAR de Quillopungo llega a través de dos colectores principales, uno que recoge las aguas de las comunidades de Santa Martha y Gualacay y otro las aguas servidas de Quillopungo. De acuerdo a aforos realizados por ETAPA EP durante los meses de noviembre y diciembre del año 2016, el caudal de la población de Quillopungo representa el 10% del caudal total de entrada a la planta. Inicialmente los caudales de los dos colectores se unían en un punto para entrar a la línea de tratamiento preliminar. Recientemente el personal de ETAPA dividió los caudales en dos entradas, la primera conecta las aguas residuales de las comunidades Gualacay y Santa Martha con los tanques de filtración primaria y la segunda conecta las aguas de Quillopungo con el tratamiento preliminar original (rejilla y desarenador). Después de pasar por los mencionados módulos de tratamiento primario, los dos caudales se unen en un cajón repartidor de caudal para continuar su tratamiento en los módulos UASB.



**Figura 4.3.2.1: Esquema de la división de caudales en el ingreso a la PTAR actualmente.**

#### 4.4 Propuesta de rediseño final:

A partir del conocimiento de las principales características de las comunidades en estudio y después de la evaluación del estado actual de funcionamiento integral de la PTAR de Quillopungo y del análisis de posibles alternativas de solución, se presenta a continuación la propuesta final de rediseño. La **figura 4.4.1.** muestra un esquema general de la propuesta.



**Figura 4.4.1: Esquema general de la propuesta de rediseño para la PTAR de Quillopungo.**



#### **4.4.1 Parámetros generales de diseño:**

Debido a que el periodo original de diseño de la PTAR de Quillopungo se encuentra cerca de ser alcanzado, para el rediseño de las estructuras de tratamiento se plantea un nuevo periodo de diseño a partir del cual se estima la población futura a servirse y se actualizan las características del agua residual afluyente a la PTAR.

##### **4.4.1.1 Periodo de diseño:**

La elección del periodo de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere el análisis de algunos parámetros como son: la población a servir, su nivel socioeconómico, la tendencia de crecimiento poblacional, su desarrollo industrial y comercial, la posibilidad de ampliación de los sistemas de depuración, entre otros.

Revisadas las principales actividades económicas a las que se dedican los habitantes de las comunidades en estudio se puede decir que sus ingresos económicos son limitados y la disposición de los habitantes para aportar económicamente al mantenimiento y mejora de las obras sanitarias es baja. Además, el área destinada para la PTAR de Quillopungo es pequeña y el acceso de maquinaria de construcción (para trabajos de ampliación) por las vías angostas y no asfaltadas de las comunidades es dificultoso.

El Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN 005-9-1 (INEN, 1992) vigente actualmente, recomienda para PTARs un horizonte de diseño entre 20 y 30 años a partir del año del último censo poblacional. Von Sperling (2007) recomienda un periodo de diseño de 20 años.

Por las características mencionadas y considerando las recomendaciones de las normas ecuatorianas y las incluidas en (von Sperling, 2007), para el rediseño de la planta de Quillopungo se consideró un periodo de diseño de **25** años.

##### **4.4.1.2 Población de diseño:**

Los datos sobre el número de habitantes y población de las comunidades en estudio son escasos. Únicamente se conoce el número habitantes de las comunidades en el año 1990 y en el 2010, esta información, mostrada en la **tabla 4.3.1.2.1**, fue obtenida de la memoria de diseño original y de la información del INEC (Censos, 2010) respectivamente.



Localidad	Número de habitantes	
	Año 1990	Año 2010
Gualalcay	109	106
Santa Martha	376	588
Quillopungo	92	694
Total	577	1388

**Tabla 4.3.1.2.1: Número de habitantes de las comunidades en estudio en los años 1990 y 2010.**

Debido a los pocos datos disponibles sobre el comportamiento poblacional y considerando que las comunidades son relativamente nuevas y tienen altas posibilidades de crecimiento, se aplicó el método geométrico (ANEXO 4.1) para la proyección de la población al final del periodo de diseño.

La aplicación del método dio como resultado una tasa de crecimiento del 4%, lo cual indica un crecimiento muy acelerado de la población incluso mayor al crecimiento del cantón Cuenca. Para mejor ajuste al posible comportamiento de la población de las comunidades se consideró en los cálculos de proyección poblacional la tasa media de la parroquia El Valle publicada por el INEC, que es igual a 2.4%. La proyección dio como resultado lo indicado en la **tabla 4.3.1.2.2.**

Localidad	Número de habitantes
	Año 2035
Gualalcay	193
Santa Marta	1071
Quillopungo	1265
Total	2529

**Tabla 4.3.1.2.2: Resultado de la proyección poblacional.**

Considerando el crecimiento poblacional y la ampliación futura de los sistemas de abastecimiento y alcantarillado de las Comunidades en estudio, se estimó una cobertura del 80 %. Este valor fue seleccionado de acuerdo a los resultados de las encuestas que indican que el 78% de la población estudiada tiene acceso a alcantarillado, además de que el diseño original establece que hasta el año 2020 la cobertura será de 60% por lo que se estima la incrementación de este porcentaje hasta el año 2035. Por lo tanto, la población de diseño adoptada es:



P = 2023 hab.

#### 4.4.1.3 Caracterización del afluente:

Se presenta en la **tabla 4.3.1.3.1** los parámetros medios de caracterización de los afluentes obtenidos de los análisis de laboratorio presentados en el Capítulo 3.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Valor promedio
Temperatura:	T	°C	16
Potencial Hidrógeno:	pH	---	7.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno:	DBO <sub>5</sub>	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno:	DQO	mg/l	280
Sólidos Suspendedos Totales:	SST	mg/l	140
Coliformes Fecales:	CF	NMP/100ml	2.10 E+7

**Tabla 4.3.1.3.1: Caracterización del afluente.**

#### 4.4.1.4 Caudales de diseño:

Los caudales de diseño obtenidos para el rediseño de la PTAR de Quillopungo son:

$$\begin{aligned} Q_{\text{medAR}} &= 6.5 \text{ l/s} \\ Q_{\text{máxAR}} &= 15.0 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Los cálculos de estos valores se encuentran en el ANEXO 4.2.

#### 4.4.2 Tratamiento preliminar:

Se propone mantener un solo punto de entrada (el mismo del diseño original) y construir a continuación un aliviadero de exceso de caudales con un vertedero triangular de pared delgada de 90° que permita controlar el caudal de entrada a la planta y derive el excedente hacia la quebrada a través de la tubería de descarga directa ya existente en la planta. De esta manera se evita inundaciones y sobrecarga en los módulos de tratamiento secundario.

No son necesarios cambios en los módulos de tratamiento primario pues mediante un rediseño de la rejilla de entrada y del desarenador (ANEXO 4.3) se verificó que los módulos actualmente construidos son capaces de funcionar eficientemente con el caudal de diseño estimado (6.5 l/s).



De acuerdo al informe de laboratorio del mes de diciembre de 2016, la eficiencia de remoción de DBO en los reactores UASB es baja apenas del 7.5% lo que indica falencias en los mencionados módulos. Si se realizan cambios en los módulos UASB que mejoren su eficiencia, no es necesario el tratamiento en los filtros primarios recientemente construidos. Los lodos primarios que se forman en estos filtros almacenan materia orgánica fresca en un tiempo de retención corto, lo que provoca colmatación; por lo que se producen problemas de olores y consecuentemente necesidades de limpieza, remoción y transporte de lodos con alta concentración de materia orgánica. Se puede utilizar ese espacio como lecho de secado de los lodos en exceso que se extraen de los módulos anaerobios (UASB y filtro ascendente. Es necesario contar con un espacio específicamente destinado a la desecación de lodos.

#### **4.4.3 Tratamiento primario y secundario:**

La asociación de reactores UASB con filtros anaerobios como postratamiento de sus efluentes es una alternativa de línea de procesos de depuración que han demostrado buena eficiencia y que además disminuye considerablemente costos energéticos y operacionales en una planta de tratamiento (Chernicharo C. , 2007).

Por lo mencionado, es adecuado mantener las tecnologías de tratamiento existentes, sin embargo, debido a los problemas generados en la planta de Quillopungo por mal funcionamiento de los módulos de tratamiento primario y secundario, principalmente de los reactores UASB, se plantean readecuaciones en su configuración y funcionamiento. De manera general, se propone: redimensionamiento de los módulos para lograr mayores tiempos de retención hidráulico en las unidades, mejoramiento de la distribución de los caudales afluentes e implementación de dispositivos de control de lodos.

##### **4.4.3.1 Reactores UASB**

Las propuestas de rediseño y mejoramiento de los reactores UASB son las siguientes:

- Ampliar el espacio destinado para los reactores UASB y construir 2 módulos enterrados al igual que los existentes, pero de volumen mayor de manera que el tiempo de retención hidráulico sea el adecuado de acuerdo a la temperatura característica del afluente; el estar bajo tierra ayuda a la conservación de la temperatura.
- Mejorar la distribución del agua residual de entrada en la parte baja del reactor mediante el uso de flautas repartidoras de caudal que distribuyan el afluente de



manera homogénea en distintos puntos de la base del reactor y no únicamente en dos lugares como lo propuesto en el diseño original, esto permite un mejor contacto entre el afluente y el lodo biológico.

- Implementar deflectores en las paredes laterales del reactor que ayuden a mantener una adecuada sedimentación y eviten el paso de sólidos suspendidos hacia las unidades de depuración siguientes.
- Establecer válvulas y tuberías en la altura de cada reactor que permitan controlar el desarrollo del lodo dentro de los reactores y su extracción. Se cambia la propuesta original de esperar la sobrecarga de los reactores para vaciarlos por completo y comenzar nuevamente con el arranque del sistema.

El rediseño sigue la guía de criterios recopilados por Carlos Chernicharo (2007) que presenta una revisión de los parámetros propuestos por Lettinga autor de la tecnología UASB, pero con adaptaciones para reactores UASB que tratan aguas residuales de origen doméstico.

En el ANEXO 4.4 se presenta la metodología de diseño aplicada, con las respectivas explicaciones de los parámetros de diseño.

Los resultados de rediseño de los reactores UASB se presentan en la **tabla 4.3.3.1.1**.



Parámetro	Valor	Unidad
<b>Parámetros de diseño</b>		
Tiempo de retención hidráulico:	10.0	H
Tiempo de retención hidráulico (Q máx):	4.4	H
Tiempo de retención en la cámara de sedimentación:	2.0	H
Carga volumétrica hidráulica:	2.4	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> d
Carga orgánica volumétrica:	0.7	kg DQO/m <sup>3</sup> d
<b>Dimensionamiento</b>		
Número de unidades:	2.00	
Volumen:	117.40	m <sup>3</sup>
Altura:	6.45	M
Largo:	3.50	M
Ancho:	5.20	M
<b>Eficiencias de remoción y producción de biogás estimado:</b>		
Eficiencia de remoción DBO:	78.00	%
Eficiencia de remoción DQO:	70.00	%
Eficiencia de remoción SST:	59.00	%
DBO efluente:	22.10	mg/l
DQO efluente:	85.00	mg/l
SST efluente:	58.00	mg/l
Producción estimada de metano:	32.00	m <sup>3</sup> /d
Producción estimada de biogás:	43.00	m <sup>3</sup> /d
Tasa de emanación de gas:	1.26	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h



---

**Distribución del afluente**

---

Área de influencia de cada distribuidor:	1.80	m <sup>2</sup>
Número de puntos de distribución en cada reactor:	10.00	

---

**Verificación de velocidades**

---

Velocidad ascendente de flujo:	0.65	m/h
Velocidad ascendente de flujo (Q máx):	1.50	m/h
Velocidad en las aperturas del sedimentador:	1.70	m/h
Velocidad en las aperturas del sedimentador (Q máx):	3.80	m/h
Velocidad de sedimentación:	0.73	m/h
Velocidad de sedimentación (Q máx):	1.70	m/h

---

**Producción de lodos:**

---

Producción volumétrica de lodo:	0.60	m <sup>3</sup> /d
---------------------------------	------	-------------------

---

**Tabla 4.3.3.1.1: Resultado del rediseño de los reactores UASB.**

En la PTAR de Quillopungo la producción de biogás es baja por lo que no se plantea un sistema de recolección o reciclado.

**4.4.3.2 Filtros anaerobios:**

Existen materiales filtrantes con mejores características que la grava, sin embargo, por su fácil acceso, economía y además existencia de este material en la zona, se propone seguir utilizando este material.

Las propuestas de rediseño y mejoramiento de los filtros anaerobios son las siguientes:

- Cambiar la dirección del flujo de horizontal a vertical ascendente que presenta menos riesgo de taponamiento (Romero, 2000).
- Implementar una línea de tratamiento y aumentar el largo de los módulos aprovechando el espacio actualmente utilizado por la pared de orificios de distribución horizontal del afluente, de esta manera aumenta el tiempo de retención hidráulico.
- Distribuir el afluente mediante flautas repartidoras de caudal colocadas en la parte baja del reactor que garanticen una distribución homogénea del agua residual de entrada.



- Colocar un falso fondo, dejando una altura libre de material filtrante en la parte baja del reactor igual a 30 cm para proteger las tuberías de distribución de caudal y permitir la acumulación de sólidos sedimentables.
- Instalar dos tuberías para extracción de lodos excedentes.

El rediseño sigue las consideraciones de Carlos Chernicharo (2007) que presenta los criterios principales para el dimensionamiento de filtros anaerobios como tratamiento de pulido de efluentes de reactores UASB.

En el ANEXO 4.5 se presenta la metodología de diseño aplicada, con las respectivas explicaciones de los parámetros de diseño.

Los resultados de rediseño de los filtros anaerobios se presentan en la **tabla 4.3.3.2.1**.

Parámetro	Valor	Unidad
<b>Valores de diseño</b>		
Tiempo de retención hidráulico:	5.3	H
Tiempo de retención hidráulico (Q máx):	2.3	H
Carga hidráulica:	9.56	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d
Carga orgánica:	0.1	Kg DBO/m <sup>3</sup> ·d
<b>Dimensionamiento</b>		
Número de unidades:	4.00	
Volumen:	30.85	m <sup>3</sup>
Altura del lecho filtrante:	1.70	M
Altura del falso fondo:	0.30	M
Altura libre en la superficie:	0.10	M
Ancho:	2.60	M
Longitud:	5.65	M
<b>Eficiencia de remoción estimada</b>		
Eficiencia estimada:	59	%
DBO efluente:	9	mg/l

**Tabla 4.3.3.2.1: Resultado del rediseño de los filtros anaerobios.**



#### **4.4.4 Tratamiento terciario:**

Los tratamientos anaerobios tienen limitaciones en la remoción de coliformes fecales, generalmente producen efluentes con cantidades considerables de patógenos cercanas a las del afluente. Las concentraciones de coliformes fecales de las aguas residuales de la PTAR de Quillopungo son altas (en promedio:  $1.75E+07$  NMP/100 ml en el afluente y  $1.03E+07$  NMP/100 ml en el efluente) y sobrepasan el límite establecido en la norma técnica ambiental del Ecuador. La descarga de aguas residuales con altos contenidos de coliformes fecales, implican riesgos en la salud de los habitantes que dan uso al agua del cuerpo receptor.

Por la pequeña magnitud de la quebrada receptora de la PTAR de Quillopungo, por lo cerca que se encuentra de algunas viviendas de la zona y por la escasez de fuentes de agua aptas para consumo humano en la parroquia EL Valle, es necesario desinfectar las aguas residuales efluentes de la planta de Quillopungo. Se propone la implementación de un tratamiento de desinfección con lámparas UV que a diferencia del tratamiento de desinfección por cloro no presenta riesgos de formación de elementos cancerígenos como trihalomentanos.

El procedimiento de desinfección por radiación UV no altera la composición química, el sabor o el olor del agua, las partes que conforman una lámpara UV son:

- a) Cámara de Irradiación
- b) Tubo de cuarzo
- c) Lámpara germicida
- d) Cuadro eléctrico

(INNOVAQUA, 2011)

##### **4.4.4.1. Parámetros de diseño**

###### **Dosis de UV**

Una de las características más importantes al momento de diseñar un proceso de desinfección por radiación UV es la dosis o la fluencia de la radiación a través del agua. La determinación de este valor se la realiza mediante procesos experimentales debido a la inestabilidad del flujo.

###### **Porcentaje de transmitancia (%T10):**



El porcentaje de transmitancia define la cantidad de luz que pasa a través de una muestra considerando las impurezas presentes en el agua. Para el tratamiento de aguas residuales se recomienda un valor de %T10 de entre 45 a 75% (Bolton, 2013).

#### **Profundidad del flujo:**

La profundidad del flujo es un parámetro fundamental, debido que la luz debe tener contacto con la totalidad del líquido, profundidades muy grandes producirán que la luz no llegue a las partículas más alejadas, además afecta en el paso de la luz debido a la cantidad de color.

Se recomienda utilizar dos lámparas de 12000 l/h. Las mismas necesitan tubería de 2" en el ingreso y la salida, están hechas de PVC, sus características técnicas se muestran en el ANEXO 4.6. El porcentaje de remoción de bacterias es de 99.99%, en el ANEXO 4.7 se muestra la sensibilidad de algunos tipos de bacterias a la radiación UV.

