

Guatemala, 20 de Enero del 2,017.

**M Sc. Gerardo L. Arroyo Catalán**  
Director General de Investigación  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Maestro Arroyo:

Adjunto a la presente el informe final **“Modelo de gestión ambiental para la reducción de la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, ubicada en los municipios de Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango”** (partida presupuestal 4.8.25), coordinado por el Ingeniero Agrónomo **Carlos Ernesto López Monzón** y avalado por el Instituto de Investigación del Noroccidente del Centro Universitario de Noroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado de acuerdo a la guía de presentación de la Dirección General de Investigación y revisado su contenido en función de los objetivos planteados y productos esperados, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente.

Sin otro particular, suscribo atentamente.

**“Id y enseñad a todos”**

Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón  
**Coordinador del IIDENOC**

Anexo: lo indicado.

Ing. Agr. Otto Gabriel Salguero Vásquez  
**Director Centro Universitario de Noroccidente**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION  
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN  
ESTUDIOS PARA LA PAZ -PUI-**

**INFORME FINAL**

**“Modelo de gestión ambiental para la reducción de la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, ubicada en los municipios de Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango”**

**Equipo de investigación:**

**Coordinador: Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón  
Investigador: Ing. Agr. Carlos Gilberto Herrera Sajché  
Auxiliar II: Fredy López Yat**

**Enero de 2,017**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE NOR-OCCIDENTE**

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán  
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Lic. León Roberto Barrios Castillo  
Coordinador del Programa Universitario de  
Estudios para la Paz -PUI-

Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón  
Coordinador del proyecto

Ing. Agr. Carlos Gilberto Herrera Sajché  
Investigador

T.U.P.A. Fredy López Yat  
Auxiliar de Investigación II

**Partida Presupuestaria**  
**4.8.25**  
**Año de ejecución: 2,016**

## CONTENIDO GENERAL

<b>I.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>IV.</b>	<b>MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>7</b>
	4.1 DEFINICIONES RELACIONADAS AL AMBIENTE Y SU LEGISLACIÓN EN GUATEMALA... 7	
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
	5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	16
	5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	17
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
	6.1 IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS FACTORES QUE PROVOCAN LA CONTAMINACIÓN DE RÍOS, POR DESECHOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES.....	25
	6.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA EN RÍOS, ASOCIADO A LA CONTAMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES .....	64
	6.3 IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES POR LA CONTAMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES	78
	6.4 PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE RÍOS, POR DESECHOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES .....	84
<b>VII.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>95</b>
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>107</b>
<b>X.</b>	<b>APÉNDICE .....</b>	<b>109</b>
<b>XI.</b>	<b>ACTIVIDADES DE GESTIÓN, VINCULACIÓN Y DIVULGACIÓN.....</b>	<b>113</b>
<b>XII.</b>	<b>ORDEN DE PAGO .....</b>	<b>114</b>

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

### INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio .....	18
<b>Figura 2.</b> Factores identificados por la población (1,507 personas participantes) .....	26
<b>Figura 3.</b> Otros factores identificados por la población (1,507 personas participantes). .....	27
<b>Figura 4.</b> Factores identificados por las municipalidades (05 municipios participantes). .....	28
<b>Figura 5.</b> Otros factores identificados por las municipalidades (05 municipios).....	29
<b>Figura 6.</b> Factores identificados por las instituciones.....	30
<b>Figura 7.</b> Otros factores identificados por las instituciones.....	31
<b>Figura 8.</b> Mapa de ubicación de los basureros no autorizados o clandestinos.....	41
<b>Figura 9.</b> Mapa de actividades económicas a orillas de los ríos en la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango.....	45
<b>Figura 10.</b> Mapa de uso del suelo en la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango. ....	46
<b>Figura 11.</b> Mapa de ubicación de puntos de descarga de aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango. ....	49
<b>Figura 12.</b> Puntos de descarga de muestreo de agua superficial, para su análisis químico -bacteriológico en la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango.....	52
<b>Figura 13.</b> Factor (s) de mayor importancia para la población (1,507 personas participantes). ....	56
<b>Figura 14.</b> Factor (s) de mayor importancia para las municipalidades (05 municipalidades participantes). ..	57
<b>Figura 15.</b> Factor (s) de mediana importancia para las municipalidades (05 municipalidades participantes). 58	
<b>Figura 16.</b> Factor (s) de menor importancia para las municipalidades (05 municipalidades participantes). ..	58
<b>Figura 17.</b> Factor (s) de mayor importancia para las instituciones (06 instituciones participantes). ....	60
<b>Figura 18.</b> Factor (s) de mediana importancia para las instituciones (06 instituciones participantes).....	60
<b>Figura 19.</b> Factor (s) de menor importancia para las instituciones (06 instituciones participantes). ....	61
<b>Figura 20.</b> Factor de mayor importancia en forma conjunta, para la población, municipalidades e instituciones.....	62
<b>Figura 21.</b> Factor de mediana importancia en forma conjunta, para la población, municipalidades e instituciones.....	62
<b>Figura 22.</b> Factor de menor importancia en forma conjunta, para la población, municipalidades e instituciones.....	63
<b>Figura 23.</b> Mapa hidrográfico de la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango. ....	64
<b>Figura 24.</b> Comparación de resultados de campo en río Selegua, Chiantla (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de la Organización mundial de la Salud. ....	69
<b>Figura 25.</b> Comparación de resultados de campo en río Selegua, Chiantla (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de descarga de aguas residuales 236-2,006 de Guatemala.....	72
<b>Figura 26.</b> Comparación de resultados de campo en río Selegua, Huehuetenango (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de la Organización Mundial de la Salud. ....	73
<b>Figura 27.</b> Comparación de resultados de campo en río Selegua, Huehuetenango (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de descarga de aguas residuales 236-2,006 de Guatemala.....	76
<b>Figura 28.</b> Estructura del modelo de gestión ambiental. ....	87
<b>Figura 29.</b> Estructura del modelo de gestión ambiental. ....	88
<b>Figura 30.</b> Estructura de la viabilidad jurídica y técnica. ....	88
<b>Figura 31.</b> Principios básicos de la sostenibilidad del modelo de gestión ambiental. ....	89
<b>Figura 32.</b> Componentes del funcionamiento del modelo de gestión ambiental .....	90
<b>Figura 33.</b> Funcionamiento del modelo de gestión ambiental .....	91
<b>Figura 34.</b> Lógica programática de funcionamiento del modelo de gestión ambiental. ....	92
<b>Figura 35.</b> Propuestas de la lógica programática del funcionamiento del modelo de gestión ambiental.....	94

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Población participante en la identificación de factores.-----	25
<b>Tabla 2.</b> Número de personas que identificaron los diferentes factores. -----	26
<b>Tabla 3.</b> Municipalidades participantes en la identificación de factores. -----	27
<b>Tabla 4.</b> Numero de municipalidades que identificaron los diferentes actores.-----	28
<b>Tabla 5.</b> Instituciones participantes en la identificación de factores. -----	29
<b>Tabla 6.</b> Número de instituciones que identificaron los diferentes factores. -----	30
<b>Tabla 7.</b> Cantidad de población para cada uno de los municipios ubicados dentro del área de estudio y su proyección para el 2,016.-----	32
<b>Tabla 8.</b> Características de la población en los municipios ubicados dentro del área de estudio. -----	32
<b>Tabla 9.</b> Índices de pobreza para la población dentro del área de estudio. -----	33
<b>Tabla 10.</b> Índice de producción per cápita para los municipios del área de estudio.-----	35
<b>Tabla 11.</b> Generación total de desechos sólidos domiciliarios por día y anual.-----	36
<b>Tabla 12.</b> Basureros clandestinos o no autorizados que se localizan en el área de estudio. -----	36
<b>Tabla 13.</b> Ubicación de basureros que se encuentran afectando directamente a los ríos. -----	40
<b>Tabla 14.</b> Actividades productivas a orillas de los principales ríos. -----	42
<b>Tabla 15.</b> Centros poblados que descargan aguas residuales en los ríos. -----	47
<b>Tabla 16.</b> Cantidad de viviendas conectadas al servicio de drenaje municipal. -----	50
<b>Tabla 17.</b> Volúmenes de descarga de aguas residuales de los centros poblados dentro del área de estudio. --	51
<b>Tabla 18.</b> Situación financiera municipal con respecto al manejo de los desechos sólidos. -----	53
<b>Tabla 19.</b> Situación financiera municipal con respecto al manejo de aguas residuales.-----	54
<b>Tabla 20.</b> Aplicación de normas municipales y desarrollo de programas de educación ambiental. -----	55
<b>Tabla 21.</b> Factores identificados de acuerdo a su valor de importancia, por parte de la población. -----	57
<b>Tabla 22.</b> Factores identificados de acuerdo a su valor de importancia por parte de las municipalidades. ----	59
<b>Tabla 23.</b> Factores identificados de acuerdo a su valor de importancia por parte de las instituciones. -----	61
<b>Tabla 24.</b> Número de actores que identificaron factores.-----	63
<b>Tabla 25.</b> Puntos de muestreo de agua superficial. -----	66
<b>Tabla 26.</b> Concentraciones de los principales parámetros de aguas residuales analizados en los ríos del área de estudio.-----	67
<b>Tabla 27.</b> Parámetros para evaluar la magnitud e importancia de las acciones hacia las variables ambientales.-----	78
<b>Tabla 28.</b> Identificación de impactos ambientales, matriz de LEOPOLD modificada. -----	79
<b>Tabla 30.</b> Matriz de valoración de impactos (Benéficos y/o perjudiciales).-----	81
<b>Tabla 31.</b> Parámetros para determinar el valor de importancia. -----	82
<b>Tabla 32.</b> Valor de importancia determinada para los impactos potenciales. -----	83
<b>Tabla 33.</b> Jerarquización de los impactos de acuerdo al valor de importancia. -----	84
<b>Tabla 34.</b> Legislación nacional que respalda la propuesta del modelo de gestión ambiental. -----	86
<b>Tabla 35.</b> Propuesta de abordaje de la problemática.-----	93

**“Modelo de gestión ambiental para la reducción de la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, ubicada en los municipios de Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango”**

**I. Resumen**

Se realizó un estudio de tipo exploratorio, descriptivo y participativo respecto a la red hídrica de la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango, Guatemala. Inicialmente se identificaron, caracterizaron y priorizaron los factores de contaminación, en donde, los sujetos de participación fueron: la población (1,507 personas participantes), municipalidades (05 participantes) e instituciones gubernamentales y no gubernamentales (06 participantes). Además, se estableció la calidad física, química y microbiológica del agua superficial del área de estudio, evaluando los parámetros de calidad ambiental asociado a la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales; seguidamente se identificaron, caracterizaron y valoraron los principales impactos ambientales provocados por la descarga de aguas residuales y vertido de desechos sólidos y finalmente haciendo uso de toda la información generada se planteó un modelo de gestión ambiental que responda administrativa, política y técnicamente al manejo integral de la cuenca a través de una forma ambiental correcta y socialmente aceptable. El periodo de ejecución del estudio fue de febrero a diciembre 2016. Se encontró que el factor más importante para la población es la falta de programas de educación ambiental, para las municipalidades e instituciones el crecimiento demográfico. En cuanto a la  $DBO_5$  existe un incremento en los niveles de carga contaminante (Materia orgánica, por descarga de aguas residuales) y DQO estableció la presencia de materia orgánica no biodegradable; además, se encontró contaminación biológica por coliformes en un nivel alto. El área de estudio no tiene la capacidad de disminuir dicha contaminación a través de procesos biológicos naturales. De acuerdo a la identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales los principales de mayor a menor importancia son: alteración de la calidad del agua superficial, alteración de la fauna y flora acuática, alteración del paisaje, daños a la salud por contacto directo con el agua y generación de malos olores. El modelo de gestión ambiental propone la creación de una estructura administrativa con respaldo técnico y financiero que garantice en el tiempo la sostenibilidad necesaria para el abordaje de la problemática, ya sea para que sea adoptada independientemente por cada una de las municipalidades o de forma conjunta a través por ejemplo de una mancomunidad. El modelo, propone que este sea integrado por los siguientes

componentes (participativo, técnico-financiero, organizacional y administrativo), así mismo, recomienda una lógica programática de intervención mediante el planteamiento de una política regional y local de gestión del recurso hídrico, con sus consiguientes planes, programas y proyectos.

***Palabras clave:*** Gestión ambiental, cuenca hidrográfica, contaminación, calidad del agua, impactos ambientales.

**"Environmental management model for the reduction of solid waste and wastewater pollution in the upper part of the Selegua river basin, located in the municipalities of Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, Santa Bárbara and San Sebastian Huehuetenango"**

**II. Abstract**

An exploratory, descriptive and participatory study was carried out regarding the water network of the upper part of the Selegua river basin, Huehuetenango, Guatemala. Initially, contamination factors were identified, characterized and prioritized. Participants were: the population (1,507 participants), municipalities (05 participants), and governmental and nongovernmental institutions (06 participants). In addition, the physical, chemical and microbiological quality of the surface water of the study area was evaluated, evaluating the parameters of environmental quality associated to the contamination by solid wastes and residual waters; The main environmental impacts caused by the discharge of waste water and solid waste disposal were identified, characterized and evaluated, and finally, using all the information generated, an environmental management model was proposed that responds administratively, politically and technically to the integral management of The basin through a correct and socially acceptable environmental form. The period of study execution was from February to December 2016.

It was found that the most important factor for the population is the lack of environmental education programs, for municipalities and institutions population growth. As for BOD5 there is an increase in the levels of pollutant load (Organic matter, by discharge of waste water) and COD established the presence of non-biodegradable organic matter; In addition, biological contamination by coliforms was found at a high level. The study area does not have the capacity to reduce this contamination through natural biological processes. According to the identification, characterization and valuation of environmental impacts, the main ones of major to minor importance are: alteration of surface water quality, alteration of aquatic fauna and flora, alteration of the landscape, damage to health by direct contact with the Water and generation of bad odors. The environmental management model proposes the creation of an administrative structure with technical and financial support that guarantees in time the sustainability necessary to address the problem, either to be adopted independently by each of the municipalities or jointly to Through for example of a

commonwealth. The model proposes that it be integrated by the following components (participatory, technical-financial, organizational and administrative), and also recommends a programmatic logic of intervention through the formulation of a regional and local policy of water resource management, with its Consequent plans, programs and projects.

*Key words:* Environmental management, hydrographic basin, pollution, water quality, environmental impacts.

### **III. Introducción**

El agua y su contaminación a nivel mundial es un problema muy grave. Según Langergraber, G., & Muellegger, E. (2005), estiman que aproximadamente el 40% de la población mundial no tiene acceso a servicios de saneamiento adecuados y el mayor impacto lo sufren aquellos países en vías de desarrollo, que descargan cerca del 90% de sus aguas residuales sin ningún tratamiento a los ríos, lagos y zonas costeras.

El IIARNA (2,006) establece en el perfil ambiental de Guatemala "tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental" que de acuerdo al balance hídrico nacional, el recurso agua en Guatemala (superficial y subterráneo), es un bien, que se encuentra lejos de considerarse como escaso. Estimando que del total del caudal bruto disponible, aproximadamente el sesenta y cinco por ciento (65%) es caudal no disponible, debido a factores de pérdida por uso en procesos ecológicos y reducción por contaminación, indicando que del total del caudal no disponible, el cuarenta por ciento (40%) se debe a la reducción por contaminación.

En el país, el recurso hídrico superficial, es sin duda, el que presenta los niveles más altos de contaminación. De acuerdo a Basterrechea, M. (1997); Bol Mendoza, HA. (2004); Juárez Pernillo, J.R. (2006) mediante investigaciones relacionadas respecto a la calidad del recurso hídrico superficial en las cuencas de los principales cuerpos de agua en el país (Lago de Amatitlán, Lago de Izabal y Lago Petén Itzá) establecen altos parámetros de contaminación relacionándolo directamente a las descargas de aguas residuales domésticas y agroindustriales.