#### **4.4.5 Lechos de secado:**

Se propone disponer de los espacios de los filtros primarios construidos para lechos de secado de los lodos de exceso que se extraen de las unidades de tratamiento secundario. Estos espacios tienen áreas de 13.30 m<sup>2</sup> y 8.10 m<sup>2</sup>.

Se pueden utilizar lechos convencionales de arena sobre los cuales debe expandirse el lodo formando una capa de 30 cm de espesor. El volumen total de lodos que se puede deshidratar en los mencionados espacios es de 6.4 m<sup>3</sup>.

El lecho debe contar con tuberías perforadas para drenaje del agua de que se produce en la deshidratación, para cubrir las tuberías se debe expandir una capa de 30 cm de grava y sobre esta una capa de 40 cm de arena (Metcalf & Eddy, 1995). En la planta de Quillopungo por la topografía del terreno es sencillo integrar el agua de drenaje de los lodos a las unidades de tratamiento primario.

El tiempo de deshidratación de los lodos depende del clima de la zona, generalmente dura de dos a tres semanas.

#### **4.5 Propuesta de Operación y mantenimiento:**

El plan de operación y mantenimiento original de la PTAR de Quillopungo (capítulo 3) delega la gestión de las actividades a ETAPA EP. La Empresa es responsable de todos los procesos de O&M desde la aplicación de tarifas adecuadas a los usuarios



que permitan cubrir los costos de los servicios hasta la programación de las actividades de rutina y de aquellas que requieren análisis de laboratorio y de maquinaria para extracción de lodos y lavado de los módulos. Ventajosamente la Empresa cuenta con su propio laboratorio ambiental, así como con maquinaria especializada para el mantenimiento de las unidades lo que facilita la organización de las actividades de O&M requeridas en la PTAR. El cumplimiento de las actividades asegura un normal funcionamiento de la PTAR y a mantener la eficiencia en la línea de tratamiento.

#### **4.5.1 Actividades generales:**

De manera general para el desempeño adecuado de la PTAR se proponen las siguientes labores:

- Inspección del estado físico de todos los elementos de las unidades hidráulicas, biológicas y de desinfección; (identificación de agrietamientos en las estructuras de concreto, corrosión en los elementos metálicos, etc.) y reparación cuando sea necesario.
- Revisión del funcionamiento de los elementos de distribución del agua residual (canales, tuberías, válvulas, vertederos), limpieza periódica de los mismos y corrección de las eventualidades en caso de existir.
- Revisión del funcionamiento de las unidades de tratamiento primario, secundario y terciario; corrección de las eventualidades en caso de existir.
- Depósito y acumulación del material removido en la limpieza de las unidades de tratamiento primario y de los elementos hidráulicos en un espacio destinado para el efecto. Se recomienda cubrir el material recolectado con una capa de tierra o arena de manera que no genere malos olores e insectos.
- Mantenimiento del entorno circundante: jardines, bodega, parqueadero, oficina, etc. Las instalaciones deben mantenerse limpias y ordenadas y los jardines cuidados.

#### **4.5.2 Personal:**

El personal propuesto para el cumplimiento de las actividades del plan de O&M original es conveniente.

El cumplimiento de los trabajos manuales de frecuencia diaria requeridos en la planta lo realizan operadores adiestrados. Se recomienda que además de cumplir con las actividades rutinarias, los operadores se encarguen de inspeccionar el estado físico de



las unidades de depuración, y que tengan conocimiento básico de su funcionamiento para comunicar cualquier anomalía o eventualidad en la planta.

Se recomienda también contar con un ingeniero civil encargado de la planta que visite el lugar semanalmente, conozca el funcionamiento de la línea de tratamiento, supervise las actividades de los operadores y tome decisiones para solucionar los problemas que puedan presentarse.

Las actividades especializadas y de menor frecuencia como sembrado de inóculos, toma de muestras de afluentes y efluentes, extracción de lodos, lavado de los filtros anaerobios, etc. son realizadas por personal especializado enviado por la Empresa.

Para llevar a cabo las actividades de O&M, la empresa ETAPA EP debe poner a disposición de sus trabajadores las herramientas necesarias para el desarrollo de las actividades (rastrillos, palas, carretillas, maquinaria, etc.) y para su seguridad personal (guantes, mascarillas, botas, etc.).

#### **4.5.3 Actividades de O&M:**

Los objetivos de las actividades de operación y mantenimiento de las diferentes unidades de depuración están bien definidos en el plan de operación y mantenimiento original (capítulo 3). Se precisan además las herramientas requeridas y el tiempo de mano de obra estimado para cumplir con estos objetivos (ANEXO 3.4).

Se presenta a continuación una revisión de las actividades propuestas en el diseño original agregando algunas recomendaciones consideradas oportunas. Se hace énfasis en la O&M de los reactores UASB que son los módulos principales en la línea de tratamiento los que mayor cuidado requieren.

##### **4.5.3.1 Medición de caudales:**

Es importante llevar un registro de los caudales que entran en el sistema de manera que se pueda conocer sus variaciones diarias, semanales, mensuales y anuales. Se recomienda tomar medidas de caudal a diferentes horas del día y si es posible con frecuencias diarias.

La propuesta de rediseño incluye la incorporación de un vertedero triangular de pared delgada de 90° en la entrada del sistema en el cual se puede estimar el caudal de acuerdo expresión:

$$Q = 1.4 \cdot H^{2.5}$$



El caudal de llegada a la planta antes del vertedero y el de salida de la planta se pueden calcular como hasta el momento lo ha hecho ETAPA EP, mediante aforos con recipientes de volumen conocido y cronometrando el tiempo de llenado de los recipientes.

#### **4.5.3.2 Tratamiento preliminar:**

Se añade a las actividades de O&M planteadas en el diseño original (ANEXO 3.4) las siguientes sugerencias:

- Rastrillado diario del desarenador y extracción semanal de las arenas sedimentadas.
- Aumento en la frecuencia de limpieza tanto de la rejilla y canal de entrada como del desarenador en épocas de lluvia de acuerdo al criterio del operador.

#### **4.5.3.3 Tratamiento primario y secundario:**

##### **Reactores UASB:**

Como se ha definido en el plan de O&M original los reactores UASB requieren de actividades de arranque, diarias y especializadas. Las actividades diarias están correctamente definidas en el plan original (ANEXO 3.4). Se detalla a continuación aspectos referentes a las actividades de arranque del reactor y a las actividades especializadas o de trabajo ocasional.

##### **Arranque del reactor:**

Se ha clasificado las actividades de arranque del reactor en tres fases importantes descritas a continuación:

##### **• Sembrado del inóculo:**

Se pueden utilizar como inóculos los lodos tomados de algún tratamiento anaerobio cercano (fosa séptica, por ejemplo) o de las lagunas aireadas o facultativas de la PTAR de Ucubamba.

Por las configuraciones propuestas en el rediseño de los reactores UASB, el volumen máximo de lodo que se puede inocular dentro del reactor corresponde al 50 % del volumen total del reactor ( $58 \text{ m}^3$ ), se recomienda llenar el reactor con un volumen de inóculo entre 25 a 45% del volumen del reactor ( $30 \text{ m}^3$  a  $50 \text{ m}^3$ ).

El transporte de los lodos de inóculo debe realizarse en buenas condiciones evitando bruscos movimientos del lodo y contacto excesivo con el aire.



• Actividades previas al arranque:

- Tomar muestras del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales y llevarlas a laboratorio para su respectiva caracterización y análisis de parámetros principales (DBO, DQO, pH, alcalinidad, SST, SSV).
- Vaciar completamente el reactor.
- Pintar la campana de recolección de gases en caso que presente corrosión.
- Asegurar que las estructuras de entrada de agua a los reactores no estén taponadas.

• Actividades de arranque:

- Descargar el inóculo sobre el fondo del reactor y dejarlo reposar durante 24 horas de manera que se adapte a la temperatura de la zona.
- Permitir el paso del agua residual hasta que el volumen del reactor se llene parcialmente (hasta el 50% del volumen total).
- Bloquear el paso del afluente y dejar al reactor sin alimentar durante 24 horas.
- Pasadas las 24 horas, tomar muestras del agua de la superficie y llevarlas a laboratorio.
- Continuar con la alimentación del reactor hasta que alcance su volumen total.
- Bloquear nuevamente el paso del afluente durante 24 horas.
- Tomar muestras del agua de la superficie y llevarlas al laboratorio.
- Dejar alimentación continua en los reactores.

Las muestras tomadas con el reactor lleno deben presentar mejores características que aquellas tomadas con el reactor parcialmente lleno.

(Chernicharo C. , 2007)

**Actividades diarias:**

Se propone además de las actividades diarias establecidas en el plan original de O&M (ANEXO 3.4), inspecciones diarias del funcionamiento de los reactores: El agua residual de la superficie no debe contener grandes cantidades de sólidos suspendidos y se deben observar burbujas en la parte superior del reactor (es un indicativo de la actividad metanogénica).

**Actividades especializadas:**

• Ensayos de calidad de afluente y efluente:



Se recomienda tomar muestras compuestas y llevarlas a laboratorio para caracterizarlas teniendo en cuenta los parámetros de mayor importancia: DBO, DQO, pH, SST, SSV, CF.

La frecuencia de muestreo debe ser mayor en la etapa de arranque del reactor con el fin de conocer el periodo y el proceso de estabilización del sistema. Se recomiendan muestras semanales durante los primeros dos meses de funcionamiento de los reactores (tiempo estimado de estabilización). Una vez que el sistema se encuentre estable, se puede disminuir la frecuencia de toma de muestras a una o dos por mes.

- Muestreo de lodos:

Permite estimar la cantidad de lodo presente en el reactor y evaluar la concentración de biomasa. Como parte del rediseño de los reactores UASB, se ha propuesto dejar 8 puntos de extracción de muestras de lodos en la altura de cada reactor. Las muestras deben ser llevadas a laboratorio para evaluar su concentración de sólidos volátiles (g SV/l) que es una medida de la cantidad de biomasa presente en el reactor. Los valores de concentración para los diferentes niveles de muestreo son diferentes y deben aumentar a medida que la muestra se acerca a la base del reactor. Si las muestras presentan concentraciones similares es un indicativo que el lodo desarrollado no es de buena calidad.

La concentración en cada punto de muestreo multiplicada por su volumen correspondiente es la cantidad de biomasa presente en ese volumen. La suma de estos productos da como resultado la cantidad total de biomasa presente en el reactor (Chernicharo C. , 2007).

- Purga de lodos:

El nivel de lodos dentro del reactor debe estar siempre por debajo de los deflectores de manera que no obstaculice los procesos que se llevan a cabo dentro de la cámara de sedimentación. En el rediseño de los reactores UASB de la planta de Quillopungo, se ha propuesto puntos de muestreo cercanos a los deflectores debajo de estos de manera que sea posible conocer si el nivel de lodo se encuentra cerca de interrumpir la zona de sedimentación. Se ha propuesto además dos puntos de purga, uno en la parte alta de la cámara de digestión en donde los lodos son menos densos y presentan menor actividad microbiana y otra en la parte baja del reactor en donde se acumulan los sólidos inertes que han entrado en el sistema.



### **Filtros Anaerobios:**

Los filtros anaerobios requieren también de actividades de arranque, diarias y especializadas. Se detalla a continuación aspectos referentes a las mencionadas actividades:

#### **Actividades de arranque:**

Para acelerar el arranque de los filtros biológicos se puede disponer en el material filtrante el inóculo usado en el arranque de los reactores UASB. Antes del proceso de arranque se recomienda vaciar el filtro, limpiar las unidades de entrada y distribución y tomar muestras del afluente para analizar sus parámetros principales (DBO, DQO, pH, SST, SSV). Previo al funcionamiento continuo de los filtros, es recomendable dejarlos sin alimentación durante un periodo de 12 a 24 horas de manera que se adapte el inóculo a la temperatura de la zona.

#### **Actividades diarias:**

Al ser el filtro de flujo vertical ascendente, sea acumula agua en la superficie de las unidades y es necesaria una remoción diaria de la capa sobrenadante que se suele formar y que puede impedir el correcto funcionamiento de los reactores.

#### **Actividades especializadas:**

- Ensayos de calidad del afluente y el efluente:

Se proponen las mismas recomendaciones expuestas para los reactores UASB.

- Purga de lodos:

Las partículas de lodo de mayor densidad formadas de los procesos de digestión en el filtro anaerobio se acumulan en la parte baja del reactor (falso fondo). Se recomienda extraer estos lodos debido a que en gran cantidad pueden producir obstrucciones en los dispositivos de entrada y en el material filtrante. Se pueden programar actividades de purga de lodos cada 5 o 6 meses o cuando las pruebas de laboratorio indiquen que los efluentes contienen cantidades considerables de SST.

- Lavado del filtro:

Si un tiempo después de la purga de lodos no se producen efluentes con mejores características, entonces es necesario realizar un lavado del filtro.



Las actividades propuestas para realizar el lavado son las siguientes:

- Suspender la entrada de agua al módulo a lavarse.
- Drenar el agua del filtro y a continuación cerrar la válvula de drenaje.
- Descargar agua limpia a presión en forma descendente desde la parte superior del filtro.
- Drenar el agua de lavado.
- Permitir el ingreso del agua residual.

(Chernicharo C. , 2007)

#### **4.5.3.4 Tratamiento terciario:**

Una lámpara UV debe ser reemplazada luego de aproximadamente 9000 horas de funcionamiento es decir un año de trabajo continuo. Para realizar el reemplazo es necesario desconectar la lámpara de la energía eléctrica y realizar el cambio siguiendo las especificaciones indicadas en el manual de la misma.

Se deben lavar las tuberías por donde circula el fluido con agua a presión conforme sea necesario, generalmente necesitan un lavado con periodicidad anual. Sin embargo, se deben realizar inspecciones diarias con la finalidad de asegurarse que no exista una acumulación de sólidos que interrumpen un correcto funcionamiento de esta tecnología. (INNOVAQUA, 2011)

#### **4.5.3.5 Lechos de secado:**

Los lechos de secado no requieren mayor operación y mantenimiento. El operador debe retirar los lodos una vez que se encuentren totalmente deshidratados. Se debe transportar los lodos deshidratados a un relleno sanitario o acumularlos en un lugar destinado para el efecto.

#### **4.5.4 Control de eficiencia:**

Es importante llevar un registro histórico del comportamiento de las unidades de depuración, de manera que sea posible conocer la eficiencia del sistema en distintos periodos de funcionamiento e identificar posibles eventualidades o anomalías, sus causas y soluciones.

La forma más confiable de establecer la eficiencia de la línea de depuración es mediante determinaciones de laboratorio sanitario de los parámetros principales que



caracterizan las aguas afluentes y efluentes de los módulos, estos parámetros son: DBO, DQO, pH, ST, SST, CF.

Antes de alcanzar un funcionamiento correcto y continuo de la línea de tratamiento, se debe pasar por un periodo de arranque de los reactores de tratamiento primario y secundario; durante este periodo es normal que no se alcancen altas eficiencias de remoción y que los efluentes presenten cantidades significativas de SST. A medida que transcurre el tiempo, la biomasa se debe adaptar y desarrollar en los reactores biológicos (UASB y FAFA) entonces la calidad de los efluentes mejora. El sistema se encuentra estable cuando la eficiencia obtenida de las pruebas de laboratorio es cercana a aquella planteada en el diseño.

Es necesario tener un control continuo de las variaciones de temperatura y pH del agua residual sobre todo en la etapa de arranque de los sistemas debido a que estos parámetros afectan directamente el desarrollo bacteriano y la eficiencia de los tratamientos secundarios.

En función de la actividad microbiana dentro de los reactores, las condiciones ambientales de la zona y las características del agua residual; en un cierto periodo de tiempo se acumulan cantidades grandes de lodos dentro de los reactores biológicos. Se recomienda mantener un registro histórico pues mediante el mismo, se puede conocer con mayor certeza el tiempo que toma el desarrollo de los lodos dentro de los reactores. El exceso de lodos reduce significativamente la eficiencia de remoción de los reactores y la calidad del efluente aumentando su concentración de SST por arrastre de los lodos menos densos. Cuando esto suceda, los reactores anaerobios (UASB y FAFA) se encuentran sobrecargados y es necesario la planificación de una purga de lodos. Después de extraer los lodos en exceso el sistema requiere nuevamente un periodo de estabilización.

Las eficiencias estimadas en la línea de tratamiento de acuerdo a los cálculos de los módulos se presentan en la **tabla 4.5.4.1** Von Sperling (2007) presenta eficiencias estimadas para sistemas de depuración que combinan reactores UASB y filtros anaerobios. James Bolton (2013) estima eficiencias de remoción de patógenos igual a 99.99 % con dosis de UV de 30 mj/cm<sup>2</sup>.