Situación similar se establece en el recurso hídrico superficial en la parte alta de la cuenca del río Selegua, en la vertiente del Golfo de México, donde se ubican los principales centros poblados del Departamento de Huehuetenango como lo son: Chiantla, Huehuetenango, Malacatancito, Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango, donde la contaminación es ocasionada por las descargas directas de aguas residuales provenientes de los centros poblados y por el sector económico, así mismo, por el mal manejo de los residuos sólidos, los cuales son vertidos directamente a los ríos o bien, por la existencia de botaderos municipales o clandestinos a orillas de los ríos o en vertientes locales. Según Lima (2,003), es reconocida la escasez de investigaciones sobre los recursos hídricos y su gestión que consideren la percepción ambiental como fuente de información. Algunos ejemplos referentes a investigaciones de esta naturaleza son las del propio Lima (2,003) que trata de la percepción ambiental y participación pública en la

gestión de los recursos hídricos. Por su parte, Scatena (2,005) hace un análisis multivariado de la percepción ambiental de diferentes grupos sociales como instrumento de apoyo a la gestión de microcuencas, y Soares (2,006) estudia el uso y la problemática del agua según la perspectiva de las percepciones de los actores sociales locales con vistas a la promoción de una educación ambiental dirigida hacia el manejo sustentable del agua a nivel de cuenca.

Tomando en cuenta que la problemática ambiental es altamente compleja y que a nivel departamental y municipal la gestión ambiental es prácticamente incipiente, en cuanto a acciones y recursos implementados para dichos fines, la presente investigación a través del conocimiento de los factores que provocan la contaminación; la determinación de la calidad ambiental de la variable agua; la identificación, caracterización y valoración de los principales impactos ambientales por la generación de desechos sólidos y aguas residuales; proporcionaron información valiosa, para la propuesta de un modelo de gestión ambiental, en donde, las municipalidades de los 05 municipios que se encuentran dentro de la cuenca, podrán utilizar de base, para orientar esfuerzos de forma conjunta e ir generando una estructura administrativa, política y técnica, que les permita manejar, la cuenca de formas ambientalmente correctas y socialmente aceptables.

## **IV. Marco teórico y estado del arte**

### **4.1 Definiciones relacionadas al ambiente y su legislación en Guatemala**

#### 4.1.1 Ambiente o medio ambiente

De acuerdo al reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental del MARN en 2,007, este se define como, el sistema de elementos biotópicos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

#### 4.1.2 Gestión ambiental

Prosiguiendo con el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental del MARN, la gestión ambiental, se define, como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, a partir de un enfoque global.

#### 4.1.3 Orígenes de la Gestión Ambiental a Nivel Mundial

La gestión ambiental a nivel mundial dio inicio en el año de 1,948 en Fontainebleau (Francia) en el Congreso Constitutivo de la Unión Internacional de la Naturaleza –UICN- y la UNESCO, proponiendo una estrategia para “salvar el conjunto del mundo vivo y el medio ambiente”.

En el año de 1,968 en Founex (Suecia) se llevó a cabo la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, convocando a sus países miembros a la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano. Y en el año de 1,972 en Estocolmo (Suecia) denominándose como la conferencia Mundial de Estocolmo sobre el Medio Ambiente, en donde se crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) “Declaración de Estocolmo sobre Medio Humano”.

#### 4.1.4 Gestión Ambiental en Guatemala

Rastros sobre la gestión ambiental en Guatemala la encontramos en el año de 1,973, en donde se crea a nivel político; la Comisión Ministerial encargada de la “Conservación y Mejoramiento del Medio Humano”. (MYSPYAS, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, Agricultura, Relaciones Exteriores, Gobernación y Defensa Nacional). En 1,975

se crea a nivel técnico la Comisión Asesora del Presidente y de la Comisión Ministerial de Conservación y Mejoramiento del Medio Humano y en ese mismo año se nombran a los miembros de la comisión técnica.

Siendo el año de 1,986 a través del Decreto 68-86; que se crea y designa a la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA- como la entidad rectora de la gestión ambiental en Guatemala. Funcionando esta última hasta el año 2,000 cuando se da paso a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales a través del Acuerdo Gubernativo 35-2,000, y en ese mismo año, se crea el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales a través del Decreto 90-2,000.

#### 4.1.5 Legislación y Normativa ambiental guatemalteca en torno a la gestión de los desechos sólidos y aguas residuales

En la Constitución de la República de Guatemala; en el Artículo 97, sobre medio ambiente y equilibrio ecológico, nos indica que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional deben estar obligados a favorecer el desarrollo social, económico y tecnológico para prevenir la contaminación del ambiente y mantener un equilibrio ecológico. Además, nos indica que es importante dictar todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua, se ejecuten racionalmente, para evitar su devastación.

En el caso de la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (Decreto 69-86), en el título III (De los sistemas y elementos ambientales), del Capítulo II (Del sistema hídrico), en su artículo 15, nos explica que se debe ejercer control para el aprovechamiento y uso de las aguas y que estas no produzcan deterioro ambiental.

Es significativo revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o contaminadas para que se cumplan las normas de higiene y saneamiento ambiental, además, es substancial determinar técnicamente aquellos casos en donde se permita el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en la fuente receptora (de acuerdo a las normas de calidad de agua) cuyo fin es una buena prevención de los niveles de contaminación de los ríos, lagos, mares, etc. (Congreso de la República de Guatemala, GT. 1,986).

#### 4.1.6 Relacionadas al impacto ambiental

Podemos leer en el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental (Acuerdo gubernativo 431-2007), la importancia que tienen los impactos ambientales como sus efectos:

- Impacto ambiental: Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.
- Impactos ambientales potenciales: Estos corresponden a un efecto positivo o negativo que podría ocasionar la puesta en marcha de un proyecto, obra, industria o actividad nueva, sobre el medio físico, biológico y humano, según: La superficie que cubre (Área del proyecto), localización, tipo de proceso productivo, nivel de tecnificación, tamaño (Número de empleados), normativa y regulación sobre la actividad específica.
- Área ambientalmente frágil: Es el espacio geográfico, que en función de sus condiciones de vocación, capacidad de uso del suelo o de ecosistemas que lo conforman, o bien de su particularidad sociocultural, presente una capacidad de carga limitada por tanto limitantes técnicos para su uso y para la realización de proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad.
- Evaluación de efectos acumulativos: Es el proceso consistente en analizar y evaluar sistemáticamente los cambios ambientales combinados, originados por la suma sistemática de los efectos de proyectos, obras, industrias o en cualquier otra actividad desarrolladas dentro de un área geográfica definida.

Los efectos acumulativos se refieren a la acumulación de cambios inducidos por el hombre en los componentes ambientales a través del espacio y del tiempo. Estos impactos pueden ocurrir en forma aditiva o de manera interactiva.

La Evaluación de efectos acumulativos es necesaria a fin de establecer planes de uso del suelo que sean conformes con la situación ambiental real del entorno y como forma para identificar las medidas correctivas, de mitigación, saneamiento y/o rehabilitación que deberían llevarse a cabo, a fin de restaurar el equilibrio ecológico en esos espacios geográficos que están siendo motivo de uso y administración, requerido por parte de la Dirección General de Gestión ambiental y Recursos naturales, fundamentado en criterio técnico. (MARN 2,007, p. 2-4).

#### 4.1.7 Recolección, tratamiento y disposición de desecho sólidos

En el Código municipal (Decreto 12-2002), en su artículo 68, inciso A, nos explica que una de las competencias principales para el municipio están relacionadas a la limpieza y ornato del mismo, asimismo, en los artículos 34, 35, 36, 50, 51 y 95, nos dice que la base administrativa debe dar una respuesta eficiente al manejo adecuado de las aguas residuales municipales y los residuos sólidos.

#### 4.1.8 Código de salud

De acuerdo al decreto 90-97, en el capítulo IV, sobre salud y ambiente, en su sección III, relacionada a la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales; en su artículo 92, las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimiento público o privado, deben otorgar la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, aguas residuales y servidas; y ejercer el mantenimiento de los mismos.

En el artículo 96, nos indica que la construcción de obras de tratamiento, debe ser una responsabilidad de las municipalidades o de los usuarios en las cuencas o subcuencas afectadas, cuyo fin es evitar la contaminación de fuentes de aguas, ríos, lagos, etc. Y en el artículo 97, habla sobre la descarga de aguas residuales, y en donde queda totalmente prohibido descargar contaminantes de origen industrial, agroindustrial, sin un previo dictamen favorable.

En la sección IV, artículo 102, corresponde a las municipalidades ser responsable de la prestación de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos, y estas podrán utilizar lugares específicos para los respectivos rellenos sanitarios, previos a un dictamen favorable.

#### 4.1.9 Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos -CONADES- (Acuerdo gubernativo 234-2004)

En el artículo 1, se menciona que existe una comisión nacional para el manejo de desechos sólidos y que es un órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales.

En el artículo 3, indica que esta comisión, coordinará interinstitucional e intersectorialmente con los diversos actores del gobierno central, las municipalidades, la sociedad civil y el sector privado, para desarrollar programas y proyectos relacionados con el manejo y control de desechos sólidos. Además, deben gestionar la asesoría para la modernización de la gestión de los desechos sólidos, tóxicos y peligrosos, con ello debe haber capacidad técnica, administrativa y financiera para financiar estos proyectos.

#### 4.1.10 Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo gubernativo no. 111-2005)

En el artículo 1, sobre la aprobación de la política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, se crea esta herramienta para garantizar la operación del manejo de los residuos y desechos sólidos, cuyos objetivo general va encaminado a reducir los niveles de contaminación ambiental para que la meta sea que Guatemala sea un país limpio y ordenado, brindando a la población un ambiente saludable. Además, esta política, ha instaurado que las instituciones públicas involucradas en el manejo integral de los residuos y desechos sólidos funcionen con eficiencia y eficacia en la administración y financiamiento de los servicios municipales, como en la parte jurídica y normativa.

Ellos deben promover a la población el cambio de hábitos en cuanto a la cultura de producción, consumo, manejo y disposición de residuos, involucrar a la sociedad civil en auditorias sociales para el mantenimiento de un ambiente saludable a través de los mecanismos establecidos en la ley (consejos comunales y municipales de desarrollo social). Conjuntamente, propiciar la participación de empresas privadas en la concesión de servicios, proyectos dirigidos a la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos; y una reducción en la producción y comercio de desechos peligrosos.

#### 4.1.11 Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo gubernativo 236-2006)

En el artículo 17, nos explica que los entes generadores deben reducir en una forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales con descargas de cuerpos receptores.

En el Apéndice 1, se muestran los valores y etapas del modelo de reducción progresiva de DBO. Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el estudio técnico. Dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno, se utilizará el valor inicial de descarga del estudio técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

En el artículo 18, nos muestra, que en el estudio técnico, los entes generadores deben incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer la relación con la demanda bioquímica de oxígeno (aplicar la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno).

Para el artículo 19, en la finalización del modelo de reducción progresiva de cargas, debe establecerse tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad de oxígeno. Si estos entes generadores que alcancen y mantengan los valores, habrán cumplido con la meta establecida en este artículo y con el modelo de reducción progresiva de cargas citadas anteriormente en el artículo 17.

Entonces, los entes generadores existentes que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con los porcentajes correspondientes a la primera columna del lado izquierdo correspondiente a los rangos, en el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17.

Los entes generadores existentes de aguas residuales de tipo especial y ordinario que después de tratar dichas aguas, y que en cualesquiera de las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas alcancen y mantengan valores en el parámetro de calidad asociado, iguales o menores que cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

#### 4.1.12 Indicadores ambientales

El concepto de indicador deriva del verbo latino *indicare*, que significa revelar, señalar. Y aplicado a la sostenibilidad de los municipios, los indicadores son un conjunto de parámetros que proporcionan información sobre el estado de la relación entre los vecinos del municipio y el medio ambiente.

El modelo de Presión-Estado-Impacto-Respuesta (PEIR), introducido por la OCDE en 1994, fue utilizado para la generación del manual de indicadores ambientales, propuesto por el IARNA en ese mismo año. Este se basa en el concepto de causalidad “las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales”. La sociedad responde a esos cambios a través de políticas ambientales sectoriales y económicas. Esto crea un círculo causa-efecto hacia las actividades humanas de presión. En términos generales, estos pasos forman parte de un círculo de política ambiental que incluye la percepción del problema, la formación de políticas, y el seguimiento y evaluación de las mismas”.

#### 4.1.13 Calidad del agua

Bandes (1,984), la define como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas de agua e indica que estas características están relacionadas al origen e historia del agua, es decir, que el agua va a tener determinada calidad a partir de su origen (manantial, pozo, lluvia) pudiendo variar de acuerdo a los lugares que recorra hasta antes de ser utilizada, ya que en estos puntos intermedios puede sufrir alteraciones en sus características debido a contaminación o bien autopurificarse. Por ello, es importante estudiarla para luego relacionarla con el uso que se le quiere destinar, ya que dependiendo del uso, así serán las exigencias en la presencia o ausencia de las principales características o parámetros que determinan la calidad del agua.

#### 4.1.14 Parámetros para aguas residuales

En el país, la única norma que existe es el reglamento de descargas de aguas residuales el cual presenta los límites máximos permisibles que las aguas residuales deben de tener para que se autorice la descarga a cuerpos receptores (Ríos, manantiales, lagos, etc.).

En el Apéndice 2, se presentan los límites y sus respectivos parámetros.

Todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos con sistemas de tratamiento primario. Las municipalidades que reciban descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público, que contengan compuestos que no puedan ser tratados en un sistema de tratamiento primario, no estarán sujetas a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la etapa uno del cuadro anterior, del presente artículo, lo cual deberá ser acreditado en el estudio técnico.

La anterior disposición no exime a las municipalidades de cumplir con límites máximos permisibles de los parámetros del párrafo anterior en las etapas subsiguientes.

#### 4.1.15 Normas de calidad para fuentes de agua OMS 1,964

Según la Organización Mundial de la Salud, los cuerpos de agua dulce (Ríos, manantiales, lagos, estanques, etc.) deberían de cumplir con ciertas características físicas, químicas y bacteriológicas, para considerarse aptas para cualquier uso y por lo tanto garantizar la vida en sus diversas expresiones en dichos cuerpos de agua.

En el Apéndice 3, se presentan los límites máximos permisibles de los componentes peligrosos para la salud.

En seguida de esta norma, la OMS ya no propuso estándares o normas de calidad para las fuentes de agua, sino se dedicó a generar guías para la calidad del agua potable. En el año de 1,993 la OMS nuevamente generó la tercera edición de la guía de calidad del agua potable.

De ésta se extrajeron los valores de límites máximos permisibles de algunos parámetros y de esta forma poder completar la norma de calidad para las fuentes de agua, lo anterior tomando como base el principio de que si la calidad del agua, reúne los estándares para consumo humano, esta puede ser utilizada para: conservar la flora y fauna acuática, crianza de especies destinadas a la alimentación, riego de cultivos anuales, semipermanentes y permanentes, abastecimiento industrial y generación de energía, abastecimiento para recreación con contacto primario y secundario.

En el Apéndice 4, se presentan las normas para los indicadores químicos de contaminación.

#### 4.1.16 Impactos ambientales

Según el reglamento de evaluación control y seguimiento ambiental (Acuerdo gubernativo 431-2007), indica que es cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.

#### 4.1.17 Modelo, modelación, tipos de modelos

Un modelo es un bosquejo que representa un conjunto real con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, pero sin pretender aportar una réplica de lo que existe en la realidad. Los modelos son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, cuando es imposible trabajar directamente en la realidad en sí.

El uso de modelos, a veces llamado "modelación", es un instrumento muy común en el estudio de sistemas de toda índole. Los modelos son especialmente importantes, porque ellos nos ayudan a comprender el funcionamiento de los sistemas.