Parámetro a determinar	Reactores UASB		Filtro Biológico		Desinfección	
	Eficiencia (%)	Valor en efluente	Eficiencia (%)	Valor en efluente	Eficiencia (%)	Valor en efluente
Temperatura (°C):	...	> 15	...	> 15	...	> 15
pH:	...	6.0-8.0	...	6.0-8.0	...	6.0-8.0
Alcalinidad total (mg/l):	...	>100	...	>100	...	>100
DBO <sub>5</sub> (mg/l):	> 75	< 25	> 90	< 10	> 90	< 10
SST (mg/l):	> 50	< 60	> 80	< 30	...	< 30
CF (NMP/100 ml):	* La combinación del reactor UASB + Filtro Anaerobio remueve de 1-2 unidades log (von Sperling, 2007)				>99.99	< 2 E+3

**Tabla 4.5.4.1: Eficiencias estimadas de acuerdo al rediseño de los módulos.**



## Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones.

La solución final propuesta implica mejoras en los diferentes módulos o reactores de tratamiento con adecuaciones constructivas y recomendaciones de operación y mantenimiento. Esto con el fin de que todos los elementos que forman parte de la línea de tratamiento cumplan eficientemente con su objetivo dentro del proceso integral. La implementación de soluciones auxiliares temporales la planta ha mejorado las eficiencias de remoción; sin embargo, los módulos principales de tratamiento que son los reactores UASB siguen presentando remociones deficientes y evidentes fallas operacionales, por lo que, son necesarios cambios sustanciales para que estos reactores cumplan con su función dentro del proceso.

La regulación de los caudales de entrada a la PTAR y la correcta limpieza de los módulos de tratamiento primario permiten el funcionamiento normal de los reactores biológicos pues evitan sobrecargas y acumulación de sólidos inertes que interfieren el espacio destinado para el crecimiento de la biomasa de depuración y bloquean el paso del agua residual entrante.

Hasta el momento se ha avanzado notablemente en el conocimiento de la digestión anaerobia y de la tecnología UASB aplicada al tratamiento de aguas residuales domésticas. Sin embargo, queda aún mucho por estudiar y conocer. Los diseños de estos módulos se basan mayormente en relaciones de tipo empíricas que definen ciertos parámetros y estiman porcentajes de remoción y eficiencia. Las características de la zona y de las aguas residuales a tratar varían mucho incluso en un mismo sector, por lo que los parámetros obtenidos de las relaciones empíricas pueden ser bastante diferentes a la realidad. Por esto es necesario un seguimiento continuo de los módulos que permita validar los diseños y comprender de mejor manera los procesos de adaptación y funcionamiento de los módulos implementados en un sector en específico.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Quillopungo es pionera en la utilización de la tecnología UASB a escala real y bajo condiciones de temperatura moderada para tratar aguas residuales domésticas del sector rural del sur del Ecuador. Las experiencias obtenidas en esta planta son excelentes referencias para futuros proyectos de saneamiento en sectores rurales de similares características. Se



recomienda estudiar en reactores piloto el comportamiento de estos reactores bajo diferentes condiciones de temperatura características de distintas zonas rurales del País, debido a que se trata de una tecnología económica y eficaz que podría ser una alternativa real para el tratamiento descentralizado de efluentes domésticos mejorando la calidad de vida de los ecuatorianos.

Las alternativas de solución planteadas referentes al pulido del efluente de los reactores UASB están también en constante desarrollo e investigación. En un futuro, si se conoce a mayor detalle sus procesos de diseño, funcionamiento, costos y eficiencia, podrían remplazar los convencionales filtros anaerobios de flujo ascendente existentes en la planta de Quilopungo. La aplicación de la tecnología DHS podría ser una solución acertada.

La remoción de patógenos es limitada en procesos anaerobios por lo que es necesaria la aplicación de un sistema de desinfección. Si los módulos de tratamiento primario y secundario funcionan adecuadamente sus efluentes deben presentar baja turbiedad, que es una condición necesaria para aplicar un proceso de desinfección que reduzca efectivamente la concentración de microorganismos patógenos. El uso de lámparas UV es una excelente alternativa de desinfección que requiere únicamente de energía eléctrica para su funcionamiento, la potencia que requiere (aproximadamente 35W) no es mayor que la que se usa en aparatos eléctricos comunes por ejemplo refrigeradores; el uso de esta tecnología no ha reportado riesgos de formación de sustancias tóxicas como los trihalometanos que pueden generarse cuando se utiliza la cloración en efluentes con concentraciones de materia orgánica. La inversión en tecnología UV es ventajosa para la PTAR Quilopungo porque además de asegurar la prevención de la proliferación de enfermedades intestinales, cumpliría con las normas de calidad descritas en el TULSMA con respecto a la utilización de estos efluentes en actividades de riego necesarias en una zona agrícola con deficientes fuentes aptas para consumo humano que es El Valle.

Es necesario que los pobladores de la zona servida por la PTAR de Quilopungo tengan conocimiento sobre el rol que cumplen dentro de la comunidad y de la importancia que tiene contar con un sistema de saneamiento para su desarrollo y mejoramiento de su calidad de vida. Se pretende así, desarrollar una conciencia en la comunidad que ayude al cuidado y mantenimiento de la PTAR evitando situaciones que provoquen problemas operacionales en la PTAR como: conexiones ilícitas, vertido



de residuos sólidos en el sistema de alcantarillado, descargas de sustancias concentradas provenientes de pequeñas industrias, etc.

Además de realizar un seguimiento del funcionamiento y eficiencia de los módulos de la PTAR, es recomendable estudiar cada cierto tiempo el comportamiento de las comunidades: sus cambios en costumbres, su crecimiento poblacional y sobretodo analizar las mejoras logradas en la calidad de vida de los habitantes.



“ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO”

1 ENCUESTA # \_\_\_\_\_ FECHA: DIA \_\_\_\_\_ MES \_\_\_\_\_ AÑO: 2016

2 PARROQUIA: **El Valle** SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: \_\_\_\_\_

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) PRIMARIA	(4) _____	SECUNDARIA
(2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) _____	UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) _____	NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) AGRICOLA  
(2) PESCA Y/O GANADERA  
(3) COMERCIAL  
(4) ARTESANAL  
(5) SERVIDOR PUBLICO  
(6) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? 

SI	NO
----	----

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? 

SI	NO
----	----

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE \_\_\_\_\_ US\$ Y ALCANTARILLADO? \_\_\_\_\_

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) MENOS DE \$1  
(2) DE \$1 A \$5  
(3) DE \$5 A \$10  
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) FOSA SÉPTICA/POZO  
(2) QUEBRADA/RÍO  
(3) CIELO ABIERTO  
(4) LOS ENTIERRA  
(5) OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

	SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea	<input type="checkbox"/>				
Cólera	<input type="checkbox"/>				
Amebiasis - Dolor de estomago	<input type="checkbox"/>				
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>				
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>				
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>				
Otras: _____	<input type="checkbox"/>				

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO  
(2) ABASTECIMIENTO  
(3) CUIDADO DE ANIMALES  
(4) RECREACIONAL  
(5) OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA 

SI	NO
----	----

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? 

SI	NO
----	----

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Anexo 3.1 Modelo de encuesta realizada y encuestas:

Irene Alejandra Ordóñez Guzmán  
Ana Marcela Palacios Rosales



Encuestas:

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 1 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 4

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) PRIMARIA	(4) SECUNDARIA
(2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> AGRICOLA
(2) PESCA Y/O GANADERA
(3) COMERCIAL
(4) ARTESANAL
(5) SERVIDOR PUBLICO
(6) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ \_\_\_\_\_

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> MENOS DE \$1
(2) DE \$1 A \$5
(3) DE \$5 A \$10
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> FOSA SÉPTICA/POZO
(2) QUEBRADA/ RÍO
(3) CIELO ABIERTO
(4) LOS ENTERRA
(5) OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Amibiasis - Dolor de estomago	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Otras:				

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO	(4) RECREACIONAL
(2) ABASTECIMIENTO	(5) OTRO: _____
(3) CUIDADO DE ANIMALES	

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Paco Villca

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 2 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 4

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) SECUNDARIA
(2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) AGRICOLA
(2) PESCA Y/O GANADERA
(3) COMERCIAL
(4) ARTESANAL
(5) SERVIDOR PUBLICO
(6) <input checked="" type="checkbox"/> INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 5

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) MENOS DE \$1
(2) DE \$1 A \$5
(3) DE \$5 A \$10
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) FOSA SÉPTICA/POZO
(2) QUEBRADA/ RÍO
(3) CIELO ABIERTO
(4) LOS ENTERRA
(5) OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Amibiasis - Dolor de estomago	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Otras:				

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO	(4) RECREACIONAL
(2) ABASTECIMIENTO	(5) OTRO: _____
(3) CUIDADO DE ANIMALES	

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: María Tacari

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 3 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 3  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLOGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4) ARTESANAL  
 (5) SERVIDOR PUBLICO  
 (6) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 8-10

10 ¿ESTARIA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MAS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SEPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RIO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERIA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Patricia Guzman  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 4 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLOGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (4) ARTESANAL  
 (5) SERVIDOR PUBLICO  
 (6) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 20

10 ¿ESTARIA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MAS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SEPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RIO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERIA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Yilda Loja  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 5 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: calle de la planta  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 2  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 20  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI  NO   
 Cólera SI  NO   
 Amebiasis - Dolor de estomago SI  NO   
 Infecciones parasitarias SI  NO   
 Irritación de ojos y nariz SI  NO   
 Afecciones a la piel o dientes SI  NO   
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Darwin Jacari  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 6 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Cra. Lince  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 4  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5)  UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 13  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI  NO   
 Cólera SI  NO   
 Amebiasis - Dolor de estomago SI  NO   
 Infecciones parasitarias SI  NO   
 Irritación de ojos y nariz SI  NO   
 Afecciones a la piel o dientes SI  NO   
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Madina Ugocay  
 20 OBSERVACIONES: Sistema Negro (Agua Negra)



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

ENCUESTA # 18 FECHA: DIA 4 MES octubre AÑO: 2016

PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

DIRECCION CALLE: Quilolagan

NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 15

¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) _____ SECUNDARIA
(2) _____ TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) _____ UNIV 3er NIVEL
(3) _____ UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) _____ NINGUNO

¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) _____ AGRICOLA	(2) _____ PESCA Y/O GANADERA	(3) _____ COMERCIAL	(4) _____ ARTESANAL	(5) _____ SERVIDOR PUBLICO	(6) <input checked="" type="checkbox"/> INFORMAL
--------------------	------------------------------	---------------------	---------------------	----------------------------	--

¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO

¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO

EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO?  SI  NO

US\$ 6

¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO

SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) _____ MENOS DE \$1	(2) _____ DE \$1 A \$5	(3) _____ DE \$5 A \$10	(4) _____ MÁS DE \$10
------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> FOSA SÉPTICA/POZO	(2) _____ QUEBRADA/RÍO	(3) _____ CIELO ABIERTO	(4) _____ LOS ENTIERRO	(5) _____ OTRO: _____
---	------------------------	-------------------------	------------------------	-----------------------

¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?

SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO

SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) _____ RIEGO	(2) _____ ABASTECIMIENTO	(3) _____ CUIDADO DE ANIMALES	(4) _____ RECREACIONAL	(5) _____ OTRO: _____
-----------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------	-----------------------

¿CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA?  SI  NO

¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO

¿CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA?  SI  NO

NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

ENCUESTA # 18 FECHA: DIA 4 MES octubre AÑO: 2016

PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

DIRECCION CALLE: Quilolagan

NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 15

¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) _____ SECUNDARIA
(2) _____ TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) _____ UNIV 3er NIVEL
(3) _____ UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) _____ NINGUNO

¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) _____ AGRICOLA	(2) _____ PESCA Y/O GANADERA	(3) _____ COMERCIAL	(4) _____ ARTESANAL	(5) _____ SERVIDOR PUBLICO	(6) <input checked="" type="checkbox"/> INFORMAL
--------------------	------------------------------	---------------------	---------------------	----------------------------	--

¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO

¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO

EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO?  SI  NO

US\$ 6

¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO

SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) _____ MENOS DE \$1	(2) _____ DE \$1 A \$5	(3) _____ DE \$5 A \$10	(4) _____ MÁS DE \$10
------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> FOSA SÉPTICA/POZO	(2) _____ QUEBRADA/RÍO	(3) _____ CIELO ABIERTO	(4) _____ LOS ENTIERRO	(5) _____ OTRO: _____
---	------------------------	-------------------------	------------------------	-----------------------

¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?

SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO

SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) _____ RIEGO	(2) _____ ABASTECIMIENTO	(3) _____ CUIDADO DE ANIMALES	(4) _____ RECREACIONAL	(5) _____ OTRO: _____
-----------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------	-----------------------

¿CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA?  SI  NO

¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO

¿CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA?  SI  NO

NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 9 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Guadalupe y

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2) \_\_\_\_\_ TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3) \_\_\_\_\_ UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ AGRICOLA  
 (2) \_\_\_\_\_ PESCA Y/O GANADERA  
 (3) \_\_\_\_\_ COMERCIAL  
 (4) \_\_\_\_\_ ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6) \_\_\_\_\_ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 8

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3) \_\_\_\_\_ DE \$5 A \$10  
 (4) \_\_\_\_\_ MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) \_\_\_\_\_ FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) \_\_\_\_\_ QUEBRADA/ RÍO  
 (3) \_\_\_\_\_ CIELO ABIERTO  
 (4) \_\_\_\_\_ LOS ENTERRA  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Cólera SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago SI  NO \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias SI  NO \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz SI  NO \_\_\_\_\_  
 Afeciones a la piel o dientes SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_

No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD
5	red	50

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) \_\_\_\_\_ RIEGO  
 (2) \_\_\_\_\_ ABASTECIMIENTO  
 (3) \_\_\_\_\_ CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) \_\_\_\_\_ RECREACIONAL  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO \_\_\_\_\_  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Sergio Sany  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 10 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Tobacocha Alto

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2) \_\_\_\_\_ TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3) \_\_\_\_\_ UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) \_\_\_\_\_ PESCA Y/O GANADERA  
 (3) \_\_\_\_\_ COMERCIAL  
 (4) \_\_\_\_\_ ARTESANAL  
 (5) \_\_\_\_\_ SERVIDOR PUBLICO  
 (6) \_\_\_\_\_ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 2

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3) \_\_\_\_\_ DE \$5 A \$10  
 (4) \_\_\_\_\_ MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) \_\_\_\_\_ QUEBRADA/ RÍO  
 (3) \_\_\_\_\_ CIELO ABIERTO  
 (4) \_\_\_\_\_ LOS ENTERRA  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Cólera SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago SI \_\_\_\_\_ NO   
 Infecciones parasitarias SI \_\_\_\_\_ NO   
 Irritación de ojos y nariz SI \_\_\_\_\_ NO   
 Afeciones a la piel o dientes SI \_\_\_\_\_ NO   
 Otras: \_\_\_\_\_

No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS
-----------	-----------------	--------

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) \_\_\_\_\_ RIEGO  
 (2) \_\_\_\_\_ ABASTECIMIENTO  
 (3) \_\_\_\_\_ CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) \_\_\_\_\_ RECREACIONAL  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO \_\_\_\_\_  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jessica Poble  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 11 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Independencia  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5)  UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6)  NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (5)  ARTESANAL  
 (6)  SERVIDOR PUBLICO  
 (7)  INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 6  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 Sí NO  
 Tifoides    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Genaro Guzman  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 12 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Independencia  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5)  UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6)  NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (5)  ARTESANAL  
 (6)  SERVIDOR PUBLICO  
 (7)  INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI \_\_\_\_\_ NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ \_\_\_\_\_  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: respetando normas  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 Sí NO  
 Tifoides    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Asesora Chacota  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 13 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quilopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 2  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (5) ARTESANAL  
 (6) SERVIDOR PUBLICO  
 (7) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, ¿CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 3  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Salome  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 14 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Centro Bursual  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 7  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (5) ARTESANAL  
 (6) SERVIDOR PUBLICO  
 (7) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, ¿CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 2  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Luis San  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 15 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Catalpa

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 10

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) _____ SECUNDARIA
(2) _____ TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) _____ UNIV 3er NIVEL
(3) _____ UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) _____ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> AGRICOLA
(2) _____ PESCA Y/O GANADERA
(3) _____ COMERCIAL
(4) _____ ARTESANAL
(5) _____ SERVIDOR PUBLICO
(6) _____ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 3

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) _____ MENOS DE \$1
(2) <input checked="" type="checkbox"/> DE \$1 A \$5
(3) _____ DE \$5 A \$10
(4) _____ MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> FOSA SÉPTICA/POZO
(2) _____ QUEBRADA/ RÍO
(3) _____ CIELO ABIERTO
(4) _____ LOS ENTIERRA
(5) _____ OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

	SI	NO					
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD		
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Amebiasis - Dolor de estomago	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				1	6/3 años
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				1	cont.
Irritación de ojos y nariz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Otras:							

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) _____ RIEGO
(2) _____ ABASTECIMIENTO
(3) _____ CUIDADO DE ANIMALES
(4) _____ RECREACIONAL
(5) _____ OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO \_\_\_\_\_

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO \_\_\_\_\_

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Julia

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 16 FECHA: DIA 07 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Catalpa

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 1

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) _____ SECUNDARIA
(2) _____ TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) _____ UNIV 3er NIVEL
(3) _____ UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) _____ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) _____ AGRICOLA
(2) _____ PESCA Y/O GANADERA
(3) _____ COMERCIAL
(4) _____ ARTESANAL
(5) _____ SERVIDOR PUBLICO
(6) _____ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 5

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) _____ MENOS DE \$1
(2) _____ DE \$1 A \$5
(3) _____ DE \$5 A \$10
(4) _____ MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) _____ FOSA SÉPTICA/POZO
(2) _____ QUEBRADA/ RÍO
(3) _____ CIELO ABIERTO
(4) _____ LOS ENTIERRA
(5) _____ OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

	SI	NO					
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD		
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Amebiasis - Dolor de estomago	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Otras:							

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO \_\_\_\_\_

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) _____ RIEGO
(2) _____ ABASTECIMIENTO
(3) <input checked="" type="checkbox"/> CUIDADO DE ANIMALES
(4) _____ RECREACIONAL
(5) _____ OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO \_\_\_\_\_

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO \_\_\_\_\_

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Marlon Javari Sain

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"

1 ENCUESTA # 17 FECHA: DIA 9 MES Octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: Gualaceay BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Av. Antonio Castro Gualaceay

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 2

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2) \_\_\_\_\_ TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3) \_\_\_\_\_ UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ AGRICOLA  
 (2) \_\_\_\_\_ PESCA Y/O GANADERA  
 (3) \_\_\_\_\_ COMERCIAL  
 (4) \_\_\_\_\_ ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6) \_\_\_\_\_ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 4

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ MENOS DE \$1  
 (2) \_\_\_\_\_ DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4) \_\_\_\_\_ MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) \_\_\_\_\_ FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) \_\_\_\_\_ QUEBRADA/ RÍO  
 (3) \_\_\_\_\_ CIELO ABIERTO  
 (4) \_\_\_\_\_ LOS ENTIERRA  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_

	No. Veces	Hizo que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea			
Cólera			
Amebiasis - Dolor de estomago	<u>7</u>		
Infecciones parasitarias			
Irritación de ojos y nariz			
Afecciones a la piel o dientes			
Otras:			

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO \_\_\_\_\_  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) \_\_\_\_\_ RIEGO  
 (2) \_\_\_\_\_ ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) \_\_\_\_\_ RECREACIONAL  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO \_\_\_\_\_  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Manuel Aguiza  
 20 OBSERVACIONES: Trabaja de reparar la planta de la planta de aguas residuales

"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"

1 ENCUESTA # 18 FECHA: DIA 09 MES Octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: Buelabuy BARRIO: Buelabuy  
 3 DIRECCION CALLE: Buelabuy

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 11

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2) \_\_\_\_\_ TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3) \_\_\_\_\_ UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3) \_\_\_\_\_ COMERCIAL  
 (4) \_\_\_\_\_ ARTESANAL  
 (5) \_\_\_\_\_ SERVIDOR PUBLICO  
 (6) \_\_\_\_\_ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 6

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ MENOS DE \$1  
 (2) \_\_\_\_\_ DE \$1 A \$5  
 (3) \_\_\_\_\_ DE \$5 A \$10  
 (4) \_\_\_\_\_ MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) \_\_\_\_\_ FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) \_\_\_\_\_ QUEBRADA/ RÍO  
 (3) \_\_\_\_\_ CIELO ABIERTO  
 (4) \_\_\_\_\_ LOS ENTIERRA  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea    
 Cólera    
 Amebiasis - Dolor de estomago    
 Infecciones parasitarias    
 Irritación de ojos y nariz    
 Afecciones a la piel o dientes    
 Otras: \_\_\_\_\_

	No. Veces	Hizo que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea			
Cólera			
Amebiasis - Dolor de estomago	<u>2</u>	<u>10</u>	
Infecciones parasitarias	<u>3</u>	<u>10</u>	<u>50</u>
Irritación de ojos y nariz			
Afecciones a la piel o dientes			
Otras:			

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO \_\_\_\_\_  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) \_\_\_\_\_ RIEGO  
 (2) \_\_\_\_\_ ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) \_\_\_\_\_ RECREACIONAL  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO \_\_\_\_\_  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Manuel Antonio Amado Acpi  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 19 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Cuaculay

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) PRIMARIA	(4) SECUNDARIA
(2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) AGRICOLA
(2) PESCA Y/O GANADERA
(3) COMERCIAL
(4) ARTESANAL
(5) SERVIDOR PUBLICO
(6) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 5

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?

(1) MENOS DE \$1
(2) DE \$1 A \$5
(3) DE \$5 A \$10
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) FOSA SÉPTICA/POZO
(2) QUEBRADA/RÍO
(3) CIELO ABIERTO
(4) LOS ENTIERRA
(5) OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?

Tifoidea	SI	NO	No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD
Cólera					
Amebiasis - Dolor de estomago					
Infecciones parasitarias					
Irritación de ojos y nariz					
Afecciones a la piel o dientes					
Otras:					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO
(2) ABASTECIMIENTO
(3) CUIDADO DE ANIMALES
(4) RECREACIONAL
(5) OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA? SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA? SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 20 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Arbitray cañita

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) PRIMARIA	(4) SECUNDARIA
(2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) AGRICOLA
(2) PESCA Y/O GANADERA
(3) COMERCIAL
(4) ARTESANAL
(5) SERVIDOR PUBLICO
(6) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 3,50

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?

(1) MENOS DE \$1
(2) DE \$1 A \$5
(3) DE \$5 A \$10
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) FOSA SÉPTICA/POZO
(2) QUEBRADA/RÍO
(3) CIELO ABIERTO
(4) LOS ENTIERRA
(5) OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?

Tifoidea	SI	NO	No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD
Cólera					
Amebiasis - Dolor de estomago					
Infecciones parasitarias					
Irritación de ojos y nariz					
Afecciones a la piel o dientes					
Otras:					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO
(2) ABASTECIMIENTO
(3) CUIDADO DE ANIMALES
(4) RECREACIONAL
(5) OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA? SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA? SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Leilisa B. Luciano Dujon

20 OBSERVACIONES: mejorar de parte la empresa Cuenca ya que es su deber



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 21 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Central

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 4  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (4) ARTESANAL  
 (5) SERVIDOR PUBLICO (6)   
 (7) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO Por el NERO  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ \_\_\_\_\_

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRO  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea  
 Cólera  
 Amebiasis - Dolor de estomago  
 Infecciones parasitarias  
 Irritación de ojos y nariz  
 Afecciones a la piel o dientes  
 Otras: no (50)

	SI	NO	Nc. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea					
Cólera					
Amebiasis - Dolor de estomago					
Infecciones parasitarias					
Irritación de ojos y nariz					
Afecciones a la piel o dientes					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Elián  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 22 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Piña Central

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (4) ARTESANAL  
 (5) SERVIDOR PUBLICO (6)   
 (7) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 15

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRO  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea  
 Cólera  
 Amebiasis - Dolor de estomago  
 Infecciones parasitarias  
 Irritación de ojos y nariz  
 Afecciones a la piel o dientes  
 Otras: \_\_\_\_\_

	SI	NO	Nc. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Tifoidea					
Cólera					
Amebiasis - Dolor de estomago					
Infecciones parasitarias					
Irritación de ojos y nariz					
Afecciones a la piel o dientes					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"

1 ENCUESTA # 23 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 7  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2) \_\_\_\_\_ TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3) \_\_\_\_\_ UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) \_\_\_\_\_ PESCA Y/O GANADERA  
 (3) \_\_\_\_\_ COMERCIAL  
 (4) \_\_\_\_\_ ARTESANAL  
 (5) \_\_\_\_\_ SERVIDOR PUBLICO  
 (6) \_\_\_\_\_ INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 10  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3) \_\_\_\_\_ DE \$5 A \$10  
 (4) \_\_\_\_\_ MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) \_\_\_\_\_ FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) \_\_\_\_\_ QUEBRADA/ RÍO  
 (3) \_\_\_\_\_ CIELO ABIERTO  
 (4) \_\_\_\_\_ LOS ENTERRA  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ GASTOS USD \_\_\_\_\_  
 Cólera SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) \_\_\_\_\_ RIEGO  
 (2) \_\_\_\_\_ ABASTECIMIENTO  
 (3) \_\_\_\_\_ CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) \_\_\_\_\_ RECREACIONAL  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Los Valle  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"

1 ENCUESTA # 24 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Finca Chuspa  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 7  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2) \_\_\_\_\_ TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3) \_\_\_\_\_ UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) \_\_\_\_\_ PESCA Y/O GANADERA  
 (3) \_\_\_\_\_ COMERCIAL  
 (4) \_\_\_\_\_ ARTESANAL  
 (5) \_\_\_\_\_ SERVIDOR PUBLICO  
 (6) \_\_\_\_\_ INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO \_\_\_\_\_  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 4  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) \_\_\_\_\_ MENOS DE \$1  
 (2) \_\_\_\_\_ DE \$1 A \$5  
 (3) \_\_\_\_\_ DE \$5 A \$10  
 (4) \_\_\_\_\_ MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) \_\_\_\_\_ FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) \_\_\_\_\_ QUEBRADA/ RÍO  
 (3) \_\_\_\_\_ CIELO ABIERTO  
 (4) \_\_\_\_\_ LOS ENTERRA  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI \_\_\_\_\_ NO  GASTOS USD \_\_\_\_\_  
 Cólera SI \_\_\_\_\_ NO   
 Amebiasis - Dolor de estomago SI \_\_\_\_\_ NO   
 Infecciones parasitarias SI \_\_\_\_\_ NO   
 Irritación de ojos y nariz SI \_\_\_\_\_ NO   
 Afecciones a la piel o dientes SI \_\_\_\_\_ NO   
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) \_\_\_\_\_ RIEGO  
 (2) \_\_\_\_\_ ABASTECIMIENTO  
 (3) \_\_\_\_\_ CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) \_\_\_\_\_ RECREACIONAL  
 (5) \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI \_\_\_\_\_ NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO \_\_\_\_\_  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Los Valle  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 25 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) AGRICOLA (2) PESCA Y/O GANADERA (3) COMERCIAL (4) ARTESANAL (5) SERVIDOR PUBLICO (6) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ \_\_\_\_\_  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1 (2)  DE \$1 A \$5 (3) DE \$5 A \$10 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO (2) QUEBRADA/ RÍO (3) CIELO ABIERTO (4) LOS ENTIERRA (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI NO   
 Cólera SI NO   
 Amebiasis - Dolor de estomago SI NO   
 Infecciones parasitarias SI NO   
 Irritación de ojos y nariz SI NO   
 Afecciones a la piel o dientes SI NO   
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO (2) ABASTECIMIENTO (3) CUIDADO DE ANIMALES (4) RECREACIONAL (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: María Paz  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 26 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 3  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA (2) PESCA Y/O GANADERA (3) COMERCIAL (4) ARTESANAL (5) SERVIDOR PUBLICO (6) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 47  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1 (2) DE \$1 A \$5 (3) DE \$5 A \$10 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO (2) QUEBRADA/ RÍO (3) CIELO ABIERTO (4) LOS ENTIERRA (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea SI NO   
 Cólera SI NO   
 Amebiasis - Dolor de estomago SI NO   
 Infecciones parasitarias SI NO   
 Irritación de ojos y nariz SI NO   
 Afecciones a la piel o dientes SI NO   
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO (2) ABASTECIMIENTO (3) CUIDADO DE ANIMALES (4) RECREACIONAL (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 27 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Kramco

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 6

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MÁS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI NO GASTOS USD  
 Tifoidea \_\_\_\_\_  
 Cólera \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 No. Veces \_\_\_\_\_ Hago que tiempo \_\_\_\_\_

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 28 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 2

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MÁS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI NO GASTOS USD  
 Tifoidea \_\_\_\_\_  
 Cólera \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 No. Veces \_\_\_\_\_ Hago que tiempo \_\_\_\_\_

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 29 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quilopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA (4)  SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (4) ARTESANAL  
 (5) SERVIDOR PUBLICO  
 (6) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ \_\_\_\_\_  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI  NO   
 Tifoidea \_\_\_\_\_  
 Cólera \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz  \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 GASTOS USD  

No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
1	mes	20

 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 30 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quilopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: \_\_\_\_\_  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) SECUNDARIA  
 (2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (4) ARTESANAL  
 (5) SERVIDOR PUBLICO  
 (6) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 3  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI  NO   
 Tifoidea \_\_\_\_\_  
 Cólera \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias  \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 GASTOS USD  

No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
constante		10

 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 31      FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle      SECTOR:      BARRIO:        
 3 DIRECCION CALLE: Quilpano  
 4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 2  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA      (4) SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL      (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL      (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (5) ARTESANAL  
 (6) SERVIDOR PUBLICO  
 (7) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?      SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?      SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO?      US\$ 2  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?      SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2) DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO:   
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  

	SI	NO	No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Amebiasis - Dolor de estomago	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Otras:					

 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?      SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO:   
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA      SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?      SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA      SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO:   
 20 OBSERVACIONES:

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 32      FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle      SECTOR:      BARRIO:        
 3 DIRECCION CALLE: Quilpano  
 4 NUMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 3  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1) PRIMARIA      (4) SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL      (5) UNIV 3er NIVEL  
 (3) UNIV 4to o 5to NIVEL      (6) NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2) PESCA Y/O GANADERA  
 (3) COMERCIAL  
 (5) ARTESANAL  
 (6) SERVIDOR PUBLICO  
 (7) INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?      SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?      SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO?      US\$   
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?      SI  NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1) MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3) DE \$5 A \$10  
 (4) MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1) FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2) QUEBRADA/ RÍO  
 (3) CIELO ABIERTO  
 (4) LOS ENTIERRA  
 (5) OTRO:   
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  

	SI	NO	No. Veces	Hace qué tiempo	GASTOS USD
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Amebiasis - Dolor de estomago	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Otras:					

 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?      SI  NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1) RIEGO  
 (2) ABASTECIMIENTO  
 (3) CUIDADO DE ANIMALES  
 (4) RECREACIONAL  
 (5) OTRO:   
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA      SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?      SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA      SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO:   
 20 OBSERVACIONES:



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 33 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Calle de la Virgen

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) PRIMARIA	(4) SECUNDARIA
(2) <input checked="" type="checkbox"/> TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> AGRICOLA
(2) PESCA Y/O GANADERA
(3) COMERCIAL
(5) ARTESANAL
(6) SERVIDOR PUBLICO
(7) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 4

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) MENOS DE \$1
(2) DE \$1 A \$5
(3) <input checked="" type="checkbox"/> DE \$5 A \$10
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) FOSA SÉPTICA/POZO
(2) QUEBRADA/ RÍO
(3) CIELO ABIERTO
(4) LOS ENTIERRA
(5) OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

Tifoidea	SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Cólera					
Amebiasis - Dolor de estomago					
Infecciones parasitarias					
Irritación de ojos y nariz					
Afecciones a la piel o dientes					
Otras:					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO
(2) ABASTECIMIENTO
(3) CUIDADO DE ANIMALES
(4) RECREACIONAL
(5) OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA?  SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA?  SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 34 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Cañalcañ

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 3

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) SECUNDARIA
(2) TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) UNIV 3er NIVEL
(3) UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> AGRICOLA
(2) PESCA Y/O GANADERA
(3) COMERCIAL
(5) ARTESANAL
(6) SERVIDOR PUBLICO
(7) INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 5

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> MENOS DE \$1
(2) DE \$1 A \$5
(3) DE \$5 A \$10
(4) MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) FOSA SÉPTICA/POZO
(2) QUEBRADA/ RÍO
(3) CIELO ABIERTO
(4) LOS ENTIERRA
(5) OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

Tifoidea	SI	NO	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Cólera					
Amebiasis - Dolor de estomago	<input checked="" type="checkbox"/>		4	constantemente	USD
Infecciones parasitarias					
Irritación de ojos y nariz					
Afecciones a la piel o dientes					
Otras:					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) RIEGO
(2) ABASTECIMIENTO
(3) CUIDADO DE ANIMALES
(4) RECREACIONAL
(5) OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA?  SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO

18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA?  SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 35 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 6

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO?  SI  NO  
 US\$ 3

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MÁS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea  
 Cólera  
 Amebiasis - Dolor de estomago  
 Infecciones parasitarias  
 Irritación de ojos y nariz  
 Afecciones a la piel o dientes  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 No. Veces Hace que tiempo GASTOS USD

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA  SI  NO  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA  SI  NO  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 36 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 4

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO?  SI  NO  
 US\$ 4

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MÁS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 SI NO  
 Tifoidea  
 Cólera  
 Amebiasis - Dolor de estomago  
 Infecciones parasitarias  
 Irritación de ojos y nariz  
 Afecciones a la piel o dientes  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 No. Veces Hace que tiempo GASTOS USD

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA  SI  NO  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA  SI  NO  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 34 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo BARRIO: \_\_\_\_\_

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 7

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (5)  ARTESANAL  
 (6)  SERVIDOR PUBLICO  
 (7)  INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 2