El empleo de modelos facilita el estudio de los sistemas, aun cuando éstos puedan contener muchos componentes y mostrar numerosas interacciones como puede ocurrir si se trata de conjuntos bastante complejos y de gran tamaño. El trabajo de modelación constituye una actividad técnica como cualquiera otra, y dicha labor puede ser sencilla o compleja según el tipo de problema específico que se deba analizar.

Los modelos pueden ser cualitativos y/o cuantitativos, representados en forma gráfica o escrita, esto dependiendo de los intereses entorno a la problemática percibida o fenómeno a estudiar. Los modelos cualitativos determinan, de manera general, las relaciones entre diferentes factores o componentes del sistema. Estos modelos no pretenden cuantificar dichas relaciones sino solamente facilitar el entendimiento de cómo funciona el proceso específico que nos interesa.

Al construir modelos gráficos, es aconsejable comenzar en forma sencilla para luego ampliar el modelo y poder incluir todos los factores esenciales. Es así como finalmente se

puede describir el proceso específico que nos interesa con todo el detalle necesario para cumplir el propósito del análisis. La modelación es una actividad creativa, interesante y de mucha utilidad. A continuación presentamos tres tipos de modelos cualitativos que se utilizan en el análisis de sistemas de producción animal.

Después de desarrollar un modelo cualitativo que represente adecuadamente la realidad, podemos proceder a incluir números y expresiones matemáticas para convertirlo en un modelo cuantitativo. Este paso ayuda a refinar el modelo conceptual al intentar de introducir valores numéricos a todos los factores incluidos en el modelo.

Cuando falta la información numérica, se puede recurrir a tres acciones como paliativo a estas restricciones: i) Modificar el modelo cualitativo conforme para incluir sólo los datos disponibles. ii) Introducir valores supuesto, basándose en la experiencia personal y en referencias bibliográficas. iii) Determinar los valores numéricos requeridos, por medio de un estudio específico de la situación en cuestión.

## **V. Materiales y métodos**

### **5.1 Tipo de investigación**

Fue una investigación exploratoria, descriptiva y participativa, debido a que se realizó sobre la base del fenómeno de una realidad concreta (Contaminación del agua superficial en una cuenca por desechos sólidos y aguas residuales), donde intervinieron múltiples variables de interacción compleja. Se usó una serie de métodos, técnicas e instrumentos para su recolección y posterior análisis de la información (Encuestas, entrevistas, boletas, matrices de vaciado y listas de cotejo). Participaron los pobladores, autoridades municipales e instituciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en el área de estudio.

Se interpretó correctamente las causas y efectos de la problemática actual, así como el estado situacional ambiental de las variables sociales, políticas y ambientales que dio paso al planteamiento de futuras líneas y temas de investigación para un análisis profundo de los resultados obtenidos, así como el interés de aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos que se generaron principalmente.

Finalizado el modelo de gestión ambiental, vendrá una etapa de validación y ejecución, pretendiendo modificar las causas de la problemática, para dar soluciones oportunas

(Ambientalmente correcta y socialmente aceptada) a la problemática y prevenir las consecuencias socio-ambientales.

## **5.2 Técnicas e instrumentos**

### **5.2.1 Caracterización biofísica y social del área de estudio**

Se caracterizó biofísica y socialmente el área de estudio (Parte alta de la cuenca del río Selegua); se identificaron los factores o causas de la contaminación de la red hídrica con la participación de la población, autoridades municipales e instituciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en el área; se estableció la calidad física, química y microbiológica del agua superficial; se identificaron los principales impactos ambientales provocados por la descarga de aguas residuales y desechos sólidos y finalmente se planteó un modelo de gestión ambiental tomando en consideración los resultados de cada uno de los objetivos del estudio.

#### **5.2.1.1 Delimitación del área de estudio**

Con ayuda de información cartográfica convencional (Mapas topográficos) a escala 1:50,000 y digital (Ortofotos, cartografía digital) a escala 1:5,000, se delimitó el área de estudio, es decir, la parte alta de la cuenca (Municipios que abarca: Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, San Sebastián Huehuetenango y Santa Bárbara). Se trabajó a nivel de semidetalle y las publicaciones a escala 1:90,000 a través sistemas de información geográfica (QGis).

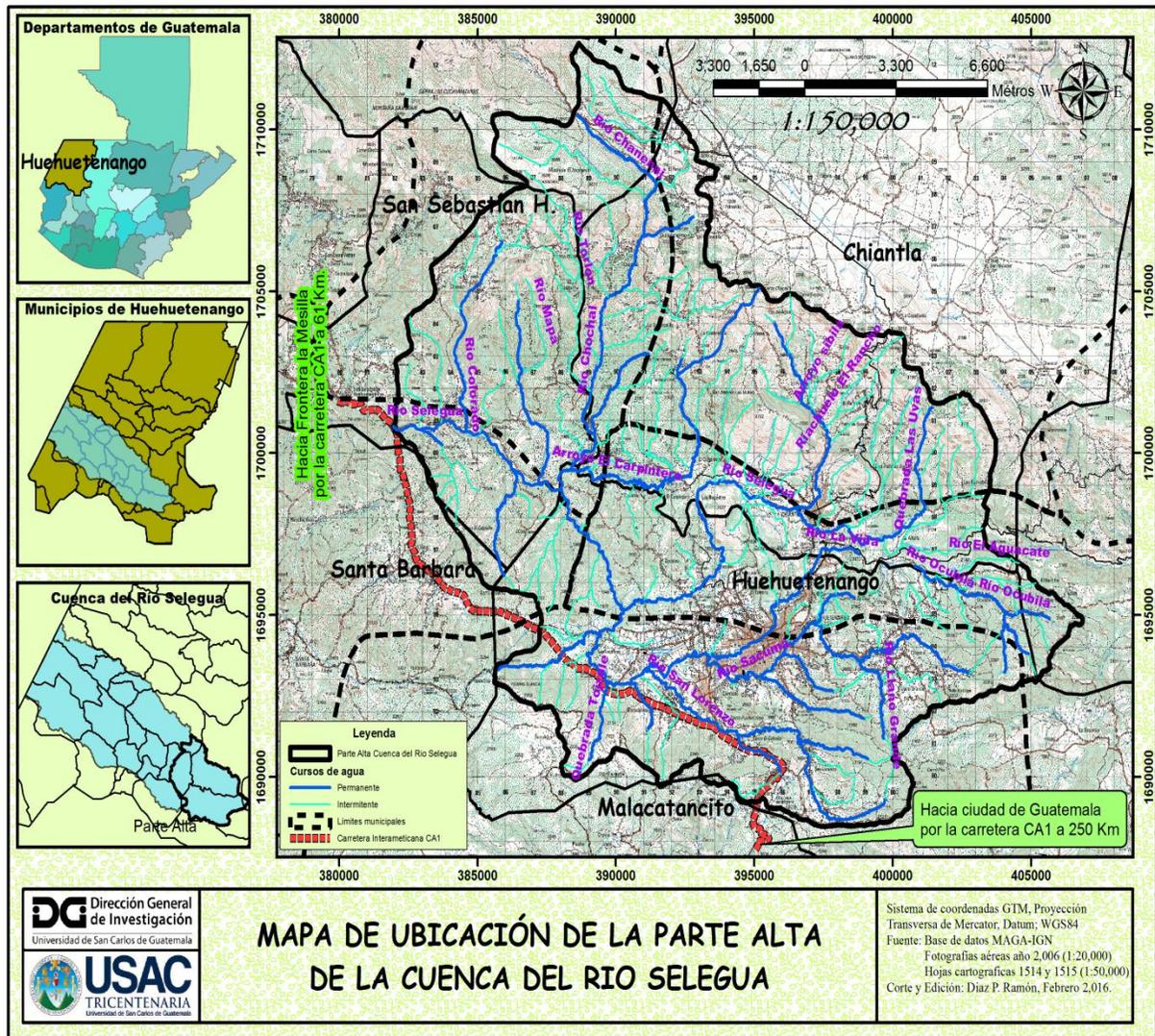


Figura 1. Ubicación del área de estudio  
 Fuente: Elaborado por los autores (2,016).

### 5.2.1.2 Aspectos biofísicos

Mediante el sistema de información geográfica y haciendo uso de técnicas cartográficas y de fotointerpretación, se generaron los siguientes mapas temáticos que muestran aspectos biofísicos del área de estudio: Ubicación, hidrográfico, centros poblados, uso actual de la tierra, puntos de muestreo de aguas superficiales, ubicación de basureros autorizados y no autorizados, y ubicación de puntos de descarga de aguas residuales.

## 5.2.2 Identificación, caracterización y priorización de los factores que provocan contaminación

El estudio de los factores, se basó en dos aspectos: a) Identificación de factores y, b) La caracterización de los factores.

### 5.2.2.1 Identificación de los factores

La identificación de los factores se realizó mediante el método de la encuesta, la técnica de las entrevistas y del instrumento de las boletas (Actores: Pobladores, municipalidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales).

- Entrevista a la población: Se elaboró una boleta de entrevista. Se llevó a cabo únicamente en los centros poblados que se encuentran a orillas de los principales ríos del área de estudio y que fueron clasificados como centros poblados grandes de acuerdo a la cantidad de población, dirigidos a personas mayores de edad. Para realizar las entrevistas se llevó a cabo una encuesta poblacional, desarrollando un muestreo estadístico del tipo simple aleatorio. El universo está conformado por todos los habitantes de los principales centros poblados hombres o mujeres mayores de edad, es decir, se conoció el tamaño de la población. El tamaño de la muestra se determinó haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{NE^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

n= tamaño de la muestra de una población

$Z^2$  = nivel de confianza (valor predeterminado de tabla)

p= probabilidad de éxito (0.5)

q= (1-p)

E= margen de error o error aleatorio

N= tamaño de la población

Y finalmente, el nivel de confianza establecido será del 90% y un error de muestreo de 5%.

- Entrevista a las Municipalidades: Se diseñó una boleta de entrevista. Para realizar las entrevistas fue necesario llevar a cabo una encuesta, para este caso no fue necesario tomar una muestra, sino se hizo un barrido total con todas las municipalidades que tienen presencia en el área de estudio.
- Entrevista a las Instituciones: Se diseñó una boleta de entrevista. Para realizar las entrevistas fue necesario llevar a cabo una encuesta, para este caso no fue necesario tomar una muestra, sino se hizo un barrido total con todas las instituciones que tienen presencia en el área de estudio.

#### 5.2.2.2 Caracterización de los factores

Mediante las técnicas de investigación bibliográfica y la observación de campo, haciendo uso de instrumentos como fichas de registro, listas de cotejo, análisis de documentos, se establecieron los indicadores sociales, ambientales y políticos-institucionales.

- Indicadores sociales: Haciendo uso de la información generada por el Instituto Nacional de Estadística –INE-, se establecieron los siguientes datos: Cantidad de población por cada uno de los centros poblados ubicados dentro del área de estudio; proyección de población al año 2,016; densidad poblacional en Hab/Km<sup>2</sup>; etnia; alfabetismo y niveles de pobreza.
- Indicadores ambientales: Se utilizó el “Manual para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos y el agua, a nivel local, en la República de Guatemala, a través de indicadores ambientales municipales”. El cual se basa, en el modelo de Presión-Estado-Impacto-Respuesta (PEIR), introducido por la OCDE (1,994), citado en IIARNA (2,004) “Indicadores ambientales municipales”, que se basa en el concepto de causalidad “las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales”.

Se establecieron los indicadores ambientales, que se encuentran dentro del esquema de análisis dentro de Presión: a) Indicadores para desechos sólidos: Presión: Producción per cápita por día de basura (PPC) en Kg/hab/día; número y ubicación de basureros clandestinos; número y georreferenciación de basureros sobre cuerpos de agua; área municipal cubierta por basura (m<sup>2</sup>). b) Indicadores para recursos hídricos: Presión: Número y ubicación de actividades productivas a orillas de los ríos principales; número y ubicación de poblaciones rurales y urbanas que descargan aguas residuales en ríos; número y porcentaje de viviendas

conectadas al servicio de drenaje municipal de las poblaciones que se encuentren a orillas de ríos; volumen de descarga de aguas residuales (m<sup>3</sup>/día) en las poblaciones que se encuentran a orillas de ríos.

La obtención de la información de los anteriores indicadores, se basó en revisión de literatura e información generada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos –CONADES- y las Municipalidades.

Para el caso del área cubierta por basura y georreferenciación de basureros, se hizo a través de recorridos de campo por el área de estudio y a lo largo del cauce de la corriente principal (Río Selegua, Chiantla, Huehuetenango, Unión de vertientes y punto de aforo). Así como la obtención de información a través de las municipalidades y del Ministerio de Ambiente, para el caso de las conexiones a drenajes y plantas de tratamiento.

- Indicadores político-institucionales: Se hizo uso del “Manual para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos y el agua, a nivel local, en la República de Guatemala, a través de indicadores ambientales municipales”. Determinando los indicadores ambientales, que se encuentran dentro del esquema de análisis dentro de respuesta. a) Indicadores para desechos sólidos y recursos hídricos: Respuesta: Presupuesto del servicio de aseo municipal versus total de presupuesto municipal; generación de ingresos por prestación del servicio de manejo de basura municipal versus costo total del servicio; número de funcionarios/usuario; número y ubicación georreferenciada de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (capacidad instalada y volumen tratado en L/seg); presupuesto del servicio de tratamiento de aguas residuales versus total de presupuesto municipal; generación de ingresos por prestación del servicio de tratamiento de aguas residuales versus costo total del servicio.

### 5.2.2.3 Importancia y priorización de los factores

A través de la técnica de análisis estadístico de frecuencias y los instrumentos de gráficas y escala numérica se determinó la importancia de los factores por parte de los actores encuestados.

a) Determinación del valor de importancia: La determinación del valor de importancia se realizó mediante análisis estadístico de frecuencias respecto a los factores que la población, las municipalidades y las instituciones priorizaron como los más importantes. Sirviendo de base

para la determinación de alternativas de solución dentro del modelo de gestión ambiental.

b) Priorización de los factores: Este análisis se llevó a cabo mediante el ordenamiento de la información de valoración de importancia, con base en la prioridad de los factores, ordenándolos o jerarquizándolos de mayor a menor importancia.

### 5.2.3 Calidad ambiental

#### 5.2.3.1 Calidad ambiental del recurso hídrico

Mediante la técnica de observación y de los instrumentos como fichas de registro, libreta de campo, fotografías y mapas se determinaron los sitios de muestreo y frecuencias de muestreo. El muestreo realizado fue el del tipo diferencial, es decir, se realizó la toma de muestras en un total de seis (06) puntos a lo largo de toda la red de drenaje y se estableció las diferencias de contaminación antes y después de los principales centros poblados, unión de vertientes y punto de aforo de la parte alta de la cuenca del río Selegua. A través del método de laboratorio de análisis físico, químico, bacteriológico, haciendo uso de las técnicas de captación y transporte de muestras, análisis comparativos de datos y de los instrumentos como cuadros comparativos, gráficas y escalas estimativas se determinó la calidad de agua.

Los parámetros que se determinaron fueron los que están íntimamente relacionados a la contaminación por aguas residuales y desechos sólidos y fueron comparados con los que aparecen referidos en el reglamento de control de descargas de aguas residuales y disposición de lodos para Guatemala y los propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1964 y 1993) para fuentes de agua dulce superficial: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), color, nitratos, fosfatos, sólidos en suspensión totales, sólidos sedimentables, pH, coliformes totales y fecales.

#### 5.2.4 Evaluación de impactos ambientales

Mediante la técnica de observación y haciendo uso de los instrumentos como lista de cotejo, fotografías, escalas estimativas y matriz de Leopold se identificaron los impactos ambientales. Estos se caracterizaron mediante técnicas de investigación bibliográfica y la observación de campo, haciendo uso de instrumentos como análisis de documentos y listas de cotejo. Y se valoraron a través de la técnica de observación mediante instrumentos como escalas estimativas

y formula de valoración para determinar así su importancia, la cual consiste en ponderar los impactos a través de una matriz tomando en consideración los siguientes factores: intensidad, extensión, momento, persistencia y reversibilidad. Luego y haciendo uso de los valores obtenidos se aplicó la siguiente fórmula:  $I: +/- (3Int + 2E + M + P + R)$ . Dónde: I= Importancia, +/- = impacto positivo o negativo, Int = Intensidad, E= Extensión, M= Momento, P= Persistencia, R= Reversibilidad. Finalmente al tener los valores de importancia estos se clasificaron de mayor a menor importancia.

### 5.2.5 Modelo de gestión ambiental

El modelo de gestión ambiental, se generó con base a la información generada en los apartados anteriores y responde a la estructura y funcionamiento del tipo "matricial" descriptivo. Gráficamente es una matriz de doble entrada, es decir, se tomó en cuenta por un lado los factores más importantes y priorizados, que se consideran como causantes de la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales. Y por el otro lado, las variables relacionadas a las capacidades de respuesta actuales que los sectores políticos-institucionales, que están implementando las respectivas instancias. Por lo tanto, esta modelación, incluye el escenario mediante el cual se fortalezcan las acciones tomadas actualmente y las que se deberían implementar de acuerdo al marco legal-regulatorio nacional ambiental, en torno a la gestión de los desechos sólidos y aguas residuales.

### 5.2.6 Operacionalización de las variables

A continuación se muestra la descripción de las variables cualitativas y cuantitativas, como se midieron o cualificaron.

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>
1. Identificar, caracterizar y priorizar la importancia de los factores que provocan la contaminación de ríos, por desechos sólidos y aguas residuales.	Factores o causas.	Entrevistas. Revisión bibliográfica. Recorridos de campo. Análisis estadístico.	Boleta de entrevista poblacional, municipal e institucional. Lista de cotejo, para visitas de campo.	Para la identificación, la escala de medición fue la de tipo "Ordinal", en donde se midieron a escala numérica (Frecuencias) la percepción de los actores (Población, municipalidades e instituciones)

				<p>respecto a los factores o causas de la contaminación.</p> <p>Para la caracterización, la escala de medición fue la de tipo “Razón” en donde se midieron en escala numérica (Porcentajes, coeficientes) una serie de indicadores.</p>
<p>2. Evaluar la calidad ambiental del agua en ríos, asociado a la contaminación de desechos sólidos y aguas residuales.</p>	<p>Concentraciones de parámetros de calidad química en agua superficial (Ríos).</p>	<p>Muestreos de agua superficial a nivel de campo. Análisis de laboratorio. Mapas temáticos.</p>	<p>Puntos georreferenciados de muestreo. Equipo de laboratorio para análisis de muestras. Sistema de información geográfica.</p>	<p>La escala de medición fue del tipo “Intervalo”, en donde se midió los diferentes parámetros de la calidad del agua en escala numérica (Concentraciones en mg/l, T°)</p>
<p>3. Identificar, caracterizar y valorar los principales impactos ambientales por la contaminación de desechos sólidos y aguas residuales.</p>	<p>Impactos ambientales.</p>	<p>Muestreos de campo. Llenado de boletas.</p>	<p>Matrices y diagramas de interacción. Matrices de clasificación y priorización. Formula del valor de importancia.</p>	<p>En la identificación de los impactos la escala de medición fue “Ordinal”. Se midió los impactos positivos o negativos, con valor numérico respecto a la magnitud e importancia.</p> <p>Para la caracterización, la escala de medición fue la del tipo “Razón”, en donde se midieron en escala numérica (Porcentajes, coeficientes), una serie de indicadores.</p>
<p>4. Proponer un modelo de gestión ambiental para la reducción de la</p>	<p>Factores técnicos, administrativos, financieros y políticos.</p>	<p>Análisis y síntesis de la información generada. Llenado de</p>	<p>Matrices descriptivas. Matrices de interacción. Diagrama de</p>	<p>Cuantitativa.  Descriptiva.</p>

contaminación de ríos, por desechos sólidos y aguas residuales.		boletas. Llenado de matrices.	redes. Diagrama de generación de políticas públicas.	
---	--	----------------------------------	---	--

## VI. Resultados

### 6.1 Identificación, caracterización y priorización de la importancia de los factores que provocan la contaminación de ríos, por desechos sólidos y aguas residuales

#### 6.1.1 Identificación de factores

##### 6.1.1.1 Por parte de la población

**Tabla 1. Población participante en la identificación de factores.**

No.	Participantes	Ubicación: Municipio/Departamento.	Número de participantes
1	Población	Huehuetenango, cabecera	270
2	Población	Las Lagunas, zona 10, Huehuetenango	258
3	Población	Chiantla, La Villa, Huehuetenango	265
4	Población	Aldea Chochal, San Sebastián H., Huehuetenango	235
5	Población	Aldea Pueblo Viejo, San Sebastián H., Huehuetenango	234
6	Población	Aldea Chicol, Santa Bárbara, Huehuetenango	245
Totales			1,507

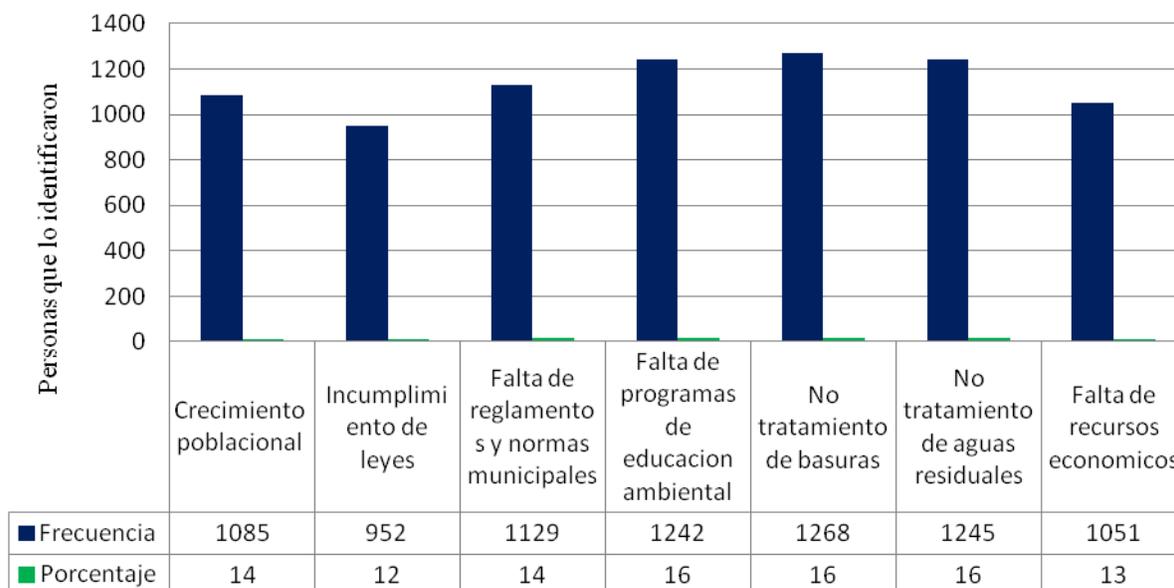
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 1, podemos apreciar que se tomaron en cuenta los centros poblados que se encuentran a las orillas o áreas de influencia de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango, para ello participaron 1,507 personas.

A continuación se muestra de forma gráfica los factores identificados por parte de la población, que provocan la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, siendo estos:

- Crecimiento de la población
- Incumplimiento de leyes
- Falta de reglamentos y normas municipales
- Falta de programas de educación ambiental
- No tratamiento de basura

- No tratamiento de aguas residuales
- Falta de recursos económicos de la población



Factores identificados por la población

Figura 2. Factores identificados por la población (1,507 personas participantes)  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

**Tabla 2. Número de personas que identificaron los diferentes factores.**

No.	Factor identificado	Número de personas que lo identificaron
1	Crecimiento de la población	1,085
2	Incumplimiento de leyes	952
3	Falta de reglamentos y normas municipales	1,129
4	Falta de programas de educación ambiental	1,242
5	No tratamiento de basura	1,268
6	No tratamiento de aguas residuales	1,245
7	Falta de recursos económicos de la población	1,051

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 2, observamos que los factores más identificados fueron: No existe tratamiento de basuras (84 %), no existe tratamiento de aguas residuales (83%) y la falta de programas de educación ambiental (82%).

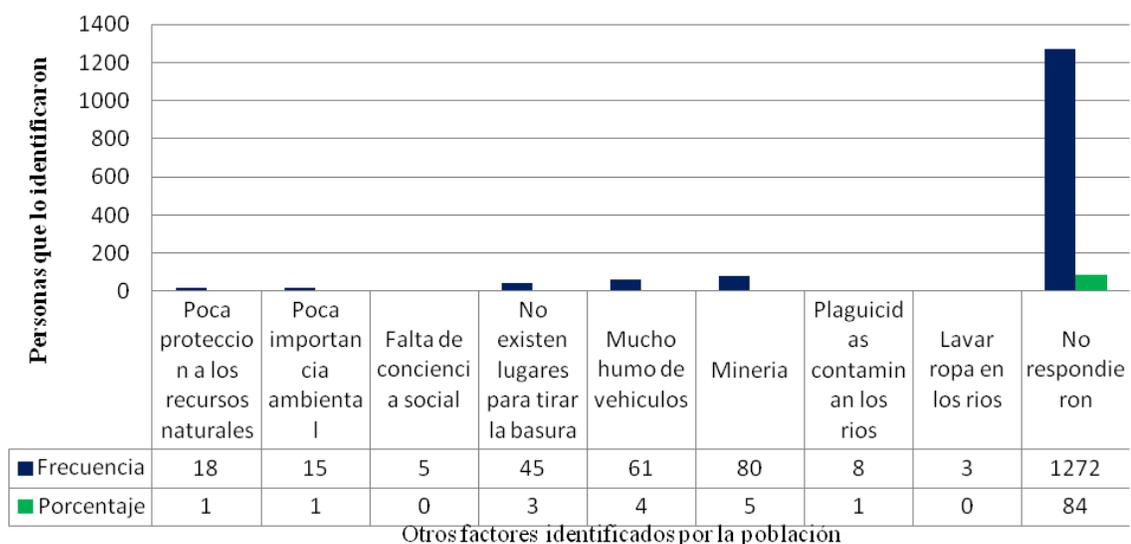


Figura 3. Otros factores identificados por la población (1,507 personas participantes).  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

De las 1,507 personas participantes, solamente 80, identificaron la minería como otro factor. Lo anterior visualiza, que la población al presentarles otras opciones en la boleta de entrevista, no logra visualizar otras causas en la problemática, probablemente por niveles educativos, la cultura, la pobreza, etc.

#### 6.1.1.2 Por parte de las municipalidades

**Tabla 3. Municipalidades participantes en la identificación de factores.**

No.	Participantes	Ubicación: Municipio.	Número de participantes
1	Municipalidades	Huehuetenango, Chiantla, Malacatancito, San Sebastián H., Santa Bárbara.	05

En la tabla 3, observamos que las 05 municipalidades han identificado los principales factores que provocan la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, los siguientes:

- Crecimiento poblacional
- Incumplimiento de leyes
- Falta de reglamentos y normas municipales
- Falta de programas de educación ambiental

- No tratamiento adecuado de basura
- No tratamiento de aguas residuales
- Falta de recursos económicos de la población

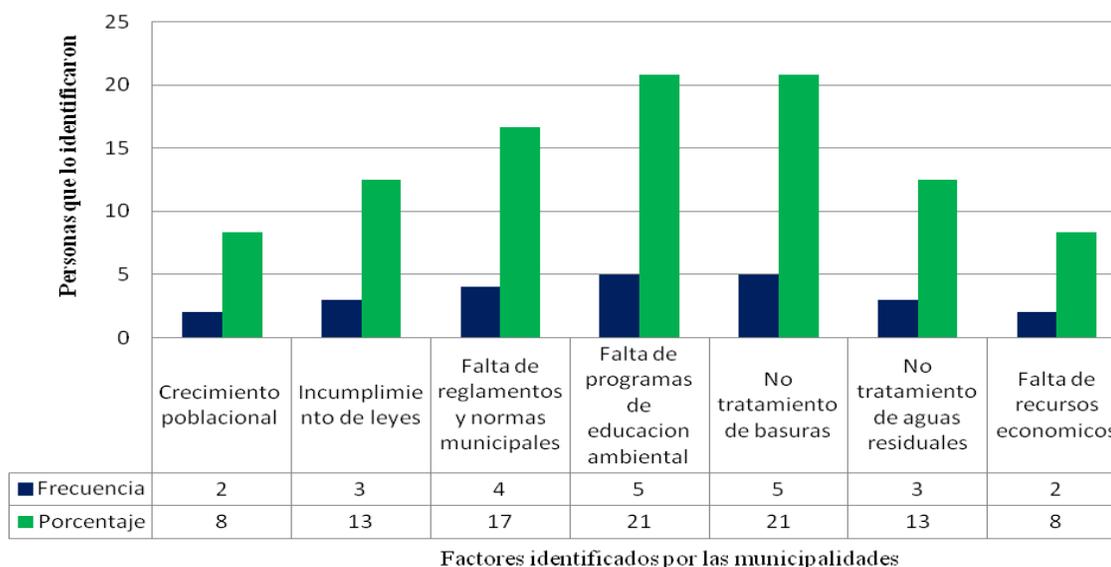


Figura 4. Factores identificados por las municipalidades (05 municipios participantes).  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

**Tabla 4. Numero de municipalidades que identificaron los diferentes actores.**

No.	Factor identificado	Número de municipalidades que lo identificaron
1	Crecimiento de la población	2
2	Incumplimiento de leyes	3
3	Falta de reglamentos y normas municipales	4
4	Falta de programas de educación ambiental	5
5	No tratamiento de basura	5
6	No tratamiento de aguas residuales	3
7	Falta de recursos económicos de la población	2

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 4, observamos que los factores más identificados por las autoridades municipales fueron: Falta de programas de educación ambiental, no existe tratamiento de basuras y falta de reglamentos y normas municipales

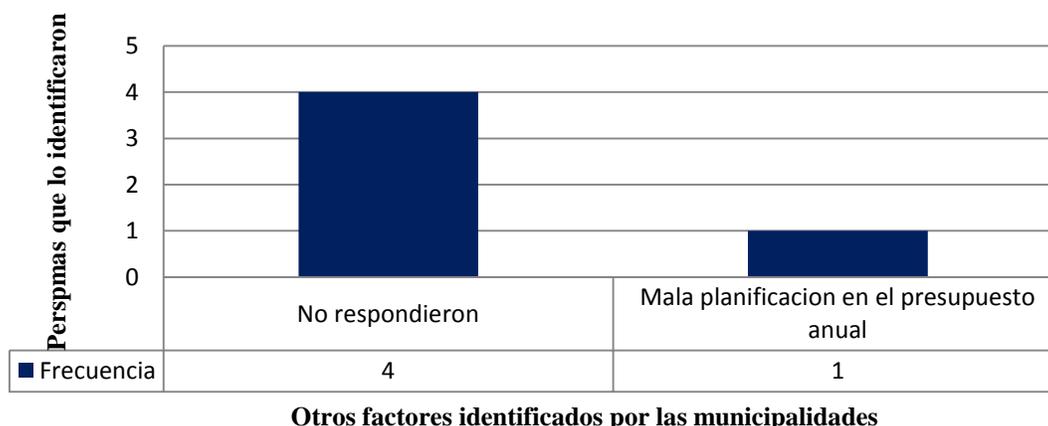


Figura 5. Otros factores identificados por las municipalidades (05 municipios).  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

De las 05 municipalidades, 04 no identificaron otros factores, siendo solamente 01 la que identifico otro factor: La mala planificación en el presupuesto anual. Se puede decir que desconocen la problemática actual.