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea  SI  NO  
 Cólera  SI  NO  
 Amebiasis - Dolor de estomago  SI  NO  
 Infecciones parasitarias  SI  NO  
 Irritación de ojos y nariz  SI  NO  
 Afecciones a la piel o dientes  SI  NO  
 Otras: \_\_\_\_\_

No. Veces	Hizo que tiempo	GASTOS USD

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA  SI  NO  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA  SI  NO  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 38 FECHA: DIA 09 MES Octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: Budabara  
 3 DIRECCION CALLE: Budabara BARRIO: Budabara

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 4

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (5)  ARTESANAL  
 (6)  SERVIDOR PUBLICO  
 (7)  INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE?  SI  NO  
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO?  SI  NO  
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 5

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO?  SI  NO  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10

12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?  
 Tifoidea  SI  NO  
 Cólera  SI  NO  
 Amebiasis - Dolor de estomago  SI  NO  
 Infecciones parasitarias  SI  NO  
 Irritación de ojos y nariz  SI  NO  
 Afecciones a la piel o dientes  SI  NO  
 Otras: \_\_\_\_\_

No. Veces	Hizo que tiempo	GASTOS USD

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA?  SI  NO  
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA  SI  NO  
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO?  SI  NO  
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA  SI  NO  
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Marcel José Cabeza Aguirre  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 39 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 5  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 3  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO   
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Tifoidea \_\_\_\_\_ GASTOS USD \_\_\_\_\_  
 Cólera \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 40 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016  
 2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_  
 3 DIRECCION CALLE: Quillopungo  
 4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 2  
 5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  PRIMARIA (4) \_\_\_\_\_ SECUNDARIA  
 (2)  TECNOLÓGICO / ARTESANAL (5) \_\_\_\_\_ UNIV 3er NIVEL  
 (3)  UNIV 4to o 5to NIVEL (6) \_\_\_\_\_ NINGUNO  
 6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?  
 (1)  AGRICOLA  
 (2)  PESCA Y/O GANADERA  
 (3)  COMERCIAL  
 (4)  ARTESANAL  
 (5)  SERVIDOR PUBLICO  
 (6)  INFORMAL  
 7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO   
 8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO   
 9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 5  
 10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI  NO \_\_\_\_\_  
 11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?  
 (1)  MENOS DE \$1  
 (2)  DE \$1 A \$5  
 (3)  DE \$5 A \$10  
 (4)  MÁS DE \$10  
 12 ¿EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?  
 (1)  FOSA SÉPTICA/POZO  
 (2)  QUEBRADA/ RÍO  
 (3)  CIELO ABIERTO  
 (4)  LOS ENTIERRA  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANEAMIENTO?  
 SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Tifoidea \_\_\_\_\_ GASTOS USD \_\_\_\_\_  
 Cólera \_\_\_\_\_  
 Amebiasis - Dolor de estomago \_\_\_\_\_  
 Infecciones parasitarias \_\_\_\_\_  
 Irritación de ojos y nariz \_\_\_\_\_  
 Afecciones a la piel o dientes \_\_\_\_\_  
 Otras: \_\_\_\_\_  
 14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO   
 15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?  
 (1)  RIEGO  
 (2)  ABASTECIMIENTO  
 (3)  CUIDADO DE ANIMALES  
 (4)  RECREACIONAL  
 (5)  OTRO: \_\_\_\_\_  
 16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA SI  NO   
 17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO   
 18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA SI  NO   
 19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_  
 20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**"ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA QUEBRADA QUE SIRVE DE CUERPO RECEPTOR DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE QUILLOPUNGO"**

1 ENCUESTA # 91 FECHA: DIA 9 MES octubre AÑO: 2016

2 PARROQUIA: El Valle SECTOR: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_

3 DIRECCION CALLE: Quilokay Centro

4 NÚMERO DE PERSONAS EN EL HOGAR: 1

5 ¿QUÉ NIVEL DE EDUCACION POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> PRIMARIA	(4) _____ SECUNDARIA
(2) _____ TECNOLÓGICO / ARTESANAL	(5) _____ UNIV 3er NIVEL
(3) _____ UNIV 4to o 5to NIVEL	(6) _____ NINGUNO

6 ¿QUÉ ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL POSEE EL JEFE/JEFA DE HOGAR?

(1) <input checked="" type="checkbox"/> AGRICOLA
(2) _____ PESCA Y/O GANADERA
(3) _____ COMERCIAL
(5) _____ ARTESANAL
(6) _____ SERVIDOR PUBLICO
(7) _____ INFORMAL

7 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE? SI  NO

8 ¿DISPONE SU VIVIENDA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO? SI  NO

9 EN CASO DE DISPONER, CUAL ES EL COSTO MENSUAL QUE PAGAN POR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO? US\$ 4

10 ¿ESTARÍA UD. DISPUESTO A PAGAR MENSUALMENTE UN VALOR ADICIONAL PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO? SI \_\_\_\_\_ NO

11 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (10) ES SI ¿CUANTO MAS ESTARIA DISPUESTO A PAGAR?

(1) _____ MENOS DE \$1
(2) _____ DE \$1 A \$5
(3) _____ DE \$5 A \$10
(4) _____ MÁS DE \$10

12 EN CASO DE NO DISPONER CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMO ELIMINA LAS AGUAS SERVIDAS?

(1) _____ FOSA SÉPTICA/POZO
(2) _____ QUEBRADA/ RÍO
(3) _____ CIELO ABIERTO
(4) _____ LOS ENTIERRA
(5) _____ OTRO: _____

13 ¿SUFREN O HAN SUFRIDO ÚLTIMAMENTE ALGUNA ENFERMEDAD DEBIDO A LA FALTA DE HIGIENE Y SANAMIENTO?

	SI	NO			
Tifoidea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Veces	Hace que tiempo	GASTOS USD
Cólera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Amebiasis - Dolor de estomago	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Infecciones parasitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Irritación de ojos y nariz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Afecciones a la piel o dientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Otras:					

14 ¿REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD EN LA QUEBRADA? SI \_\_\_\_\_ NO

15 SI LA RESPUESTA A LA PREGUNTA (14) ES SI ¿QUÉ TIPO DE USO LE DA A LA QUEBRADA?

(1) _____ RIEGO
(2) _____ ABASTECIMIENTO
(3) _____ CUIDADO DE ANIMALES
(4) _____ RECREACIONAL
(5) _____ OTRO: _____

16 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA SE ENCUENTRA CONTAMINADA? SI  NO

17 ¿HA SENTIDO USTED MOLESTIAS POR OLORES PROVENIENTES DE LA QUEBRADA O DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUILLOPUNGO? SI  NO

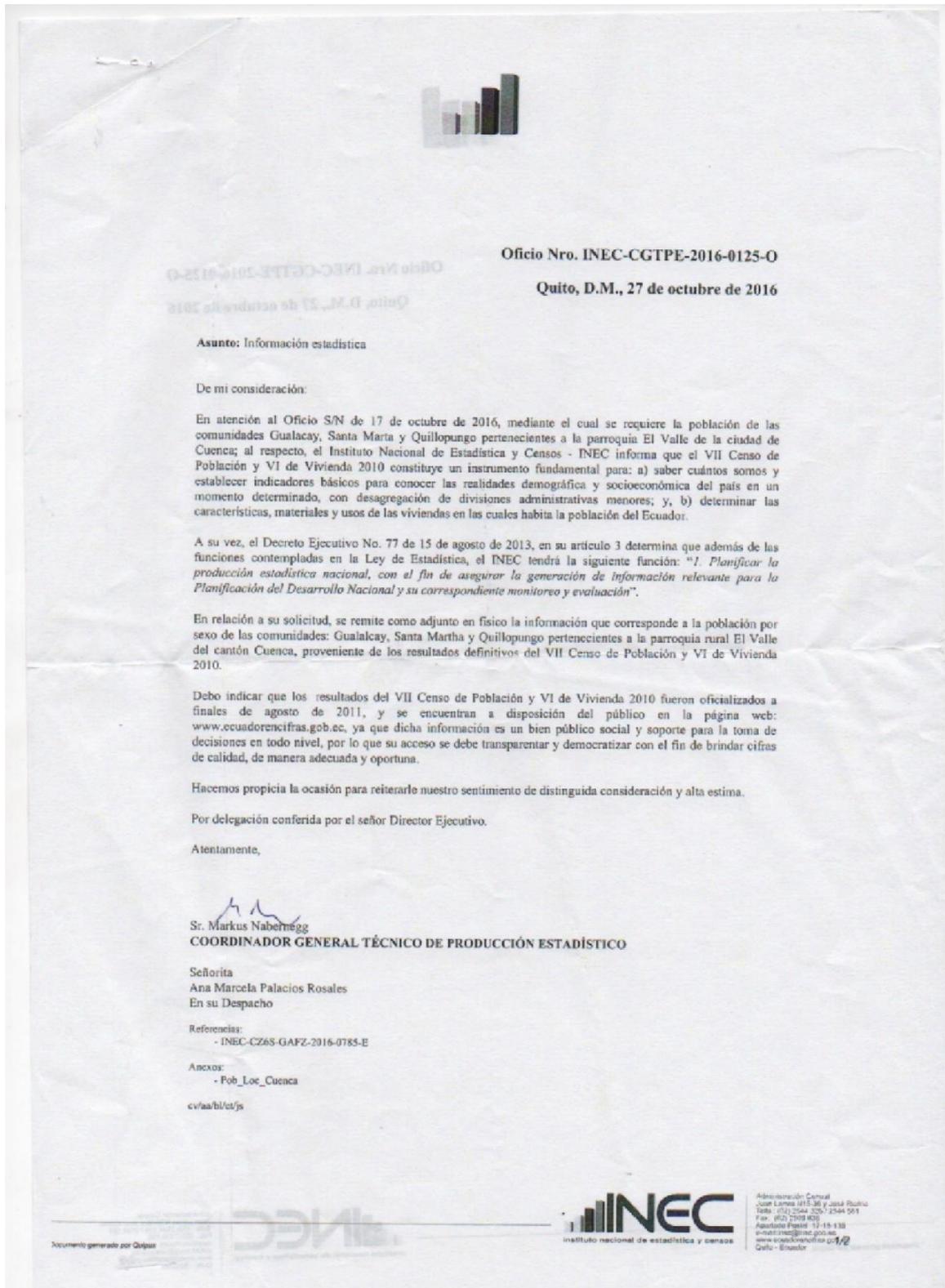
18 CONSIDERA USTED QUE LA QUEBRADA DEBERÍA MANTENERSE LIMPIA? SI  NO

19 NOMBRE DEL ENCUESTADO: \_\_\_\_\_

20 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



**Anexo 3.2 Número de habitantes de las comunidades Quillopongo, Santa Martha y Gualacay (año 2010).**





**Nota:** Se adjunta información de las localidades del área dispersa denominadas: Gualalcaay, Santa Martha y Quillopungo que se encuentran en la base de datos del censo 2010 solicitadas por el usuario de la parroquia El Valle del cantón Cuenca, provincia del Azuay. Se solicita al usuario revisar la cartografía censal para mayor precisión del área requerida.

**POBLACIÓN POR SEXO SEGÚN LOCALIDADES DEL ÁREA DISPERSA SELECCIONADAS**

Código	Nombre de provincia	Nombre de cantón	Nombre de parroquia rural	nombre_localidad	Código de zona	Código de sector	Código de manzana o localidad	Sexo		Total
								Hombre	Mujer	
01017099907602	AZUAY	CUENCA	VALLE	SANTA MARTHA	999	76	2	6	7	13
01017099908003	AZUAY	CUENCA	VALLE	SANTA MARTHA	999	80	3	26	67	93
01017099907603	AZUAY	CUENCA	VALLE	QUILLOPUNGO	999	76	3	6	5	11
01017099908101	AZUAY	CUENCA	VALLE	QUILLOPUNGO	999	81	1	130	131	261
01017099908201	AZUAY	CUENCA	VALLE	QUILLOPUNGO	999	82	1	156	160	316
01017099908901	AZUAY	CUENCA	VALLE	GUALALCAY	999	89	1	87	91	178
01017099909002	AZUAY	CUENCA	VALLE	GUALALCAY	999	90	2	130	135	265
01017099909202	AZUAY	CUENCA	VALLE	GUALALCAY	999	92	2	37	46	83
01017099909301	AZUAY	CUENCA	VALLE	GUALALCAY	999	93	1	81	87	168

Fuente: Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010  
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)



### Anexo 3.3 Cálculo de caudales del diseño original:

#### Dotación:

La dotación de agua potable per cápita considerada en el diseño original fue de

180 l/hab · día.

#### Caudal de aguas domésticas:

El caudal medio de aguas residuales puras considerado es  $Q = 1.24$  l/s y se calculó con la siguiente ecuación:

$$Q = K \cdot P \cdot D \quad (\text{Ec. A3.3.1})$$

donde:

Dotación de agua potable: D, Población de diseño: P, Factor de retorno:  $K=0.75$

#### Caudal de infiltración:

Por las características limosas del suelo del sector y por las altas pendientes, no se presenta mayor infiltración. El caudal de infiltración considerado en el diseño es igual al 20 por ciento del caudal de infiltración presentado en los Planes Maestros de la ciudad de Cuenca. Por lo tanto:

$$Q_{inf} = 0.2 \times 1.18 \text{ l/s} \cdot \text{Km.} \quad (\text{Ec. A3.3.2})$$

La longitud de colectores de acuerdo a la memoria original de diseño es de 6674m.

#### Caudal de aguas ilícitas:

El caudal de aguas ilícitas considerado fue  $Q_{il} = 80$  l/hab · día (3)

#### Caudales de diseño:

$$Q_{med} = Q + Q_{inf} + Q_{il} \quad (\text{Ec. A3.3.3})$$

$$Q_{m\acute{a}x} = M \cdot Q + Q_{inf} + Q_{il} \quad (\text{Ec. A3.3.4})$$

Donde:

Coefficiente de mayoración:  $M = 4$  para caudales  $q < 4$  l/s.

De lo anterior se conoce que:

- **Caudal medio de diseño:** 3.57 l/s



- **Caudal máximo de diseño:** 7.29 l/s

### **Anexo 3.4 Actividades de operación y mantenimiento requeridas en cada módulo:**

#### **Tratamiento preliminar:**

##### **- Rejilla de entrada:**

Requiere de una hora de mano de obra de un operador con herramientas menores; rastrillo, pala y carretilla que cumpla diariamente de manera alternada por cámara de sedimentación con las siguientes actividades:

- Suspensión del ingreso de agua en la cámara a limpiarse.
- Rastrillado del material sedimentado al fondo del canal en sentido contrario al flujo de agua de manera que se desprenda la materia orgánica y vuelva a suspenderse.
- Recolección de las arenas sedimentadas en sentido contrario al flujo de agua.
- Transporte del material al lecho de secado.
- Restauración del flujo de agua en la cámara.
- Esparcimiento de la arena removida en el lecho de secado formando una capa de 3 a 5cm. La arena debe permanecer en el lecho de secado durante cinco días para conseguir inactivación de las bacterias y virus por acción de la luz solar. Después se debe depositar en el terreno o en el relleno sanitario.

##### **- Desarenador:**

Requiere de una hora de mano de obra de un operador con herramientas menores; rastrillo, pala y carretilla que cumpla diariamente de manera alternada por cámara de sedimentación con las siguientes actividades:

- Suspensión del ingreso de agua en la cámara a limpiarse.
- Rastrillado del material sedimentado al fondo del canal en sentido contrario al flujo de agua de manera que se desprenda la materia orgánica y vuelva a suspenderse.
- Recolección de las arenas sedimentadas en sentido contrario al flujo de agua.
- Transporte del material al lecho de secado.
- Restauración del flujo de agua en la cámara.



- Esparcimiento de la arena removida en el lecho de secado formando una capa de 3 a 5cm. La arena debe permanecer en el lecho de secado durante cinco días para conseguir inactivación de las bacterias y virus por acción de la luz solar. Después se debe depositar en el terreno o en el relleno sanitario.

### **Tratamiento primario y secundario:**

#### **Reactores UASB:**

##### **- Actividades de Arranque:**

Requieren de un día de mano de obra y de maquinaria especializada para lo siguiente:

- Llenado del reactor con agua clara.
- Aplicación del inóculo de lodo biológico tomado de otro reactor. Se recomienda usar 10 m<sup>3</sup> de lodo extraído de una fosa séptica o de las lagunas de estabilización de Ucubamba.
- Permitir el ingreso del agua residual a los módulos.

Se requiere también de chequeos constantes del estado de los sistemas, se estima que el reactor se estabilizará en 2 o 3 meses después de la puesta en marcha.

##### **- Actividades diarias:**

Requieren de media hora de mano de obra de un operador con herramientas menores; rastrillo, escobilla, pala y carretilla.

- Limpieza de los vertederos de la cámara de distribución de caudales.
- Recolección del material retirado y posterior transporte hasta la fosa sanitaria.
- Escobillado de las natas y espumas flotantes en la superficie de la cámara de gases.

##### **- Actividades especializadas:**

Requieren de un operador con herramientas menores, un equipo de ETAPA con maquinaria especializada y pruebas de laboratorio. Se recomienda frecuencias trimestrales y un día para desarrollarlas.