#### 6.1.1.3 Por parte de las instituciones

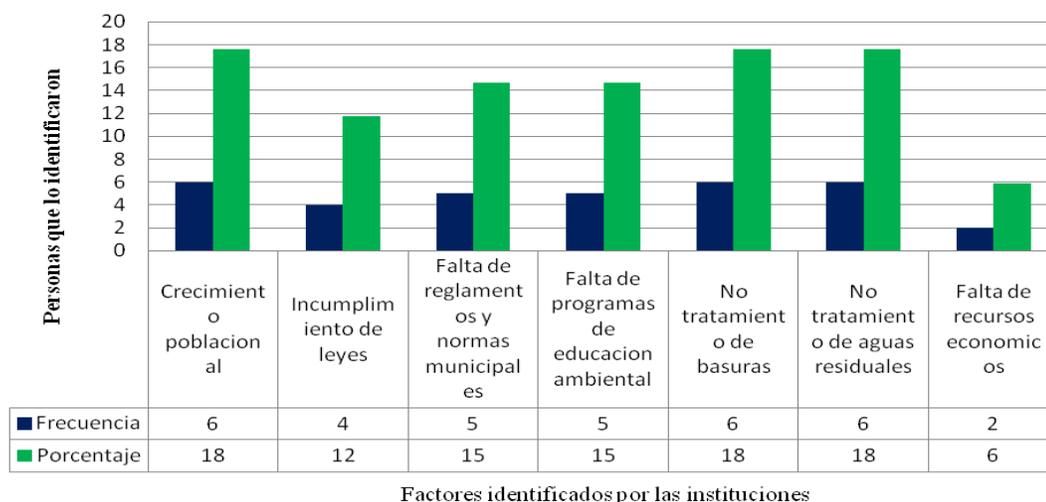
**Tabla 5. Instituciones participantes en la identificación de factores.**

No.	Instituciones	Ubicación / Municipio	Número de participantes
1	Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA).	Cabecera de Huehuetenango	01
2	Ministerio de medio ambiente y recursos naturales.	Cabecera de Huehuetenango	02
3	Gobernación departamental de Huehuetenango.	Cabecera de Huehuetenango	01
4	Secretaria de planificación y programación de la presidencia (SEGEPLAN).	Cabecera de Huehuetenango	02
5	Asociación de cooperación para el desarrollo integral de Huehuetenango (ACODIHUE).	Cabecera de Huehuetenango	01
6	Project Concern International (PCI).	Cabecera de Huehuetenango	02

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 5, observamos que los delegados institucionales identificaron los principales factores que provocan la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, los siguientes:

- Crecimiento poblacional
- Incumplimiento de leyes
- Falta de reglamentos y normas municipales
- Falta de programas de educación ambiental
- Falta de tratamiento adecuado de basura
- Falta de tratamiento de aguas residuales
- Falta de recursos económicos de la población



Factores identificados por las instituciones

Figura 6. Factores identificados por las instituciones.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

**Tabla 6. Número de instituciones que identificaron los diferentes factores.**

No.	Factor identificado	Número de instituciones que lo identificaron
1	Crecimiento de la población	06
2	Incumplimiento de leyes	04
3	Falta de reglamentos y normas municipales	05
4	Falta de programas de educación ambiental	05
5	No tratamiento de basura	06
6	No tratamiento de aguas residuales	06
7	Falta de recursos económicos de la población	02

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 6, observamos que los factores más identificados por las instituciones han sido: Crecimiento poblacional, no existe tratamiento de basuras y de aguas residuales.

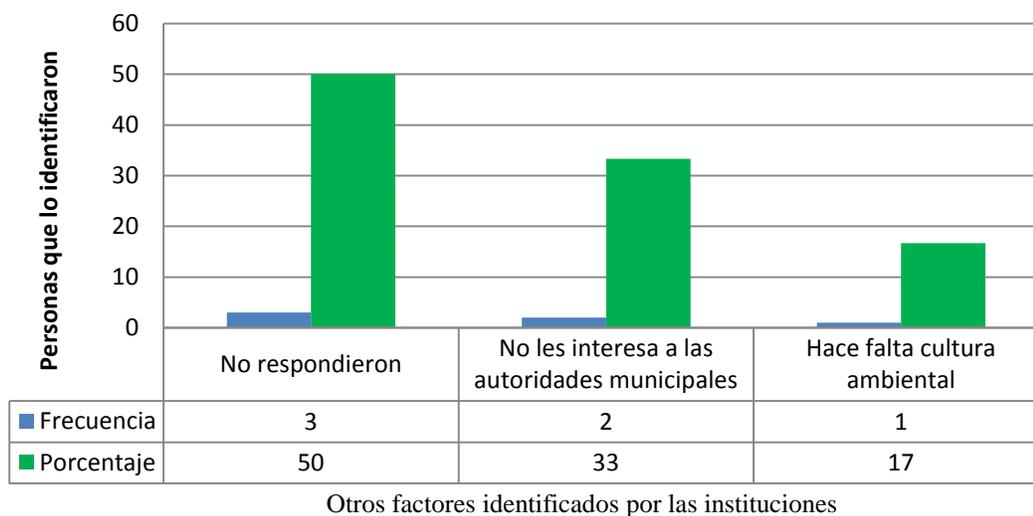


Figura 7. Otros factores identificados por las instituciones.  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

De las 06 instituciones, 03 no identificaron otros factores, es decir, no respondieron, siendo solamente 03 las que identificaron: No les interesa a las autoridades municipales y hace falta cultura ambiental. Estas no caracterizan la problemática actual, mediante la identificación de otras causas.

### 6.1.2 Caracterización de factores

La caracterización de los factores identificados, se realizó mediante el análisis de los indicadores siguientes:

#### 6.1.2.1 Indicadores sociales

Los indicadores sociales se utilizaron para caracterizar los siguientes factores que fueron identificados: Crecimiento de la población y falta de recursos económicos de la población. Para estos se tomó como base la información generada por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, dentro de los cuales se pueden indicar: Cantidad de población por cada uno de los centros poblados ubicados dentro del área de estudio; proyección de población al año 2,016; densidad poblacional en Hab/Km<sup>2</sup>; etnia; alfabetismo y niveles de pobreza.

En la tabla 7, que se presenta a continuación, podemos observar el total de población existente en el área de estudio para el año 2,010 y la proyección para el año 2016.

**Tabla 7. Cantidad de población para cada uno de los municipios ubicados dentro del área de estudio y su proyección para el 2,016.**

<b>Municipios ubicados dentro del área de estudio y su población, para el año 2,010 y proyectada para el año 2,016.</b>				
<b>No.</b>	<b>Municipio</b>	<b>Categoría</b>	<b>Población total año 2,010</b>	<b>Población total año 2016</b>
1	Huehuetenango	Pueblo	1,114,373	1,889,182
2	Chiantla	Pueblo	104,852	229,226
3	Malacatancito	Pueblo	20,144	47,768
4	San Sebastián H.	Pueblo	27,793	42,121
5	Santa Bárbara.	Pueblo	16,983	37,892
<b>TOTALES</b>			<b>1,287,132</b>	<b>2,246,189</b>

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información de los planes de desarrollo municipales de Huehuetenango (2,011 – 2,025).

En la tabla 7, se puede indicar que para el año 2010 en el área de estudio, existía una densidad poblacional de 152 habitantes / Km<sup>2</sup> y que para el año 2016 esta se incrementó a 265 habitantes / Km<sup>2</sup>. Lo anterior, denota claramente una densidad de habitantes bastante alta, la cual sin duda, ejerce presiones grandes sobre los recursos naturales, dentro de otras, la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales.

En la tabla 8, se presentan algunas características de la población, como: cantidades de personas diferenciadas por sexo, grupo étnico y alfabetismo.

**Tabla 8. Características de la población en los municipios ubicados dentro del área de estudio.**

<b>Características de la población para los centros poblados ubicados dentro del área de estudio, para el año 2,010</b>							
<b>No.</b>	<b>Municipio/Centro poblado</b>	<b>Sexo</b>		<b>Grupo étnico</b>		<b>Alfabetismo</b>	
		<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>	<b>Indígena</b>	<b>No indígena</b>	<b>Alfabeta</b>	<b>Analfabeta</b>
1	Huehuetenango	519,492	594,881	724,342	390,031	746,630	367,743
2	Chiantla	45,861	58,991	6,920	97,932	74,445	30,407
3	Malacatancito	9,519	10,625	6,500	13,644	16,981	3,163
4	San Sebastián H.	13,086	14,707	26,431	1,362	21,881	5,912
5	Santa Bárbara.	7,962	9,021	15,998	985	9,341	7,642

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información de los planes de desarrollo municipales de Huehuetenango (2,011 – 2,025).

En la tabla 8, podemos observar, que los municipios que cuentan con mayor cantidad de personas indígenas son: Huehuetenango y San Sebastián H., con 724,342 y 26,431 sucesivamente. De igual forma la población que presenta mayor cantidad de personas analfabetas es Huehuetenango y Chiantla con 367,743 y 30,407 sucesivamente. Lo anterior, demuestra que los indígenas siguen siendo los más marginados, excluidos y por lo tanto, los que menos acceso tienen a aspectos tan importantes como la educación.

El otro aspecto importante a mencionar, es el que se presenta en la tabla 9, en donde se visualiza los índices de pobreza para los municipios del área de estudio.

**Tabla 9. Índices de pobreza para la población dentro del área de estudio.**

<b>Índices de pobreza para los centros poblados ubicados dentro del área de estudio, para el año 2,010</b>							
<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Pobreza general</b>			<b>Pobreza extrema</b>		
		<b>% pobreza</b>	<b>Índice de brecha</b>	<b>Índice de severidad</b>	<b>% pobreza</b>	<b>Índice de brecha</b>	<b>Índice de severidad</b>
Huehuetenango	Huehuetenango	31.54	9.70	4.20	3.97	0.85	0.29
	Chiantla	77.43	32.10	16.50	21.23	4.97	1.75
	Malacatancito	74.62	31.87	16.91	22.85	5.77	2.17
	San Sebastián H.	93.83	52.69	32.63	53.94	15.72	6.32
	Santa Bárbara	97.72	58.23	37.49	63.97	19.91	8.35

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información de los planes de desarrollo municipales de Huehuetenango (2,011 – 2,025).

En la tabla 9, se muestran los porcentajes de pobreza general y pobreza extrema, así como los índices de brecha e índices de severidad. Los municipios con mayores porcentajes de personas pobres son: San Sebastián H., y Santa Bárbara, con el 93.83 % y 97.72 sucesivamente.

Con respecto al conjunto de indicadores sociales, vistos como elementos, para caracterizar los factores identificados, podemos indicar, que los factores identificados (crecimiento de la población y la falta de recursos económicos de la población), poseen índices importantes a tomar en cuenta a la hora de abordar integralmente la problemática de contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, es decir, se tiene una densidad alta de habitantes, los cuales en altos porcentajes no cuentan con recursos económicos para sufragar gastos de manejo y tratamiento de desechos sólidos y aguas residuales, por lo

tanto, debería de contemplarse en su momento, tarifas diferenciadas de acuerdo a capacidades de pago.

#### 6.1.2.2 Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales se utilizaron para caracterizar los siguientes factores identificados: No tratamiento de desechos sólidos municipales o domiciliarios y no tratamiento de aguas residuales.

Para el desarrollo de estos indicadores se utilizó el "Manual para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos y el agua, a nivel local, en la República de Guatemala, a través de Indicadores Ambientales Municipales". El cual se basa, en el modelo de Presión-Estado-Impacto-Respuesta (PEIR), introducido por la OCDE (1994), citado en IIARNA 2,004, indicadores ambientales municipales, que se basa en el concepto de causalidad "las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales.

Para esto, se llevó a cabo el estudio de indicadores ambientales, que se encuentran en el esquema de análisis de presión.

Indicadores para Desechos sólidos: Los indicadores para desechos sólidos, se utilizaron para caracterizar el siguiente factor identificado: No tratamiento de desechos sólidos. Mostrando básicamente la presión sobre el medio que los desechos ejercen.

Presión: Producción per cápita por día de basura (PPC) en Kg/hab/día: Esta información se obtuvo mediante la consulta de la información generada en el primer informe sobre desechos sólidos domiciliarios del año 2,007, para los municipios en cuestión. En el mencionado informe se determinó la siguiente información:

**Tabla 10. Índice de producción per cápita para los municipios del área de estudio.**

Departamento/ Municipios	Estrato socio económico	Población total	Peso de población por estrato (%)	Índice per cápita total tomando en cuenta los estratos (Kg/hab/día).
<b>Huehuetenango</b>				
Huehuetenango	Bajo extremo	7,608	8	0.01
	Medio bajo	48,671	50	0.09
	Medio	29,597	30	0.06
	Alto	12,234	12	0.02
	Totales	98,109	100	0.18
<b>Chiantla</b>				
Chiantla	Bajo	4,840	5	0.01
	Medio bajo	42,246	44	0.13
	Medio	37,128	39	0.11
	Alto	10,931	11	0.03
	Totales	95,146	100	0.29
Malacatancito	Medio bajo	18,697	100	0.19
San Sebastián H.	Bajo extremo	6,488	100	0.34
Santa Bárbara	Bajo extremo	16,497	100	0.12

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), en base al primer informe sobre desechos sólidos domiciliarios, MARN – IARNA, 2007.

En la tabla 10, observamos la relación total de población proyectada para el 2,016 para cada uno de los municipios dentro del área de estudio y, algunas consideraciones o supuestos, como: que las características socioeconómicas se hayan mantenido estables, comparadas con las del año 2,007, producto de que en la zona no han surgido fenómenos sociales importantes, provocados por la inversión pública y privada, los cuales hayan modificado la cantidad de población en los estratos sociales y por lo tanto, que no se hayan alterado los patrones de consumo y por consiguiente los índices de producción de desechos sólidos.

A continuación se presentan las proyecciones de generación de desechos sólidos domiciliarios dentro del área de estudio.

**Tabla 11. Generación total de desechos sólidos domiciliarios por día y anual.**

Departamento/ Municipios	Población total por municipio dentro del área de estudio (proyección 2,016)	Índice per cápita total municipal tomando en cuenta los estratos (Kg/hab/día)	Generación total de desechos sólidos por día (Kg/día)
<b>Huehuetenango</b>			
Huehuetenango	1,889,182	0.18	340,052.79
Chiantla	229,226	0.29	66,475.54
Malacatancito	47,768	0.19	9,075.92
San Sebastián H.	42,121	0.34	14,321.14
Santa Bárbara.	37,892	0.12	4,547.04

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información de los planes de desarrollo municipales de Huehuetenango (2,011 – 2,025) y primer informe sobre desechos sólidos domiciliarios MARN – IARNA 2007.

De lo anterior, podemos indicar que el rango de índice per cápita de generación de desechos sólidos en el área van de 0.12 a 0.34 Kg / habitante / día, correspondiendo a los municipios de Santa Bárbara y San Sebastián H., respectivamente.

Número, ubicación y área cubierta de basureros clandestinos: Los basureros no autorizados o clandestinos, fueron georeferenciados dentro del área de estudio, a continuación se presenta de forma tabular y gráfica, la ubicación de estos.

**Tabla 12. Basureros clandestinos o no autorizados que se localizan en el área de estudio.**

No.	Ubicación georeferenciada (Coordenadas GTM).		Ubicación política-administrativa			Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
	X	Y						
1	393615	1694109	Corral chiquito	zona 8	Huehuetenango	2	1	2
2	394563	1693778	Calle de los Toneles	zona 1	Huehuetenango	3	2	6
3	395095	1693631	Paula María.	zona 1	Huehuetenango	4	2	8
4	394653	1696440	El Terrero Alto	zona 4	Huehuetenango	2	1	2
5	395018	1696626	El Terrero Alto	zona 4	Huehuetenango	3	2	6
6	395059	1696364	El Terrero Alto	zona 4	Huehuetenango	2	1	2

7	394915	1694645	El Terrero Bajo	zona 4	Huehuetenango	3	2	6
8	395057	1694525	El Terrero Bajo	zona 4	Huehuetenango	4	2	8
9	395107	1694328	El Terrero Bajo	zona 4	Huehuetenango	3	2	6
10	395485	1694409	Cerrito del Maíz	zona 4	Huehuetenango	6	3	18
11	395514	1694665	Cerrito del Maíz	zona 4	Huehuetenango	3	2	6
12	395189	1692900	Lim.z.1 y Canshac.	Final z.1	Huehuetenango	5	2	10
13	395709	1691821	Cerro Negro	Canshac	Huehuetenango	20	9	180
14	396161	1691509	Cerro Negro	Canshac	Huehuetenango	6	4	24
15	396167	1693499	Vista Hermosa	Zona 6	Huehuetenango	4	3	12
16	395873	1693446	Jumaj	zona 6	Huehuetenango	5	3	15
17	396458	1693525	Brasilia	zona 7	Huehuetenango	6	3	18
18	396713	1693609	Lo de Hernández	zona 7	Huehuetenango	7	4	28
19	396640	1693922	José Ernesto Monzón	zona 7	Huehuetenango	5	3	15
20	396476	1694005	Lo de Hernández	zona 7	Huehuetenango	3	2	6
21	396240	1693917	colonia Panamá	zona 2	Huehuetenango	6	3	18
22	396210	1694540	El Calvario	zona 3	Huehuetenango	3	2	6
23	396895	1695315	Carrizal II	zona 3	Huehuetenango	2	1	2
24	396912	1694742	Minerva	zona 2	Huehuetenango	3	1	3
25	396483	1694678	Los Colchones	zona 3	Huehuetenango	6	2	12
26	396703	1694570	Los Colchones	zona 3	Huehuetenango	5	3	15
27	397408	1694562	los Aguacatillos	zona 2	Huehuetenango	6	4	24
28	397253	1694616	los Aguacatillos	zona 2	Huehuetenango	4	2	8
29	397173	1694587	los Aguacatillos	zona 2	Huehuetenango	3	1	3
30	396474	1694512	Minerva	zona 2	Huehuetenango	12	9	108
31	396244	1694169	cabecera	zona 1	Huehuetenango	10	8	80
32	395503	1694168	cabecera	zona 1	Huehuetenango	7	3	21
33	394962	1693547	La Palangana.	zona 5	Huehuetenango	12	6	72
34	394491	1693610	Los Toneles.	zona 5	Huehuetenango	11	9	99
35	394548	1693257	Colonia Alvarado	zona 5	Huehuetenango	6	3	18

36	394332	1692884	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	5	3	15
37	394616	1692892	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	6	3	18
38	394507	1692867	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	5	3	15
39	394510	1692837	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	8	6	48
40	392276	1691849	Chimusinique	zona 12	Huehuetenango	7	4	28
41	391437	1690888	Chimusinique	zona 12	Huehuetenango	6	3	18
42	390970	1693792	Zaculeu	zona 10	Huehuetenango	13	9	117
43	394469	1694380	El Terrero Bajo	zona 4	Huehuetenango	6	4	24
44	394312	1692725	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	7	4	28
45	394064	1691298	cambote	zona 11	Huehuetenango	5	3	15
46	393620	1692049	cambote	zona 11	Huehuetenango	6	3	18
47	396403	1694860	calvario	zona 3	Huehuetenango	5	2	10
48	393733	1694087	Puente las culebras.	zona 5	Huehuetenango	2	1	2
49	393061	1694272	Corral chiquito	zona 8	Huehuetenango	9	8	72
50	392975	1695047	Zaculeu la Cruz	Zona 9	Huehuetenango	10	8	80
51	387152	1694424	Xinaxoj	Xinaxoj	Huehuetenango	3	2	6
52	388441	1693345	Chibacabé	Chivacabé	Huehuetenango	9	2	18
53	389676	1692608	Puente Arroyo	Puente arroyo	Huehuetenango	5	2	10
54	391459	1693617	pista Aterrizaje	zona 10	Huehuetenango	6	4	24
55	396384	1692301	Jumaj	zona 6	Huehuetenango	13	5	65
56	396427	1691460	Jumaj	zona 6	Huehuetenango	5	3	15
57	396447	1691433	San Lorenzo	San Lorenzo	Huehuetenango	8	4	32
58	395635	1689195	Ojechejel	Ojechejel	Huehuetenango	2	1	2
59	395302	1690621	Ojechejel	Ojechejel	Huehuetenango	6	3	18
60	394309	1690899	Tojocaz	Tojocaz	Huehuetenango	7	2	14
61	394678	1690691	Tojocaz	Tojocaz	Huehuetenango	6	2	12
62	395374	1690560	Ojechejel	Ojechejel	Huehuetenango	4	3	12
63	395497	1693065	Colonia los Pinitos	zona 1	Huehuetenango	12	6	72
64	395558	1693702	Cerrito los Brujos	zona 1	Huehuetenango	7	4	28
65	395014	1693061	Colonia los Encinos	zona 5	Huehuetenango	3	2	6
66	393643	1693301	Puente Zacuma	zona 5	Huehuetenango	4	2	8
67	393253	1693242	Cambote	zona 11	Huehuetenango	50	25	1250

			sector II.					
68	393252	1693601	Cambote sector II.	zona 11	Huehuetenango	7	6	42
69	393671	1693478	proyecto san José	zona 5	Huehuetenango	10	7	70
70	397130	1695556	El Carrizal II	zona 3	Huehuetenango	15	7	105
71	399510	1696374	Ocubilá	Ocubilá	Huehuetenango	6	7	42
72	400682	1696485	Ocubilá	Cementerio	Huehuetenango	3	2	6
73	400881	1695061	Chinaca	Chinaca	Huehuetenango	3	2	6
74	400325	1694505	Chinaca	El Llano.	Huehuetenango	9	8	72
75	398742	1693566	Chinaca	El Voladero	Huehuetenango	6	7	42
76	378241	1694056	Campo de Fútbol	Casco Urbano	Santa Bárbara	2	6	12

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 12, se puede observar claramente, el total de basureros no autorizados dentro del área de estudio, siendo de 76, ubicados en su mayoría dentro de los centros poblados más importantes, es decir, cabeceras municipales y dentro de las áreas de influencia de estos.

Así mismo, al hacer el análisis del área, se obtuvo que el que tiene mayor cantidad de basureros clandestinos es el municipio de Huehuetenango.

Así mismo, se puede indicar que el área total del territorio estudiado que está cubierto por basureros no autorizados es de 3,364 m<sup>2</sup>.

Número y georeferenciación de basureros sobre cuerpos de agua: Al hacer el recuento de los basureros no autorizados que se encuentran ejerciendo presión directamente sobre los principales ríos, se encuentran los siguientes datos.

**Tabla 13. Ubicación de basureros que se encuentran afectando directamente a los ríos.**

No.	Ubicación georeferenciada (Coordenadas GTM).		Ubicación política-administrativa.			Agua
	X	Y				
1	395189	1692900	Lim.z.1 y Canshac.	Final z.1	Huehuetenango	Río o Lago
2	395873	1693446	Jumaj	zona 6	Huehuetenango	Río o Lago
3	396458	1693525	Brasilia	zona 7	Huehuetenango	Río o Lago
4	396476	1694005	Lo de Hernández	zona 7	Huehuetenango	Río o Lago
5	396240	1693917	colonia Panamá	zona 2	Huehuetenango	Río o Lago
6	396703	1694570	Los Colchones	zona 3	Huehuetenango	Sobrevertiente
7	396244	1694169	cabecera	zona 1	Huehuetenango	Río o Lago
8	394491	1693610	Los Toneles.	zona 5	Huehuetenango	Río o Lago
9	394616	1692892	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	Río o Lago
10	394507	1692867	la Terminal	zona 5	Huehuetenango	Río o Lago
11	393733	1694087	Puente las culebras.	zona 5	Huehuetenango	Río o Lago
12	393061	1694272	Corral chiquito	zona 8	Huehuetenango	Sobrevertiente
13	392975	1695047	Zaculeu la Cruz	Zona 9	Huehuetenango	Sobrevertiente
14	396447	1691433	San Lorenzo	San Lorenzo	Huehuetenango	Sobrevertiente
15	395302	1690621	Ojechejel	Ojechejel	Huehuetenango	Sobrevertiente
16	394678	1690691	Tojocaz	Tojocaz	Huehuetenango	Río o Lago
17	395497	1693065	Colonia los Pinitos	zona 1	Huehuetenango	Río o Lago
18	393643	1693301	Puente Zacuma	zona 5	Huehuetenango	Río o Lago
19	393253	1693242	Cambote sector II.	zona 11	Huehuetenango	Sobrevertiente
20	393252	1693601	Cambote sector II.	zona 11	Huehuetenango	Río o Lago
21	393671	1693478	proyecto san José	zona 5	Huehuetenango	Río o Lago
22	400325	1694505	Chinaca	El Llano.	Huehuetenango	Sobrevertiente

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016)

En la tabla 13, se puede observar que existen un total de 22 basureros afectando directamente a los principales ríos, lo cual representa el 28.95 % del total de basureros localizados en el área de estudio.

Por otro lado, al analizar la ubicación de los restantes basureros, se observa claramente que existen un total de 07 basureros, ubicados en sobre vertientes, lo que implica el arrastre de esta basura, hacia los ríos principales, ocurriendo este fenómeno en la época lluviosa.

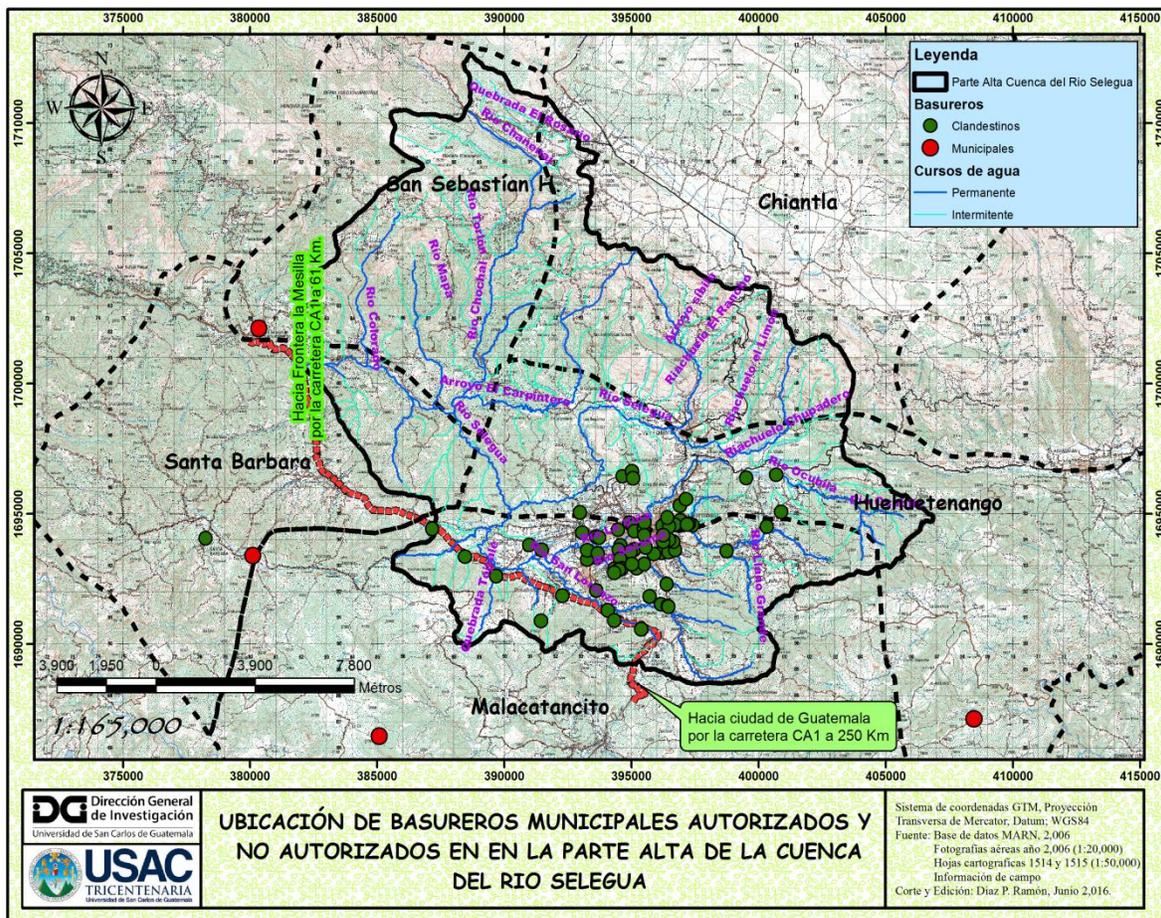


Figura 8. Mapa de ubicación de los basureros no autorizados o clandestinos.  
Fuente: Elaborado por los autores (2,016).

Al hacer el análisis integral de los indicadores respectivos, los cuales se desarrollaron en los párrafos anteriores, podemos indicar lo siguiente a manera de concluir la caracterización:

Indicadores para recursos hídricos: Los indicadores para recursos hídricos, se utilizaron para caracterizar el siguiente factor identificado: No tratamiento de aguas residuales. Mostrando básicamente la presión sobre el medio que las aguas residuales ejercen.

Presión: En cuanto a los indicadores para recursos hídricos, se presentan aquellos que están afectando los recursos hídricos debido a fenómenos íntimamente relacionados con el ciclo hidrológico, es decir, traslado de contaminantes por escorrentía superficial, provenientes de actividades agrícolas, descarga directa de aguas residuales de centros poblados, actividades agroindustriales, pecuarias, industriales, etc.

A continuación se presenta de forma tabular y grafica cada una de las actividades económicas productivas localizadas en el área de estudio, lo cual está muy relacionado con el uso actual de la tierra; las cuales están ejerciendo presión de forma directa sobre las aguas superficiales.