- Remoción del lodo de la cámara de digestión de los reactores UASB.
- Remoción del lodo mineralizado al fondo de los reactores.
- Ensayos de calidad de afluente y efluente.

#### **Filtros Anaerobios:**



- **Actividades de arranque:**

El arranque del filtro biológico no requiere de la aplicación de inóculos, únicamente se permite el paso del agua residual efluente de los reactores UASB. Se recomienda una revisión continua del estado del sistema y del desarrollo de la biomasa hasta alcanzar su estabilidad. Se estima un tiempo de tres meses para alcanzar la maduración de la biomasa deseada.

- **Actividades diarias:**

Requieren de media hora de mano de obra de un operador con herramientas menores; rastrillo, escoba, pala y balde.

- Limpieza de la cámara de distribución de caudales.
- Recolección del material removido y transporte a la fosa sanitaria.

- **Actividades especializadas:**

Requieren de un operador con herramientas menores y un equipo de ETAPA con maquinaria especializada. Se recomienda frecuencias semestrales y un día para desarrollar las actividades.

- Lavado del material filtrante cuando se observe agua sobre la superficie del lecho filtrante. El lavado debe seguir los siguientes pasos:
- Suspender la entrada de agua a la cámara a lavarse, cerrando la válvula de entrada.
- Permitir el drenaje del agua del filtro, abriendo la válvula ubicada a la salida del mismo y esperar a que la cámara se vacíe.
- Descargar agua a presión de manera homogénea sobre todo el material filtrante desde el ingreso hasta la salida. Se requiere la descarga de aproximadamente  $0.5 \text{ m}^3$  por  $\text{m}^2$ .
- Cerrar la válvula de drenaje y permitir el ingreso del afluente nuevamente. El nivel del agua que ingresa deberá estar por debajo de la superficie del material filtrante.

**Tratamiento Terciario:**

Requiere de un operador que cumpla diariamente en un tiempo aproximado de 15 minutos con las siguientes actividades:



- **Actividades de Arranque:**

Se debe realizar todas las mañanas entre las 05h00 y 06h00 cuando empieza la llegada del afluente por abastecimiento doméstico.

- Revisar que los difusores de gas, ubicados al inicio de las cámaras de contacto no presenten obstrucciones, si es así, limpiarlos.
- Verificar que la cantidad de cloro remanente en el cilindro, sea al menos el doble de la cantidad media consumida por día, si no es así, instalar el dosificador sobre el cilindro de reserva y tramitar la reposición del cilindro vacío.
- Regular las válvulas de medición de flujo (rotámetros) para que marquen correctamente la dosificación media establecida por los operadores de ETAPA. La cantidad de cloro gas a aplicarse, deberá revisarse en periodos semestrales o anuales por un trabajador especializado de la empresa.
- Verificar que los tres rotámetros, estén dosificando cantidades iguales de cloro a las tres cámaras de desinfección.

- **Actividades de apagado:**

Se debe realizar todas las noches alrededor de las 20h00 o 21h00, cuando el caudal afluente sea mínimo.

- Cerrar el flujo de cloro gas o reducirlo hasta un nivel mínimo establecido por el personal especializado de ETAPA.

En caso de existir fisuras en los elementos de distribución del cloro gas que provoquen el escape del mismo, el cuarto de dosificación consta de un sistema detector de gas que acciona una alarma y mascarillas para la protección de los operadores.

Se consideran variaciones de caudal afluente estables y flujos constantes regulados por los reactores biológicos de tratamiento secundario. Estas consideraciones permiten optimizar la aplicación y regular la dosificación de cloro gas en las aguas residuales.



**Anexo 3.5 Informes de laboratorio de sanitaria correspondientes a la PTAR de Quillopungo:**

<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>  Página 1 de 2
---	---	---

FECHA: 2015/06/05

INFORME N°: 282/15

**CLIENTE**

NOMBRE: ING. PATRICIO RODRÍGUEZ  
 DIRECCIÓN: Pedro Berrueta

**MUESTRA**

CODIGO: 282/01-06/15  
 DESCRIPCIÓN: Agua Residual  
 PROCEDENCIA: Quillopungo, Santa Ana  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2015/05/29  
 ENTREGADAS POR: Ing. Patricio Rodríguez

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	QUILLAPUNGO ENTRADA 282/01/15	QUILLAPUNGO SALIDA 282/02/15
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2015/05/29 2015/06/03	mg/l	58	32
DQO	PEE/LS/FQ/06	2015/05/29	mg/l	288	174
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2015/05/29	mg/l	4.53	3.41
NITROGENO AMONIAICAL *	SM 4500 NH3 C	2015/06/04	mg/l	27.01	22
NITRÓGENO ORGANICO *	SM 4500 Norg B	2015/06/05	mg/l	6.96	4.73
pH *	PEE/LS/FQ/07	2018/05/29		7.37	7.17
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2015/05/29	ml/l	0.5	0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	PEE/LS/FQ/04	2015/05/29	mg/l	36	13
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2015/05/29	mg/l	428	340
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2015/05/29	mg/l	15.6	19.2
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2015/05/29 2015/05/31	NMP/ 100 ml	1.4E+07	1.6E+07
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2015/05/30 2015/06/01	NMP/ 100 ml	1.1E+07	9.2E+06



PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Entrada Quillopungo el Valle 620/05/15	Salida Quillopungo el Valle 620/06/15
CONDUCTIVIDAD *	SM 2510 B	2015/12/29	uS/cm	692	625
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2015/12/29 2016/01/03	mg/l	100	40
DQO	PEE/LS/FQ/06	2015/12/29	mg/l	279	110
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2015/12/29	mg/l	3.90	3.01
NITROGENO AMONICAL *	SM 4500 NH3 C	2015/12/29	mg/l	31.41	25.37
NITRÓGENO ORGÁNICO *	SM 4500 Norg B	2015/12/30	mg/l	21.75	16.91
OXIGENO DISUELTO **	SM 4500 O-G	2015/12/29	mg/l	3.4	4.9
pH	PEE/LS/FQ/07	2015/12/29		7.19	7.38
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2015/12/29	ml/l	3.0	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2015/12/31	mg/l	156	24
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2015/12/29	mg/l	518	328
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2015/12/29	mg/l	61.20	26.40
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2015/12/29 2015/12/31	NMP/ 100 ml	7.0E+06	2.8E+06
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2015/12/30 2015/12/01	NMP/ 100 ml	7.0E+06	1.1E+06

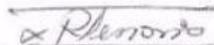
SM: STANDARD METHODS, Edición 22

\*\*El Oxígeno disuelto fue determinado en el laboratorio, la muestra no estuvo fijada

PARÁMETRO	DBO5	DQO (>100)	DQO (<100)	FOSFORO TOTAL	SÓLIDOS SUSPEND.	SÓLIDOS TOTALES
INCERTIDUMBRE	18.12 % (95 %, k=1.96)	12.7% (95 %, k=1.96)	13.06% (95 %, k=1.99)	9.04% (95 %, k=1.96)	10.76% (95 %, k=1.96)	17.21 % (95 %, k=1.96)

pH
3.03 % (95 %, k=2.01)

Atentamente,

  
 Bloq. María José Chérrez  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO



<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>  Página 1 de 1
---	---	---

FECHA: 2016/03/04

INFORME N°: 087/16

**CLIENTE**

NOMBRE: DR. ANDRES ALVARADO  
 DIRECCIÓN: Av. 12 de Abril - Cuenca

**MUESTRA**

CODIGO: 087/01/16  
 DESCRIPCIÓN: Agua residual  
 PROCEDENCIA: Quillopungo  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/02/26  
 ENTREGADAS POR: Dr. Andrés Alvarado

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Agua residual 087/01/16
ALCALINIDAD TOTAL *	SM 2320 B	2016/02/26	mgCaCO3/l	135.81
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/02/26 2016/03/02	mg/l	72
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/02/26	mg/l	195
NITROGENO AMONIAICAL *	SM 4500 NH3 C	2016/02/26	mg/l	19.61
NITRÓGENO ORGÁNICO *	SM 4500 Norg B	2016/02/29	mg/l	7.72
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/02/26		7.48
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/02/26	ml/l	1.5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/02/26	mg/l	131
SÓLID. SUSP. VOLÁTILES*	SM 2540 E	2016/02/29	mg/l	74
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/02/26	mg/l	293
SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES *	SM 2540 E	2016/02/29	mg/l	112
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/02/26 2016/02/28	NMP/ 100 ml	>1.6E+03
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/02/27 2016/02/29	NMP/ 100 ml	>1.6E+03

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

PARAMETRO	DBO5	DQO (>100)	DQO (<100)	FOSFORO TOTAL	SOLIDOS SUSPEND.	SÓLIDOS TOTALES
INCERTIDUMBRE	18.12 % (95 %, k=1.96)	12.7 % (95 %, k=1.96)	13.05 % (95 %, k=1.99)	9.04 % (95 %, k=1.96)	10.76 % (95 %, k=1.96)	17.21 % (95 %, k=1.96)

pH
3.03 % (95 %, k=2.01)

Atentamente,

Bioq. María José Chérrez T.  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
- "Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"

MC0406-13



<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>  Página 1 de 2
---	---	---

FECHA: 2016/12/22

INFORME N°: 566/16

**CLIENTE**

NOMBRE: ING. EUGENIO CALLE  
 DIRECCIÓN: Panamericana Norte Km 5 ½ - Cuenca

**MUESTRA**

CODIGO: 566/01-06/16  
 DESCRIPCIÓN: Agua residual.  
 PROCEDENCIA: PTAR Rurales  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/12/15  
 ENTREGADAS POR: Ing. Eugenio Calle

**RESULTADOS**

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Entrada Quillopungo Valle 566/01/16	Salida Quillopungo Valle 566/02/16
CONDUCTIVIDAD *	SM 2510 B	2016/12/15	uS/cm	610	467
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/12/15 2016/12/20	mg/l	140	16
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/12/15	mg/l	408	53
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/12/21	mg/l	3.78	1.96
NITROGENO AMONIACAL *	SM 4500 NH3 C	2016/12/15	mg/l	23.96	19.50
NITROGENO ORGANICO *	SM 4500 Norg B	2016/12/16	mg/l	13.93	7.24
OXIGENO DISUELTO **	SM 4500 O-G	2016/12/15	mg/l	5.6	6.1
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/12/15		7.25	7.07
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/12/15	ml/l	2.0	0.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/12/15	mg/l	133	44
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/12/15	mg/l	517	315
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/12/15	mg/l	32	3.6
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/12/15 2016/12/17	NMP/ 100 ml	2.6E+07	4.9E+06
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/12/16 2016/12/18	NMP/ 100 ml	1.1E+07	4.9E+06



<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	<b>INFORME DE RESULTADOS</b> Página 1 de 2
---	---	---

FECHA: 2016/12/01

INFORME N°: 534/16

**CLIENTE**NOMBRE: ING. EUGENIO CALLE  
DIRECCIÓN: Panamericana Norte Km 5 ½ - Cuenca**MUESTRA**CODIGO: 534/01-06-16  
DESCRIPCIÓN: Agua residual  
PROCEDENCIA: PTAR Rurales  
FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/11/24  
ENTREGADAS POR: Sr. Ruben Segarra

## RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Quilopungo Entrada Filtro 534/01/16	Quilopungo Salida Filtro 534/02/16
CONDUCTIVIDAD *	SM 2510 B	2016/11/25	uS/cm	634	556
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/11/24 2016/11/29	mg/l	53	49
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/11/24	mg/l	290	228
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/11/24	mg/l	5.18	4.82
NITROGENO AMONIAICAL *	SM 4500 NH3 C	2016/11/24	mg/l	36.21	38.44
NITRÓGENO ORGÁNICO *	SM 4500 Norg B	2016/11/30 2016/12/01	mg/l	5.57	5.57
OXIGENO DISUELTO **	SM 4500 O-G	2016/11/24	mg/l	1.2	1.1
pH	PEE/LS/FQ/07	2016/11/24		6.87	6.99
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/11/24	ml/l	0.0	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/11/24	mg/l	25	13
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/11/24	mg/l	365	358
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/11/24	mg/l	1.2	0.0
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/11/24 2016/11/26	NMP/ 100 ml	4.6E+07	7.9E+05
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/11/25 2016/11/27	NMP/ 100 ml	4.6E+07	7.9E+05

NOTA: La información referente al mes de JULIO/2015 no tiene un respaldo físico puesto que fue enviada vía correo electrónico por el Ingeniero Patricio Rodríguez, encargado de la PTAR de Quilopungo.



#### Anexo 4.1 Método geométrico:

El método considera un crecimiento poblacional exponencial a una tasa constante anual:

$$P_f = P_i \cdot e^{r \cdot (t-t_i)} \quad \text{(Ec. A4.1.1)}$$

donde:

$P_i$  = Población del último censo.

$P_f$  = Población al final del periodo de diseño.

$r$  = Tasa de crecimiento.

$(t - t_i)$  = Diferencia entre el año del último censo y el del periodo de diseño.

$$r = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad \text{(Ec. A4.1.2)}$$

donde:

$P_1$  y  $P_2$  = Poblaciones de los datos censales.

$t_2 - t_1$  = Periodo entre los censos considerados.



#### Anexo 4.2. Cálculo del caudal de diseño:

##### Dotación de agua potable:

Al no tener disponible un registro de consumo de agua de las Comunidades, se asumió una dotación con base en las dotaciones recomendadas (INEN, 1992).

La población de diseño es menor a 5000 habitantes y las comunidades tienen clima medio templado; por lo tanto, se asumió una dotación igual a:

$$D = 160 \text{ l/hab} \cdot \text{día}$$

##### Caudales de diseño de aguas residuales:

El caudal de aguas residuales es función principalmente del caudal de consumo de agua potable en las viviendas y de caudales que pueden ingresar al sistema de alcantarillado por infiltración, de manera ilícita y por descargas concentradas en un punto (industriales, de centros educativos, comercios, etc.). Entonces, el cálculo del caudal de aguas residuales se determinó a partir de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{medAR}} = P \cdot D \cdot R + Q_I + Q_i + Q_c \quad (\text{Ec. A4.2.1})$$

Donde:  $Q_{\text{máxAR}} = P \cdot D \cdot R \cdot M + Q_I + Q_i + Q_c \quad (\text{Ec. A4.2.2})$

P= Población de diseño (hab.).

D= Dotación de agua potable (l/hab · día).

R= Coeficiente de retorno.

$Q_I$ = Caudal de infiltración (l/s).

$Q_i$ = Caudal ilícito (l/s).

$Q_c$ = Caudal concentrado (l/s).

Se detalla a continuación el valor de los parámetros de las ecuaciones:

##### Caudal de aguas residuales domésticas:

La producción de aguas residuales domésticas es una fracción del caudal de consumo de la población debido a las pérdidas del agua de dotación por actividades como riego de jardines, consumo de animales, limpieza de patios, etc. El porcentaje de agua que



se pierde es variable pues depende de factores como las costumbres de la población, clima, estado de las vías, etc. La fracción de agua que llega a la red de alcantarillado se conoce como coeficiente de retorno R cuyo valor es usualmente entre el 60% y el 100%.

Dado que las comunidades en estudio son rurales y tienen proyecciones de crecimiento urbano, se consideró:

$$R = 0.8$$

**Caudal medio de aguas residuales domésticas:**

El caudal medio de aguas residuales domésticas es el producto de la población servida por la dotación y por el coeficiente de retorno.

$$Q_{\text{med}} = P \cdot D \cdot R \quad \text{(Ec. A4.2.3)}$$

**Caudal máximo de aguas residuales domésticas:**

El caudal de aguas domésticas presenta variaciones a lo largo del tiempo dependiendo de las costumbres de la población. Estas variaciones son muy acentuadas en las zonas rurales presentándose altos picos de caudal debido a las costumbres homogéneas de uso de agua en horas puntuales.

La variación de caudal se puede representar mediante la aplicación de factores de mayoración:

$K_1$ = Factor de caudal máximo diario.

$K_2$ = Factor de caudal máximo horario.

El coeficiente de mayoración M es igual al producto de los factores de mayoración:

$$M = K_1 \cdot K_2 \quad \text{(Ec. A4.2.4)}$$

Se establece los valores de  $K_1 = 1.25$  y  $K_2 = 3$  (INEN, 1997) dando como resultado:

$$M = 3.75$$

Una vez definido el valor del coeficiente de mayoración, el caudal máximo de aguas domésticas se calculó de acuerdo a la expresión **(Ec. A4.2.5)**:

$$Q_{\text{máx}} = Q_{\text{med}} \cdot M \quad \text{(Ec. A4.2.5)}$$



### **Caudal de infiltración:**

El caudal de infiltración se genera por aguas existentes en el subsuelo que ingresan a la red de alcantarillado a través de las tuberías. Dependen de varios factores como el tipo de suelo, la altura del nivel freático, el material y el estado de las tuberías, las conexiones, entre otros.