**Tabla 14. Actividades productivas a orillas de los principales ríos.**

Ubicación política – administrativa.	Tipo de actividad	No.	Ubicación georreferenciada (Coordenadas GTM).		Cuerpo de agua que está siendo impactado.
			X	Y	
Huehuetenango	Cultivos Anuales	1	400334	1696832	Quebrada Lo de Chávez
		2	392649	1699379	Arroyo El Carpintero
		3	390436	1699008	Arroyo El Carpintero
		4	396468	1696105	Río La Viña
		5	389850	1695623	Río Selegua
		6	392710	1698222	Río Selegua
		7	393335	1696660	Río Selegua
		8	391478	1695696	Río Zaculeu
		9	405969	1694848	Río Ocubilá
		10	404380	1694677	Río Ocubilá
		11	402670	1695837	Río Ocubilá
	Centros Poblados Urbanos	12	395382	1698415	Río Selegua
		13	397559	1696694	Río La Viña
	Pista Aérea	14	392080	1693936	Río Cuyumpá/Río Las Culebras
	Sitio Arqueológico	15	392162	1693064	Río San Lorenzo
		16	393384	1695801	Río Zaculeu
	Hortalizas de Clima Frio	17	400565	1697642	Quebrada Las Uvas
		18	398915	1697666	Riachuelo Cubixal
		19	390898	1699078	Arroyo El Carpintero
		20	390117	1703367	Río Chochal
		21	392789	1698548	Río Selegua
		22	393166	1697753	Río Selegua
	Minas y Canteras	23	398338	1697772	Río Ocubilá
		24	395235	1698569	Río Selegua
		25	392973	1698833	Río Selegua
		26	405210	1695045	Río Ocubilá

<b>Ubicación política – administrativa.</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>No.</b>	<b>Ubicación georreferenciada (Coordenadas GTM).</b>		<b>Cuerpo de agua que está siendo impactado.</b>
Chiantla	Cultivos Anuales	27	400581	1699476	Quebrada Las Uvas
		28	396449	1702717	Arroyo El Pino
		29	398156	1700541	Riachuelo El Rancho
		30	395165	1704963	Arroyo El Carpintero
		31	393842	1702713	Arroyo El Carpintero
		32	392304	1706594	Río Chochal
	33	391491	1707086	Río Chochal	
	Centros Poblados Urbanos	34	397338	1698340	Río Selegua
Minas y Canteras	35	396970	1698315	Río Selegua	
San Sebastián Huehuetenango	Cultivos Anuales	36	390058	1705460	Río Chochal
		37	394691	1698184	Arroyo Blanco
		38	385310	1705773	Río Colorado
		39	387788	1699718	Río Mapá
		40	386551	1700827	Río Mapá
		41	386090	1704518	Río Mapá
	Hortalizas de Clima Frio	42	384521	1701556	Río Colorado
		43	385368	1705495	Río Colorado
		44	393717	1699273	Río Ocubilá
		45	388978	1701007	Río Torlón
		46	387535	1700810	Río Mapá
	Minas y Canteras	47	386489	1704216	Río Mapá
48		387352	1699474	Río Mapá	
49	388725	1699772	Río Torlón		
Santa Bárbara	Cultivos Anuales	50	387901	1698061	Río Selegua
		51	383477	1700749	Río Selegua
		52	385693	1696666	Arroyo Sin Nombre
		53	385430	1698164	Arroyo Sin Nombre
		54	386261	1699735	Río Selegua
	Hortalizas de Clima Frio	55	387158	1698959	Río Selegua
	Minas y Canteras	56	382872	1700795	Río Selegua
		57	384601	1701160	Río Colorado
	Producción de café	58	386271	1698488	Arroyo Sin Nombre
59		387017	1698665	Río Selegua	
Malacatancito	Cultivos Anuales	60	399602	1692253	Río Llano Grande
		61	400237	1694464	Quebrada de la Hacienda
		62	397158	1694112	Río Cuyumpá
		63	396774	1693136	Río Sacumá

Ubicación política – administrativa.	Tipo de actividad	No.	Ubicación georreferenciada (Coordenadas GTM).		Cuerpo de agua que está siendo impactado.
		64	393801	1693966	Río La Viña
		65	399645	1689376	Río San Lorenzo
		66	396173	1690654	Río San Lorenzo
		67	389738	1692516	Quebrada Tojzale
		68	388193	1693680	Arroyo Sin Nombre
	Centros Poblados Urbanos	69	395292	1693986	Río La Viña
		70	389174	1693266	Río Naranjo

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016)

En la tabla 14, podemos notar que los recursos hídricos superficiales en el área de estudio, también se encuentran sometidos a contaminación por las principales actividades económicas, mediante dos fenómenos, el primero, por descarga directa de aguas residuales de actividades como: Centros poblados urbanos, cultivos anuales, sitio arqueológico, pista aérea, minas y canteras, hortalizas de clima frío y producción de café. Y en segundo lugar, por contaminación de suelos y el consecuente arrastre de nutrientes y contaminantes hacia los principales ríos, debido a actividades como, la producción de hortalizas bajo invernadero y a campo libre y granos básicos.

De la misma manera, fue estudiada la influencia directa de los centros poblados que descargan directamente las aguas residuales domiciliarias, a continuación se muestran los resultados de forma gráfica.

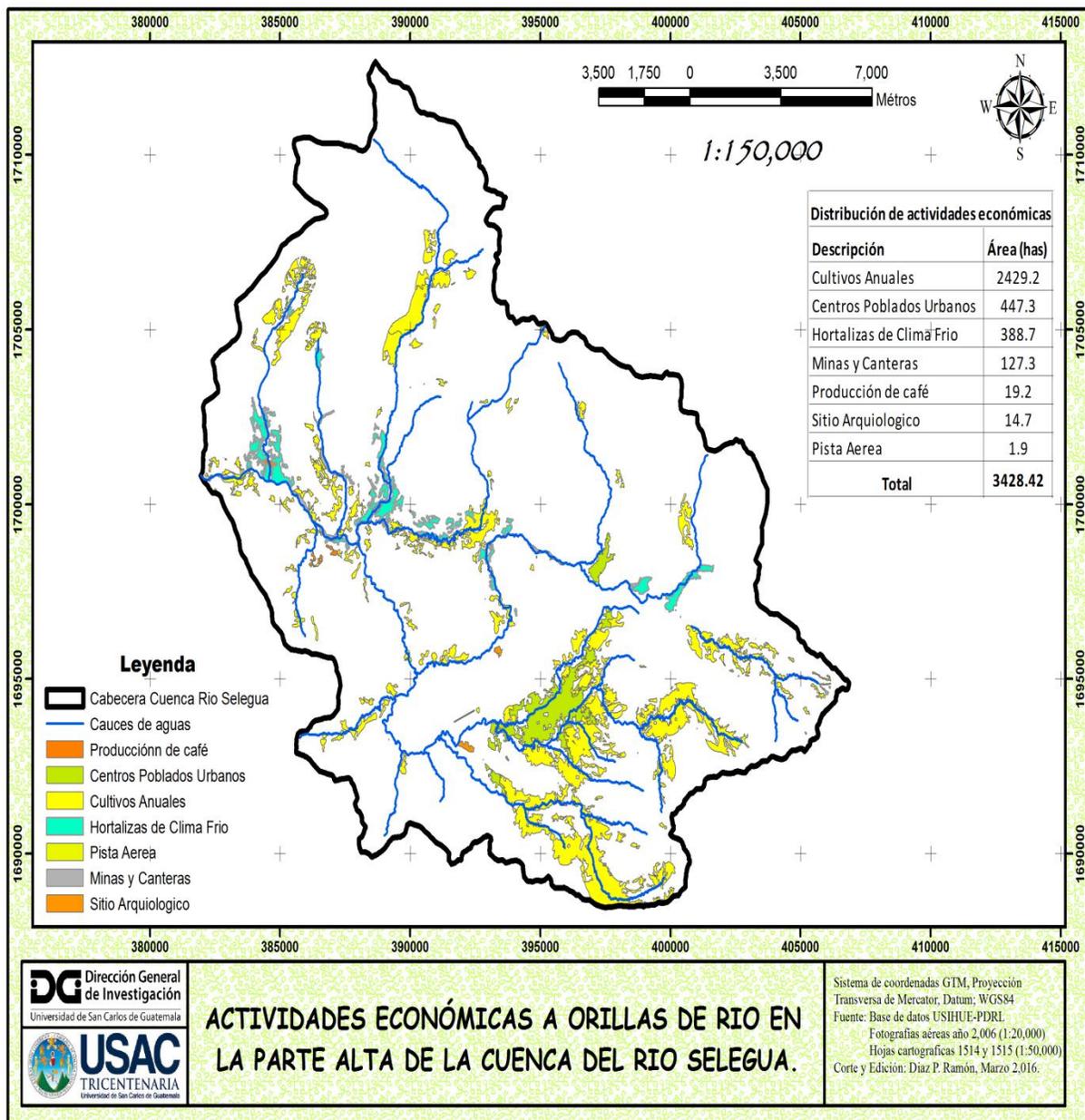


Figura 9. Mapa de actividades económicas a orillas de los ríos en la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango.

Fuente: Elaborado por los autores (2,016).

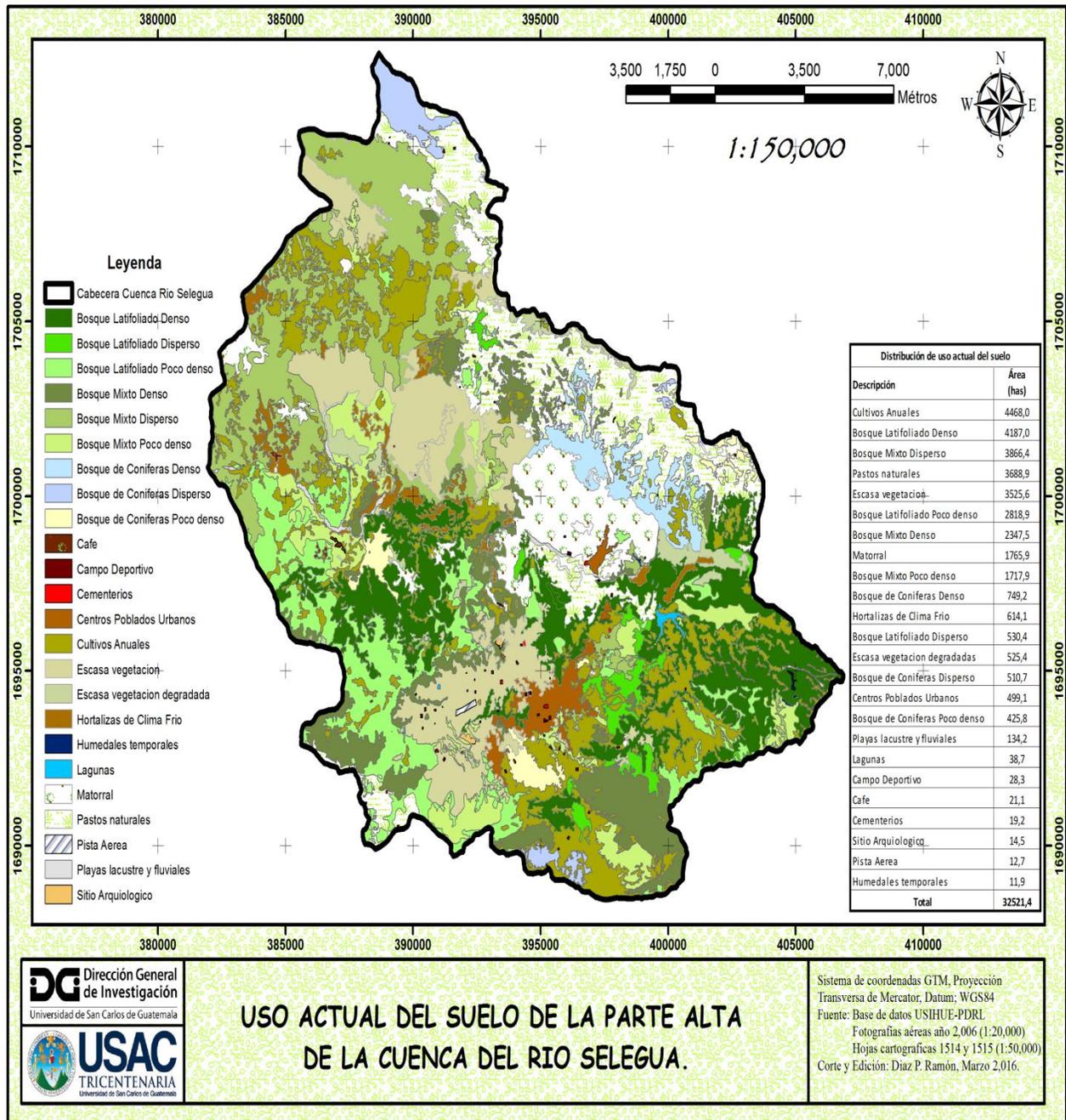


Figura 10. Mapa de uso del suelo en la parte alta de la cuenca del rio Selegua, Huehuetenango. Fuente: Elaborado por los autores (2,016).

En la tabla 15, observamos el número y ubicaci0n de poblaciones rurales y urbanas que descargan aguas residuales en ríos.

**Tabla 15. Centros poblados que descargan aguas residuales en los ríos.**

Ubicación política – administrativa	Cuerpo de agua que está siendo impactado	No.	Ubicación georreferenciada (Coordenadas GTM)	
			X	Y
Huehuetenango	Arroyo El Carpintero	1	391085	1698962
		2	392172	1699287
	Río Cuyumpá	3	397296	1694699
	Río La Viña	4	395521	1694455
		5	396549	1695646
		6	395754	1694967
		7	397234	1696641
	Río Ocubilá	8	401890	1695916
		9	397058	1697752
		10	397786	1697568
		11	398834	1697209
	Río Selegua	12	394819	1698602
		13	392991	1698877
	Río Zaculeu	14	390260	1695057
		15	393713	1696428
		16	393207	1696026
		17	392677	1695591
		18	392021	1695465
		19	390783	1695432
Malacatancito	Arroyo sin nombre	20	388873	1694373
		21	390726	1692745
		22	390983	1692373
		23	391227	1691584
		24	395890	1690325
		25	396597	1692355
		26	396644	1693615
	Quebrada La Hacienda	27	399258	1693915
		28	401841	1693425
		29	400710	1694351
	Quebrada Tojzale	30	389665	1692719
	Río Cuyumpá	31	396002	1693753
		32	397813	1693841
		33	396607	1694293
Río La Viña	34	393745	1693655	
	35	394032	1693696	
	36	394503	1693902	
	37	395033	1694164	

Ubicación política – administrativa	Cuerpo de agua que está siendo impactado	No.	Ubicación georreferenciada (Coordenadas GTM)	
	Río Las Culebras	38	389983	1692860
		39	389692	1692920
		40	390670	1693057
		41	391909	1693337
		42	393154	1693797
		43	392487	1693671
	Río Naranja	44	389400	1694448
		45	389305	1693989
		46	389038	1693670
		47	389444	1693148
	Río Sacumá	48	393678	1693466
		49	394455	1693102
		50	395232	1693100
	Río San Lorenzo	51	391833	1692738
		52	392363	1692302
		53	393508	1691689
		54	394377	1691365
		55	395288	1691415
		56	396815	1690747
		57	397449	1688913
58		397029	1689831	
Río Zaculeu	59	390195	1694859	
	60	389977	1694678	
Chiantla	Quebrada Las Uvas	61	400815	1699482
		62	397186	1698552
	Río Selegua	63	396801	1698291
San Sebastián Huehuetenango	Río Colorado	64	384344	1701616
		65	385078	1705245
	Río Mapá	66	386834	1701096
	Río Torlón	67	388360	1699482
		68	388527	1699758
		69	389193	1700110
		70	388782	1701067
		71	389066	1701791
Santa Bárbara	Río Selegua	72	382066	1700755
		73	382403	1700779
		74	383371	1700732
		75	383018	1700749

Ubicación política – administrativa	Cuerpo de agua que está siendo impactado	No.	Ubicación georreferenciada (Coordenadas GTM)	
		76	383779	1700994
		77	384060	1700980
		78	388342	1697935
	Río Colorado	79	384517	1701334

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016)

La gran mayoría de centros poblados que se encuentran dentro del área de estudio están ubicados en las áreas de influencia de los principales ríos, es decir, directamente en ellos o en las corrientes secundarias, lo anterior obedece a que desde un inicio estas poblaciones se ubicaron por estrategia, buscando la disponibilidad del recurso para diferentes usos.