Por las características topográficas del terreno (altas pendientes), por la poca permeabilidad del suelo de la parroquia El Valle y por la ubicación del nivel freático (ausencia de nivel freático hasta una profundidad de 2m) el valor del caudal de infiltración es bajo. Para este proyecto se consideró un caudal de infiltración igual al 20% del valor del caudal de infiltración señalado en el plan maestro de la ciudad de Cuenca (ETAPA EP, 2000).

$$Q_I = 0.2 \cdot 1.18 \text{ l/s} \cdot \text{km} \quad \text{(Ec. A4.2.6)}$$

De acuerdo a los planos de la PTAR de Quillopungo, la longitud de tubería actual que transporta las aguas residuales hacia la Planta es de 6.7 km. Considerando una ampliación del 15% de la red de alcantarillado debido al crecimiento poblacional y consecuentemente crecimiento de la red, no se considera un crecimiento de la red proporcional al crecimiento poblacional (80%) debido a la posibilidad de que ciertas conexiones se hagan directamente a la red existente, se tiene una longitud de tubería futura igual a 7.71 km.

### **Caudal ilícito:**

Los caudales ilícitos provienen principalmente de conexiones que se incorporan al sistema de manera clandestina. El valor del caudal afluente a la PTAR Quillopungo es alto en épocas de lluvias y debido a que las comunidades en estudio no cuentan con sistemas de alcantarillado pluvial se sabe que existe un número considerable de conexiones ilegales. Los valores de caudales ilícitos varían entre el 5 al 15 % (CEPIS, 2005) del caudal máximo, debido a que los afluentes de Quillopungo han presentado aguas con características pluviales en épocas de lluvia (Ordoñez, 2009) se adoptó para el diseño el límite superior (15% del caudal máximo)

### **Caudal concentrado:**



Son caudales con valores altos (mayores o iguales a los domésticos) descargados directamente a la red de alcantarillado que provienen principalmente de industrias, comercios y centros educativos. El caso en estudio no presenta caudales concentrados, por lo que se considera igual a cero.

**Anexo 4.3. Diseño rejilla de entrada y desarenador:**

**Rejilla de entrada:**

El diseño y dimensionamiento de la rejilla de entrada sigue los criterios y expresiones matemáticas descritas en la **tabla A4.3.1** y en la **tabla A4.3.2** Los resultados de diseño se encuentran en la **tabla A4.3.3**.

Parámetro	Valor	Unidad
Separación de barrotes:	25-50	mm
Ángulo de inclinación:	30-45	°C
Velocidad de aproximación:	0.3-0.6	m/s
Pérdida de carga permisible:	15	cm

Fuente: (Tchobanoglous, 2000)

**Tabla A4.3.1: Recomendaciones de diseño para rejillas de limpieza manual.**

Parámetro	Ecuación	Variables
Área requerida para tránsito normal de caudal:	$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{V_a}$	$Q_{m\acute{a}x}$ : Caudal máximo $V_a$ : Velocidad de aproximación.
Número de barrotes:	$nb = \frac{b - e}{e + d}$	b: Ancho total de la rejilla. e: Espaciamiento entre barrotes. d: Diámetro de los barrotes. e <sub>t</sub> : Espesor total efectivo.
Área efectiva de la rejilla:	$A_e = e_t \cdot H \cdot \sin \alpha$	$e_t = (nb + 1) \cdot e$ H: Calado de agua en el canal. $\alpha$ : Ángulo de inclinación de la rejilla.
Pérdidas de carga en la rejilla (Kirschmer):	$H_f = \beta \cdot \left(\frac{d}{e}\right)^3 \cdot H \cdot \sin \alpha$	$\beta$ : Factor de forma de los barrotes.

**Tabla A4.3.2: Expresiones para el cálculo de la rejilla de entrada.**



Parámetro	Valor	Unidad
Caudal máximo:	15.00	l/s
Ancho del canal de entrada:	0.40	m
Altura del canal de entrada:	0.40	m
Calado de agua:	15.00	cm
Ancho de la rejilla:	0.35	m
Ángulo de inclinación de la rejilla:	45.00	°
Separación de los barrotes:	0.02	m
Diámetro de los barrotes:	0.01	m
Número de barrotes:	11.00	
Velocidad de aproximación:	0.30	m/s
Velocidad en la rejilla:	0.60	m/s
Pérdida de carga:	9.00	cm

**Tabla A4.3.3: Resultados de dimensionamiento de la rejilla.**

**Desarenador:**

Las expresiones para el cálculo del desarenador se describen en la **tabla A4.3.4**, los resultados de diseño se muestran en la **tabla A4.3.5**:

Parámetro	Ecuación	Variables
Número de Reynolds:	$N_R = \frac{V_s \cdot d}{\mu}$ <b>(Ec. A4.3.5)</b>	vs: Velocidad de sedimentación. d: Diámetro medio de las partículas de arena μ: Viscosidad cinemática del fluido a 16°C.
Velocidad de sedimentación	$v_s = \frac{g}{18 \cdot \nu} (\rho_s - \rho) \cdot d^2$ <b>(Ec. A4.3.6)</b>	ρs: Peso específico de la arena. ρ: Peso específico del fluido.
para régimen de flujo laminar (NR<1):		g: gravedad.
Velocidad de sedimentación para régimen de flujo en transición (1< NR < 1000):	$v_s = \sqrt{\frac{4g}{3 C_d} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot d}$ * Ec de Allen Hazen. <b>(Ec. A4.3.7)</b>	Cd: Coeficiente de arrastre. $C_d = \frac{24}{N_R} + \frac{3}{\sqrt{N_R}} + 0.34$
Velocidad horizontal:	$v_h = \frac{Q}{A_t}$ <b>(Ec. A4.3.8)</b>	Q: Caudal. At: Área transversal.




---

Velocidad de arrastre:	$v_a = 125 \cdot \sqrt{(p_s - \rho) \cdot d}$	<b>(Ec. A4.3.9)</b>
------------------------	---	---------------------

---

Área superficial:	$A_s = \frac{v_h}{v} \cdot A_t$	<b>(Ec. A4.3.10)</b>
-------------------	---------------------------------	----------------------

---

Tiempo de retención hidráulico:	$t_{rh} = \frac{V}{Q}$	<b>(Ec. A4.3.11)</b> V: Volumen del desarenador.
------------------------------------	------------------------	--

---

Tiempo de sedimentación:	$t_s = \frac{H}{v_s}$	<b>(Ec. A4.3.12)</b>
-----------------------------	-----------------------	----------------------

---

Longitud de transición aguas arriba y abajo del desarenador:	$L_t = \frac{ad - ac}{2 \cdot \tan \theta}$	ad: Ancho total del desarenador. ac: Ancho del canal de entrada. $\theta$ : Ángulo de divergencia. <b>(Ec. A4.3.13)</b>
---	---	--

---

**Tabla A4.3.4: Expresiones para el cálculo de la rejilla del desarenador.**

Para el caso en estudio, el flujo corresponde a un régimen de transición ( $1 < N_R < 1000$ ) por lo que se estima la velocidad de sedimentación de las partículas de arena mediante un proceso iterativo utilizando la ecuación de Allen Hazen **(Ec. A4.3.7)**.



Parámetro	Valor	Unidad
<b>Valores de diseño</b>		
Caudal:	15.00	l/s
Diámetro de las partículas a sedimentar:	0.20	mm
Peso específico de la arena:	2.65	kg/cm <sup>3</sup>
Viscosidad cinemática del fluido a 15°C:	0.01139	cm <sup>2</sup> /s
Peso específico del agua:	1.00	
Velocidad de sedimentación:	1.30	m/min
Velocidad de arrastre:	0.23	m/s
Velocidad horizontal:	0.12	m/s
Tiempo de sedimentación:	7.00	s
Tiempo de retención hidráulico:	13.00	s
<b>Dimensionamiento</b>		
Número de módulos:	2.00	
Largo:	1.50	m
Ancho de cada módulo:	0.40	m
Calado:	16.00	cm
Ángulo de divergencia de la transición:	12.50	°
Longitud de transición aguas arriba y abajo:	0.90	m

**Tabla A4.3.5: Resultados de dimensionamiento del desarenador.**



#### **Anexo 4.4. Diseño de los reactores UASB:**

##### **Criterios de diseño:**

El rediseño de los reactores UASB se basa en los criterios de diseño propuestos por Chernicharo (2007).

##### **Tiempo de retención hidráulico:**

El valor de este parámetro es de suma importancia en el diseño; debe ser lo suficientemente alto para permitir que las bacterias de la biomasa del fondo del reactor asimilen y descompongan la materia orgánica del afluente.

El tiempo de retención hidráulico que debe adoptarse en el diseño de un sistema UASB depende principalmente de la temperatura del agua residual de entrada; a temperaturas bajas se requiere mayor tiempo de retención hidráulico. El valor de tiempo de retención define el volumen del reactor.

Chernicharo (2007), recomienda tiempos de retención hidráulica entre 8 y 10 horas para aguas residuales domésticas con temperaturas cercanas a los 20°C y entre 10 a 14 horas para aguas residuales con temperaturas entre 16 y 19 °C. Recomienda también tiempos de retención hidráulica no menores a 4 horas para caudales máximos. Los estándares nacionales de Brasil (ABNT NBR) (Chernicharo , van Lier, Noyola, & Bressani, 2015) recomiendan un tiempo de retención hidráulico igual a 10 horas para aguas residuales con temperaturas entre 15 y 17 °C.

##### **Carga hidráulica volumétrica:**

Es el volumen de agua residual que se aplica al reactor diariamente por unidad de volumen del reactor, el tiempo de retención hidráulico es su recíproco.

Se tiene entonces:

$$CHV = \frac{1}{t} \quad \text{(Ec. A4.4.1)}$$

donde:

CHV= Carga hidráulica volumétrica (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> d).

t= Tiempo de retención hidráulico (d).

**Carga orgánica volumétrica:**

Es la cantidad de materia orgánica aplicada diariamente al reactor por unidad de volumen.

$$L_v = \frac{Q \cdot S_o}{V} \quad (\text{Ec. A4.4.2})$$

donde:

$$L_v = \frac{Q \cdot S_o}{V}$$

$L_v$  = Tasa de carga orgánica volumétrica (kg DQO/m<sup>3</sup> d).

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s).

$S_o$  = Concentración del afluente (kg DQO/m<sup>3</sup>).

$V$  = Volumen total del reactor (m<sup>3</sup>).

Las aguas residuales domésticas presentan concentraciones orgánicas bajas y por lo tanto cargas orgánicas volumétricas bajas. Cargas orgánicas volumétricas altas implican enormes cargas hidráulicas y grandes velocidades de entrada del afluente por lo que el diseño del reactor debe basarse en la carga hidráulica volumétrica cuando la concentración orgánica es baja, que es el presente caso con aguas residuales domésticas.

**Velocidad de flujo ascendente y altura del reactor:**

La velocidad ascendente del flujo de entrada es igual a la relación entre altura y tiempo de retención hidráulica.

$$v = \frac{H}{t} \quad (\text{Ec. A4.4.3})$$

donde:

$t$

$v$  = Velocidad ascendente del flujo (m/h).

$H$  = Altura del reactor (m).

$t$  = Tiempo de retención hidráulica (h).

La velocidad de flujo ascendente recomendada para el diseño de reactores UASB que traten aguas residuales domésticas está entre 0.5 y 1.5 m/h.

**Eficiencias del reactor UASB:**



La evaluación de las eficiencias de remoción de DBO y DQO en un reactor UASB se realiza mediante la aplicación de relaciones empíricas obtenidas de estudios en 16 reactores UASB a escala real (Chernicharo C. , 2007). Por la limitada información, las eficiencias pueden variar entre 40 al 70 % para DQO y 45 al 90% para DBO.

donde: 
$$E_{DQO} = 100 \cdot (1 - 0.68 \cdot t^{-0.35}) \quad \text{(Ec. A4.4.4)}$$

$E_{DQO}$ = Eficiencia del reactor UASB en términos de remoción de DQO (%).

t=Tiempo de retención hidráulica (h).

0.68= Constante empírica.

0.35= Constante empírica.

Donde: 
$$E_{DBO} = 100 \cdot (1 - 0.70 \cdot t^{-0.50}) \quad \text{(Ec. A4.4.5)}$$

$E_{DBO}$ =Eficiencia del reactor UASB en términos de remoción de DBO (%).

t= Tiempo de retención hidráulica (h).

0.70=Constante empírica.

0.50= Constante empírica.

#### **Sólidos Suspendidos en el efluente final:**

La cantidad de sólidos suspendidos en el efluente de un reactor UASB depende de algunos factores, entre ellos: las características de sedimentación de los lodos, la presencia de deflectores en el reactor, las eficiencias de la cámara de separación sólido-líquido-gas, el tiempo de retención hidráulica, etc. Al igual que la determinación de las eficiencias, la estimación de la concentración de SST se realiza mediante una relación empírica.

donde: 
$$SST = 102 \cdot t^{-0.24} \quad \text{(Ec. A4.4.6)}$$

SST= Concentración de sólidos suspendidos en el efluente (mg/l).

t= Tiempo de retención hidráulica (h).

**Sistema de distribución del afluente:**

Los tubos de distribución deben ser lo suficientemente grandes para evitar obstrucciones por sólidos contenidos en las aguas residuales de entrada y lo suficientemente pequeños para permitir una velocidad adecuada en el fondo del reactor que asegure una buena mezcla del afluente con la biomasa y evite la formación de zonas muertas dentro del reactor. Se recomiendan tubos con reducciones de diámetros entre 40 a 50 mm en su parte final de manera que eviten el taponamiento por sólidos y se aseguren velocidades óptimas para el mezclado.

**Número de puntos de distribución:**

El número de puntos o tubos de distribución del afluente en el fondo del reactor UASB, se determina de acuerdo a la sección transversal del reactor y al área de influencia adoptada para cada tubería de distribución:

$$N_d = \frac{A}{A_d} \quad \text{(Ec. A4.4.7)}$$

donde:

$N_d$ = Número de puntos de distribución.

$A$ = Sección transversal del reactor ( $m^2$ )

$A_d$ = Área de influencia de cada distribuidor ( $m^2$ ).

Se recomiendan áreas de influencia en función del tipo de lodo que se desarrolla dentro del reactor y de las cargas orgánicas aplicadas al sistema. En reactores que tratan aguas residuales de origen doméstico, el lodo que se desarrolla es de tipo floculento con concentraciones de medias a altas, Chernicharo (2007) recomienda áreas de influencia entre 1 a 3  $m^2$ .

**Separador de tres fases:****Separación de gases:**

La tasa de emanación de gas debe tener un valor lo suficientemente alta como para permitir que el gas de salida traspase una posible capa sobrenadante que se puede formar en la parte superior del reactor y debe ser lo suficientemente baja para permitir la separación de las burbujas de gas adheridas a las partículas sólidas.



La tasa de emanación de biogás se calcula mediante la ecuación **Ec. A4.4.8**:

$$k_g = \frac{Q_g}{A_i} \quad (\text{Ec. A4.4.8})$$

donde:

$k_g$  = Tasa de emanación del biogás.

$Q_g$  = Producción de biogás esperada ( $m^3/h$ ).

$A_i$  = Área de la interfaz líquido-gas ( $m^2$ ).

Se recomiendan tasas de emanación mínimas de  $1 m^3 \text{ gas}/ m^2 \text{ hora}$  y máximas tasas de  $3 \text{ a } 5 m^3 \text{ gas}/ m^2 \text{ hora}$ .

#### **Evaluación de la producción de biogás:**

La producción teórica de biogás puede ser evaluada a partir de la estimación de la carga de DQO del afluente que se convierte en gas metano. Se determina de acuerdo a la expresión **(Ec. A4.4.9)**:

donde: 
$$DQO_{CH_4} = Q \cdot (S_0 - S) - Y_{obs} \cdot Q \cdot S_0 \quad (\text{Ec. A4.4.9})$$

$DQO_{CH_4}$  = Carga de DQO transformada en metano ( $kg \text{ DQO}_{CH_4}/m^3$ ).

$Q$  = Caudal medio de afluente ( $m^3/d$ ).

$S_0$  = Concentración DQO del afluente ( $kg \text{ DQO} / m^3$ ).

$S$  = Concentración DQO del efluente ( $kg \text{ DQO} / m^3$ ).

$Y_{obs}$  = Coeficiente de producción de sólidos en el sistema, en términos de DQO ( $0.11 \text{ a } 1.23 \text{ kg DQO Lodo}/ \text{kg DQO aplicado}$ ).

La masa de metano ( $kg \text{ DQO}_{CH_4}/d$ ) puede ser convertida en producción volumétrica ( $m^3 \text{ CH}_4/d$ ) usando las ecuaciones **(Ec. A4.4.10)** y **(Ec. A4.4.11)**:

$$\frac{DQO_{CH_4}}{K(t)} \quad (\text{Ec. A4.4.10})$$

donde: 
$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)}$$

$Q_{CH_4}$  = Producción volumétrica de metano ( $m^3/d$ ).



$K(t)$  = Factor de corrección para la temperatura operacional del reactor ( $\text{kg DQO}/\text{m}^3$ ).

$$R = \frac{P_0 K DQO}{(273 + T)}$$

(Ec. A4.4.11)

$$K(t) =$$

donde:

$P$  = Presión atmosférica (1 atm).

$K \text{ DQO}$  = DQO correspondiente a un mol de  $\text{CH}_4$  (64 g DQO/mol).

$R$  = Constante de gas (0.08206 atm-L/mol-K).

$T$  = Temperatura de operación del reactor ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Una vez que se ha obtenido la producción de metano teórica, la producción total de biogás puede ser estimada del contenido de metano esperado. En el tratamiento de aguas residuales domésticas, la fracción de metano en el biogás varía de 70 al 80 por ciento.

#### **Separación de los sólidos:**

Una vez que se han separado las burbujas de biogás, las partículas sólidas flotantes y el líquido pasan al compartimiento de sedimentación. Una sedimentación eficiente se consigue al cumplir con las siguientes condiciones:

- Se deben instalar deflectores debajo de las aperturas de entrada al compartimiento de sedimentación. Los deflectores ayudan a que en el compartimiento sedimentador ingresen únicamente partículas sólidas y líquidas.
- Las paredes del compartimiento deben tener inclinaciones mayores a  $45^{\circ}\text{C}$ .
- La profundidad del compartimiento de sedimentación debe variar de 1.5 a 2 m.
- Las velocidades del flujo en las aperturas del compartimiento de sedimentación deben estar entre 2m/h a 6 m/h.
- El tiempo de retención hidráulica en el compartimiento de sedimentación debe estar entre 1 a 2 horas.

#### **Recolección del efluente:**

El efluente se recoge en la parte alta del compartimiento de sedimentación. Para este proceso se pueden utilizar vertederos triangulares de pared delgada o tubos



perforados. Si se utilizan vertederos triangulares estos deben estar bien nivelados y deben contar con una pantalla para retención de espuma que impida el taponamiento de los vertederos. El uso de tuberías perforadas sumergidas es una buena alternativa puesto que al ser sumergidos permiten la mantención de flujo uniforme en los orificios, se elimina posibilidad de emanación de olores y no requiere el uso de pantallas protectoras de espuma al estar colocados debajo de la capa sobrenadante que se suele formar en la superficie de los reactores. Sin embargo, se debe considerar un posible taponamiento de los orificios por acumulación de sólidos por lo que es recomendable que los tubos sean emplazados con una pendiente que permita su autolimpieza (1%).

### **Muestreo de lodo y descarga del sistema**

#### **Sistema de muestreo de lodo:**

Se deben colocar válvulas en diferentes puntos del compartimiento de digestión de manera que sea posible realizar monitoreo y seguimiento de la calidad de lodo y características de la biomasa que se desarrolla dentro del reactor.

Se recomiendan colocar válvulas con espaciamiento de 50 cm y diámetro de 1 ½ a 2”.

#### **Sistema de extracción de lodos:**

Es necesario dejar puntos para la descarga periódica de lodos con baja actividad metanogénica y del material inerte que se puede depositar en la parte baja del reactor. Se recomienda instalar por lo menos 2 puntos de purga en el reactor con tuberías de diámetro mínimo de 100 mm; uno en la parte baja para la remoción de los sólidos inertes acumulados y otro debajo de los deflectores para la remoción de lodos menos densos y de menor calidad que se asientan en esta zona.

#### **Producción de lodos y tratamiento:**

En tratamientos anaerobios se desarrollan lodos concentrados por lo que los volúmenes de extracción de lodos en exceso son bajos. Debido al alto tiempo de retención de sólidos en el sistema, estos lodos presentan altos niveles de estabilidad lo que permite que el lodo extraído del sistema sea directamente deshidratado y no requiera de tratamientos de digestión. Si se tiene un control sobre la cantidad de patógenos contenidos en los lodos es posible reutilizarlos como acondicionadores de suelo para agricultura.



### Producción de lodos:

La estimación de la masa de lodos producida en un reactor UASB se puede realizar mediante la siguiente ecuación:

donde: 
$$P_s = Y \cdot DQO_{app} \quad \text{(Ec. A4.4.12)}$$

$P_s$ = Producción de sólidos en el sistema (kg SST/d)

$Y$ = Coeficiente de producción de sólidos (kg SST/ kg DQO)

$DQO_{app}$ = Carga de DQO aplicada al sistema (kg DQO/d)

Los valores de “ $Y$ ” reportados para sistemas anaerobios de tratamiento de aguas residuales domésticas están en el orden de 0.10 a 0.20 kg SST/kg DQO.

La estimación de la producción volumétrica de lodo puede realizarse mediante la ecuación **(Ec. A4.4.13)**:

$$V_s = \frac{P_s}{\gamma \times (C_s/100)} \quad \text{(Ec. A4.4.13)}$$

donde:

$V_s$ = Producción volumétrica de lodo ( $m^3/d$ )

$\gamma$ = Densidad del lodo (Usualmente está en el orden de 1020 a 1040  $kg/m^3$ )

$C_s$ = Concentración de sólidos en el lodo (%)



#### **Anexo 4.5. Diseño de los filtros anaerobios:**

##### **Criterios de diseño:**

##### **Tiempo de retención hidráulico:**

El conocimiento sobre la cantidad de tiempo de retención hidráulica óptima es escaso; sin embargo, estudios desarrollados (PROSAB) muestran que un rango adecuado es de 4 a 10 horas.

$$t = \frac{V}{Q} \quad (\text{Ec. 19}) \quad (\text{Ec. A4.5.1})$$

donde:

V= volumen del filtro.

Q= Caudal del afluente.

##### **Altura del medio filtrante:**

Estudios realizados en Brasil (PROSAB) han demostrado que una altura adecuada debe estar entre 0.8 y 3.0 m. Si el filtro es propenso a obstruirse por las características del afluente y del material de soporte, se recomiendan alturas cercanas al límite inferior.

##### **Carga hidráulica superficial:**

Es la cantidad de agua residual aplicada diariamente al reactor por unidad de área del medio filtrante.

$$CH = \frac{Q}{A} \quad (\text{Ec.20}) \quad (\text{Ec. A4.5.2})$$

donde:

CH= Tasa de carga hidráulica ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ ).

Q= Caudal afluente promedio ( $\text{m}^3/\text{d}$ ).

A= Superficie del medio de soporte ( $\text{m}^2$ ).



Filtros anaerobios que tratan efluentes de reactores UASB han demostrado (PROSAB) buenas eficiencias al operar con tasas de carga hidráulica entre 6 a 15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> d.

### **Carga orgánica volumétrica:**

Es la carga orgánica aplicada diariamente por unidad de volumen del reactor.

$$L_V = \frac{Q \cdot S}{V} \quad (\text{Ec. A4.5.3})$$

donde:

L<sub>V</sub>= Carga orgánica volumétrica (kg DBO/m<sup>3</sup> d) o (kg DQO/m<sup>3</sup> d).

Q= caudal medio (m<sup>3</sup>/d).

S= Concentración de DBO o DQO del afluente (kg DBO/m<sup>3</sup>) o (kg DQO/m<sup>3</sup>).

V= Volumen total del filtro o volumen ocupado por el material filtrante (m<sup>3</sup>).

Al igual que para el diseño de los reactores UASB, los filtros anaerobios que tratan aguas residuales domésticas deben diseñarse con base en la carga hidráulica. Según estudios realizados por PROSAB, filtros anaerobios que tratan aguas residuales domésticas han demostrado buenas eficiencias al operar con cargas orgánicas de 0.15 a 0.50 kg DBO/m<sup>3</sup>d. para el volumen total del filtro o 0.25 a 0.75 kg DBO/m<sup>3</sup> d. para el volumen del material filtrante.

### **Distribución del afluente:**

Al igual que en los reactores UASB es de suma importancia la buena distribución del afluente puesto que ayuda a crear un mejor contacto del sustrato con la biomasa contribuyendo a mejorar la eficiencia del sistema.

Para el correcto funcionamiento de un filtro anaerobio el afluente debe ser bien distribuido, por lo que es ideal colocar un tubo de ingreso por cada 2 a 4 m<sup>2</sup> (von Sperling, 2007) de área del fondo del filtro. Se pueden usar tubos perforados.

### **Velocidad de ascenso**

Es un factor que influye en el diseño del tanque, normalmente está alrededor de 2 m/h. La velocidad debe mantenerse constante sobretodo en el periodo de arranque del reactor para evitar el lavado de sólidos y pérdida de biomasa.

### **Eficiencia en un filtro anaerobio:**



De igual manera que para los reactores UASB, para los filtros anaerobios no se ha desarrollado aun un modelo que permita estimar de forma acertada su eficiencia pues la misma depende de una serie de factores que requieren de mayores estudios. Se cuenta con expresiones empíricas basadas en experiencias y estudios en reactores piloto. Se propone la siguiente relación empírica basada en el tiempo de retención hidráulico (Lettinga, Roersma, & Grin, 1983).

$$E = 100 \cdot (1 - 0.87 \cdot t^{-0.5}) \quad \text{(Ec. A4.5.4)}$$

donde:

E= Eficiencia del filtro anaerobio (%).

t= Tiempo de retención hidráulico (h).

0.87= Constante empírica.

1.50 = Constante empírica.

Cuando se utilizan filtros anaerobios como postratamiento de efluentes de reactores UASB, se esperan eficiencias en todo el sistema de tratamiento entre 75 y 85 %.



#### **Anexo 4.6 Características de lámparas de radiación UV**

Una investigación de mercado realizada en Ecuador y países vecinos muestra que entre varias opciones se puede escoger una línea de lámparas para el tratamiento de pequeños caudales.

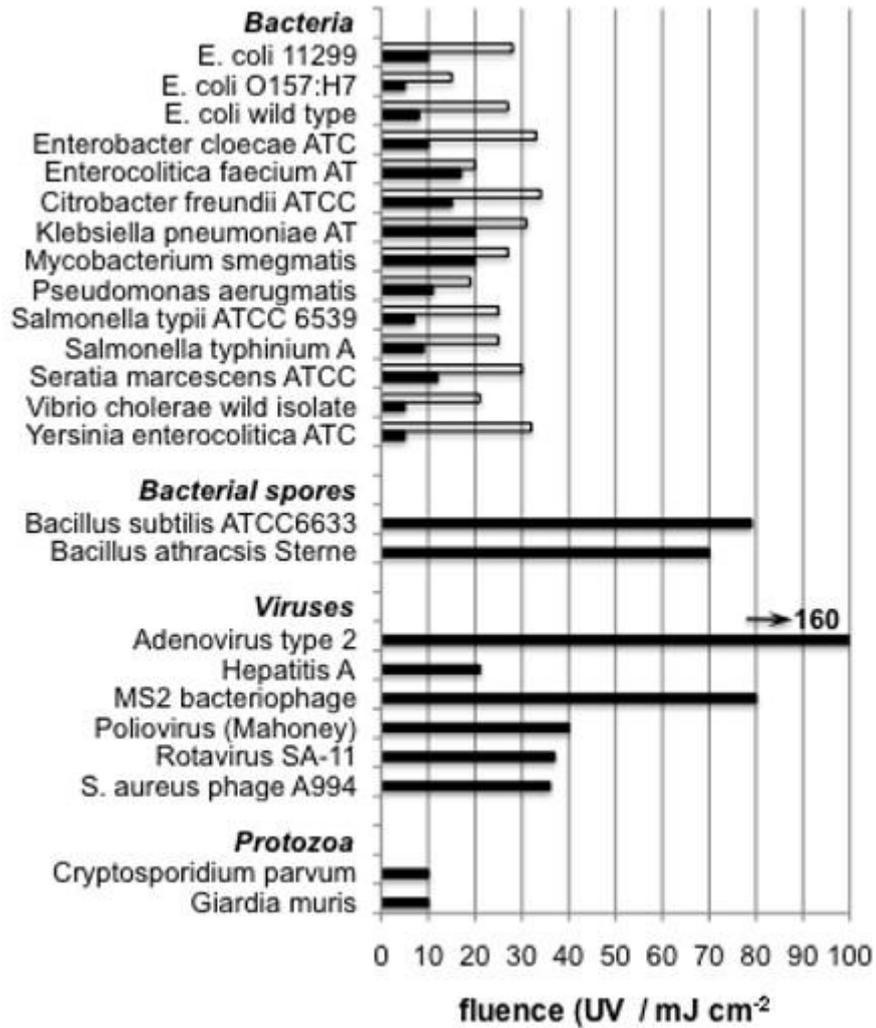
Sus características técnicas son:

- Dimensiones: 660x100x70 mm.
- Potencia: 35W.
- Voltaje: 230V/50Hz.
- Conexiones: 2x32/40/50mm.
- Caudal: 12000 l/h ó 3.33 l/s.

(INNOVAQUA, 2011)

**Anexo 4.7 Sensibilidad de los microorganismos a radiación UV:**

En la **figura A 4.7.1** se muestra la sensibilidad de diferentes tipos de microorganismos a la radiación UV en relación a la dosis que se aplica a los mismos.



Fuente: (Bolton, 2013)

**Figura A 4.7.1: Dosis de UV requerida para eliminar 99.99% de microorganismos.**



## Referencias

- Ambientum, R. (Abril de 2004). *Revista Ambientum*. Obtenido de [http://www.ambientum.com/revista/2004\\_04/TRIHALOMETANOS\\_imprimir.htm](http://www.ambientum.com/revista/2004_04/TRIHALOMETANOS_imprimir.htm)
- AWWA, A. W. (1991). *Back to Basics Guide to Disinfection with Chlorine*. Obtenido de CEPIS: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind55/backbasi/backbasi.html>
- Bolton, J. (2013). *Ultraviolet Applications Handbook*. Edmonton: ICC Lifelong Learn.
- Censos, I. N. (2010). *INEC*. Obtenido de [http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es](http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es)
- CEPIS. (2005). *Guías para el diseño de Tecnologías de Alcantarillado*. Lima.
- Chernicharo, C., van Lier, J., Noyola, A., & Bressani, T. (2015). Anaerobic sewage treatment: state of the art, constraints and challenges. *Springer Science+Business Media Dordrecht*.
- Chernicharo, C. (2007). *Biological Wastewater Treatment Series Vol 4 Anaerobic Reactors*. Nueva Delhi: IWA Publishing.
- ETAPA EP. (2000). *Memoria de Cálculo del Proyecto de Saneamiento Integral de la Parroquia El Valle*. Cuenca.
- Fernández A et al. (2006). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid: Madrimasd.
- Harada, H., Ohashi, A., & Tawfik, A. (2009). Effect of sponge volume on the performance of down-flow hanging sponge system treating UASB reactor effluent. *Springer-Verlag*, 7.
- Henze M et al. (2008). *Biological Wastewater Treatment Principles, Modelling and Design*. Londres: IWA Publishing.
- Hernández M, A., Hernández L, A., & Galán, P. (1996). *MANUAL DE DEPURACIÓN URALITA Sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20000 habitantes*. España: Editorial Paraninfo.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Diálogos y Conocimiento*. Cuenca.



INEN. (1997). *Código de Practica para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural*. Quito.

INEN, I. (1992). *Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito: INEN.

INNOVAQUA. (2011). *www.innovaqua.com*.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1992). *Normas Para Estudio y Diseño de Istemas de Agua Potable y DIsposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes*. Quito.

Lettinga, G et al. (1980). *Use of the Upflow Sludge Blanket (USB) Reactor Concept for Biological Wastewater Treatment, Especially for Anaerobic Treatment*. Wageningen: Department of Water Pollution Control, Agricultural University, Wageningen.

Lettinga, G., Roersma, R., & Grin, P. (1983). Anaerobic treatment of raw domestic sewage at ambient temperatures using a granlar bed UASB reactor.

Metcalf & Eddy. (1995). *Ingeniería de aguas residuales*. Madrid: McGraw-Hill.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo No 061 Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria* . Quito: CEP corporación de estudios y publicaciones.

Monroy, O., Noyola, A., Ramirez, F., & Guyot, J. (1988). Anaerobic digestion and water hyacinth as a highly efficient treatment process for developing countries. *In 5th International Symposium on Anaerobic Digestion* .

Noyola, A et al. (2012). Typology of Municipal Wastewater Treatment Technologies in Latin America. *Clean-Soil,Air,Water*, 7.

OEA. (2005). *Criterios y acciones para el cumplimiento de las metas del milenio en agua y saneamiento*. Ecuador: Organización de los Estados Americanos.

ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.



Ordoñez, G. (2009). *Diagnóstico y evaluación preliminar de los sistemas de depuración de agua residual que sirven a centros parroquiales y caseríos en el cantón Cuenca*. Cuenca: ETAPA EP.

Pacheco, K. (2011). *La Migración y sus Repercusiones en los alumnos del Colegio Nacional Técnico Guillermo Mensi de la Parroquia El Valle*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

PROSAB. (s.f.). *Programa Nacional Brasileño de Saneamiento Básico*.

Romero, J. (2000). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Teoría y principios de diseño*. Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

SENPLADES. (2014). *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

Tchobanoglous, C. &. (2000). *Tratamiento de aguas residuales para caudales pequeños*.

von Sperling, M. (2007). *Biological Wastewater Treatment Series Vol 1 Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. Nueva Delhi: IWA Publishing.

Watkins et al. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano*. Nueva York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).