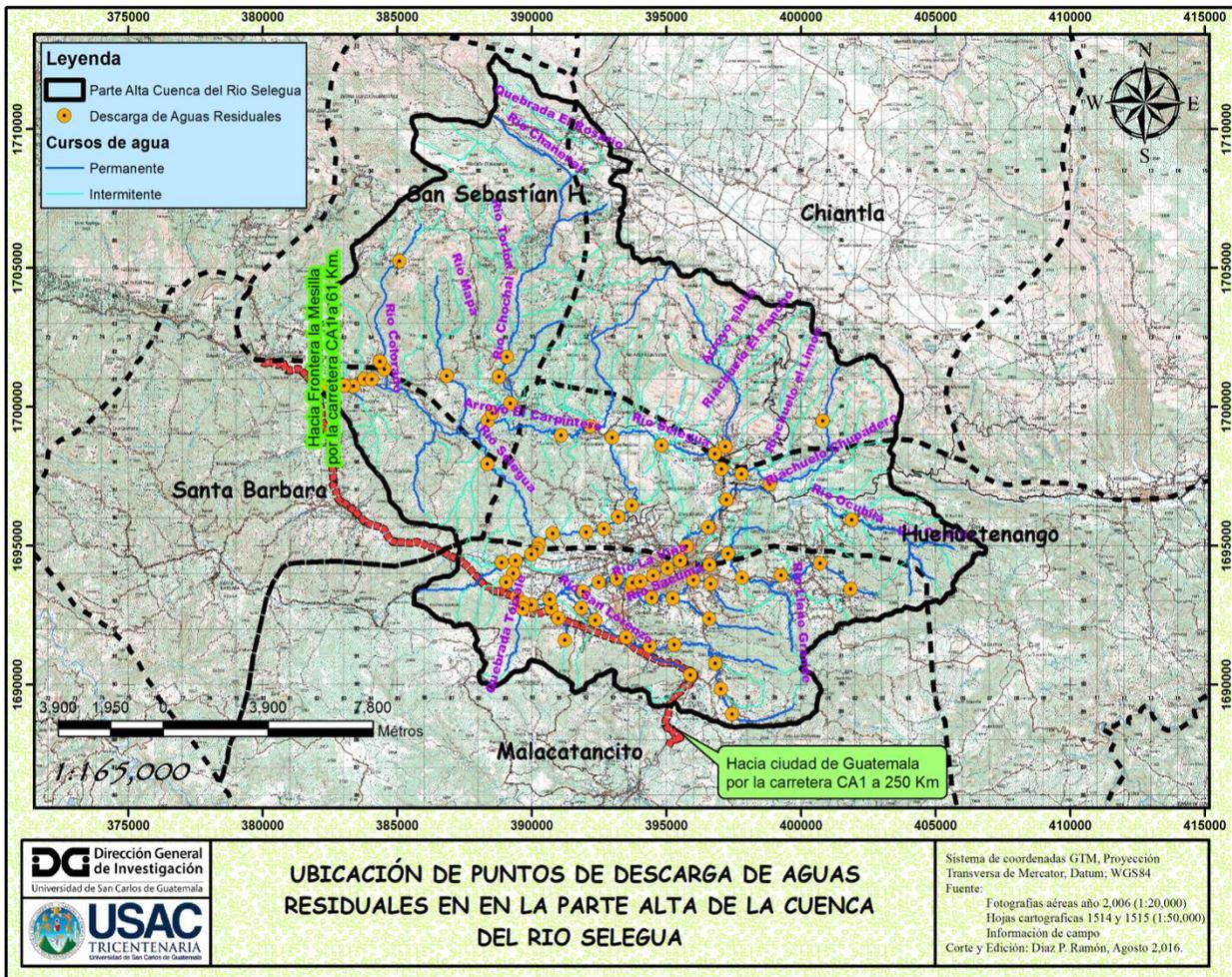


Figura 11. Mapa de ubicación de puntos de descarga de aguas residuales en la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango.

Fuente: Elaborado por los autores (2,016).

De acuerdo a la información proporcionada por las municipalidades, la cantidad de viviendas conectadas al servicio de drenaje es el siguiente, así como el cálculo de los volúmenes de aguas residuales que están siendo descargados.

**Tabla 16. Cantidad de viviendas conectadas al servicio de drenaje municipal.**

No.	Ubicación política - administrativa	Número de viviendas conectadas al servicio de drenaje municipal.	Número de viviendas conectadas al servicio de drenaje dentro del área de estudio.
1	Huehuetenango	5,000	3250*
2	Chiantla	3,000	1200
3	Malacatancito	2,800	420
4	San Sebastián H.	1,500	375
5	Santa Bárbara.	90	36

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información de los planes de desarrollo municipales de Huehuetenango (2,011 – 2,025).

\* = Datos proporcionados por las municipalidades.

En la tabla 16, apreciamos que al comparar la cantidad de población dentro del área de estudio y la cantidad de viviendas conectadas al servicio municipal, que dos municipios tienen una cobertura moderadamente aceptable en cuanto a la prestación del servicio de drenaje municipal, a excepción del municipio de Chiantla, Malacatancito y San Sebastián Huehuetenango. Así mismo se tiene una presión directa sobre los principales ríos, de 5,281 viviendas que descargan sus aguas residuales.

**Tabla 17. Volúmenes de descarga de aguas residuales de los centros poblados dentro del área de estudio.**

No.	Ubicación política – administrativa	Número de viviendas conectadas al servicio de drenaje municipal dentro del área de estudio.	Volúmenes de descarga de aguas residuales (m <sup>3</sup> /día) <sup>***</sup>
1	Huehuetenango	3,250*	226,702
2	Chiantla	1,200**	27,507
3	Malacatancito	420	4,586
4	San Sebastián H.	375	4,044
5	Santa Bárbara.	36	3,638

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información de los planes de desarrollo municipales de Huehuetenango (2,011 – 2,025).

\* = Datos obtenidos tomando en cuenta la cantidad de población dentro del área de estudio y datos aproximados de personas por vivienda.

\*\* = Datos proporcionados por las municipalidades.

\*\*\* = Tomando en cuenta que un 80% del total de agua consumida se convierte en agua residual.

En la tabla 17, se ha tomado en cuenta que un 80% del total de agua consumida se convierte en agua residual para poder obtener el volumen de descarga (m<sup>3</sup>/día). Es importante hacer mención que para el cálculo de los volúmenes de descarga de aguas residuales, se tomó en cuenta la cantidad de agua consumida en litros por persona por día, siendo en el caso de Huehuetenango y Chiantla, de 150 litros de consumo por día, lo anterior, tomando en cuenta el tamaño de los centros poblados y cantidad de población, es decir, en este caso, son pueblos grandes, urbanizados y con poblaciones grandes.

Por el contrario, para el caso de los municipios Malacatancito, San Sebastián H., y Santa Bárbara, el dato utilizado fue el de 120 litros de agua de consumo por día, lo anterior por ser pueblos relativamente grandes, parcialmente urbanizados y con poblaciones grandes, pero menores a los anteriores. Así mismo es de hacer notar que el rango de los volúmenes de descarga va de los 3,638 a 226,702 m<sup>3</sup> de aguas residuales.

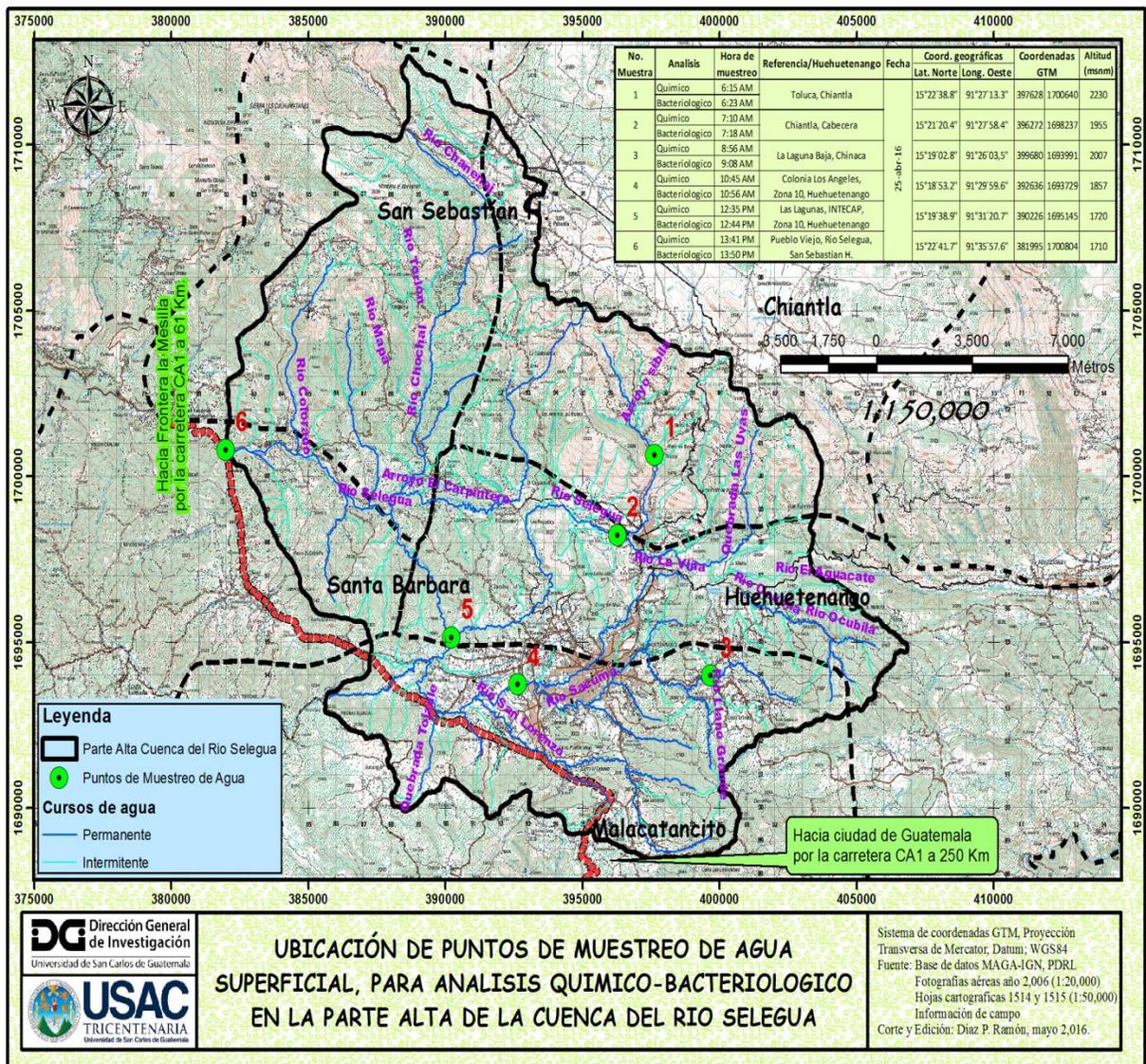


Figura 12. Puntos de descarga de muestreo de agua superficial, para su análisis químico - bacteriológico en la parte alta de la cuenca del rio Selegua, Huehuetenango.

Fuente: Elaborado por los autores (2,016).

### 6.1.2.3 Indicadores político-institucionales

Los indicadores político institucionales se utilizaron para caracterizar los siguientes factores identificados: Falta de normas municipales para desechos sólidos y aguas residuales, Falta de programas de educación ambiental e incumplimiento de leyes nacionales. Para esto se prosiguió con el uso del "Manual para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos y el agua, a nivel local, en la República de Guatemala, a través de Indicadores

Ambientales Municipales”. Para esto, se llevó a cabo el estudio de indicadores ambientales, que se encuentran dentro del esquema de análisis dentro de Respuesta.

Indicadores para desechos sólidos y recursos hídricos: Respuesta: A continuación se presentan los indicadores municipales e institucionales, que reflejan la “respuesta” que estos sectores le están dando a la problemática. En primer lugar, se detalla la situación financiera de las municipalidades y su relación con respecto a la inversión que se ha hecho en el manejo integral de los desechos sólidos y aguas residuales. En las siguientes tablas se presenta esta relación, siendo la situación específica para el manejo de los desechos sólidos.

**Tabla 18. Situación financiera municipal con respecto al manejo de los desechos sólidos.**

No.	Ubicación política – administrativa	Ingresos totales municipales (Q)*	Presupuesto municipal asignado manejo de desechos sólidos (Q)**	Ingresos municipales por prestación de servicio de desechos sólidos (Q)**	Costo total de la prestación del servicio de manejo desechos sólidos (Q)**	Número de Funcionarios por usuario.**
1	Huehuetenango	29,737,760.62	1,200,000	200,000		
2	Chiantla	17,614,733.64	480,000	No proporcionaron la información	No proporcionaron datos.	No proporcionar on datos.
3	Malacatanquito	10,075,784.91	300,000	150,000	No proporcionaron datos.	No proporcionar on datos.
4	San Sebastián H.	8,205,867.98	No proporcionar on la información	No proporcionaron la información	No proporcionaron datos.	No proporcionar on datos.
5	Santa Bárbara.	7,524,996.63	359,335	No proporcionaron la información	No proporcionaron datos.	No proporcionar on datos.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información del sistema integrado de administración financiera municipal y municipalidades.

\* = Ingresos año 2,016, incluye Ingresos tributarios y no tributarios, Ingresos corrientes e Ingresos de capital.

\*\* = Datos proporcionados mediante boleta de entrevista por las municipalidades, año 2,016.

En la tabla 18, podemos observar \*los ingresos para el año 2,016, incluye los ingresos tributarios y no tributarios, ingresos corrientes e ingresos de capital, como \*\* los datos

proporcionados mediante boleta de entrevista por las municipalidades (2,106). De lo anterior, podemos indicar que los recursos financieros destinados por las municipalidades es prácticamente incipiente, es decir, que del total de ingresos en el año 2016 para las cinco municipalidades, el cual ascendió a Q.73,159,143.78, únicamente se invierte un total de Q.2,339,335.00 anuales, de los cuales la municipalidad de Huehuetenango reportó un total de Q.1,200,000.00, lo anterior representa un 3.19 % de inversión total. De estos datos hay que hacer mención de que la municipalidad de San Sebastián H., no proporcionó información del presupuesto manejado por desechos sólidos. Por otro lado, es de hacer notar que las municipalidades que destinan recursos para este fin, solamente Huehuetenango y Malacatancito perciben ingresos por este concepto.

De igual forma, la situación financiera del manejo de las aguas residuales, se observa en la tabla siguiente.

**Tabla 19. Situación financiera municipal con respecto al manejo de aguas residuales.**

No.	Ubicación política - administrativa	Ingresos totales municipales (Q)*	Presupuesto municipal asignado manejo de aguas residuales.**	Ingresos municipales por prestación de servicio de aguas residuales (Q)**	Costo total de la prestación del servicio de manejo aguas residuales (Q)**	Número de Funcionarios por usuario.**
1	Huehuetenango	29,737,760.62	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.
2	Chiantla	17,614,733.64	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.
3	Malacatancito	10,075,784.91	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.
4	San Sebastián H.	8,205,867.98	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.
5	Santa Bárbara.	7,524,996.63	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.	No proporcionaron datos.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con información del sistema integrado de administración financiera municipal y municipalidades.

\* = Ingresos año 2,016, incluye Ingresos tributarios y no tributarios, Ingresos corrientes e Ingresos de capital.

\*\* = Datos proporcionados mediante boleta de entrevista por las municipalidades, año 2,016.

En la tabla 19, podemos observar \*los ingresos para el año 2,016, incluye los ingresos tributarios y no tributarios, ingresos corrientes e ingresos de capital, como \*\* los datos proporcionados mediante boleta de entrevista por las municipalidades (2,106). En comparación con el manejo de los desechos sólidos, la inversión e ingresos para el tratamiento de las aguas residuales, no existe.

Prosiguiendo con las capacidades de respuesta, a continuación se muestra la información respecto a la aplicación de normas municipales para el manejo de desechos sólidos y aguas residuales, así como el desarrollo de programas de educación ambiental.

**Tabla 20. Aplicación de normas municipales y desarrollo de programas de educación ambiental.**

No.	Ubicación política-administrativa	Ingresos totales municipales (Q)*	Aplicación de Normas municipales para manejo de desechos sólidos y aguas residuales.**	Desarrollo de Programas de educación ambiental.**
1	Huehuetenango	29,737,760.62	Si	Si
2	Chiantla	17,614,733.64	No respondió	No
3	Malacatancito	10,075,784.91	No respondió	No
4	San Sebastián H.	8,205,867.98	No respondió	No
5	Santa Bárbara.	7,524,996.63	No respondió	No

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016), con base en información del sistema integrado de administración financiera municipal y municipalidades.

\* = Ingresos año 2,016, incluye Ingresos tributarios y no tributarios, Ingresos corrientes e Ingresos de capital.

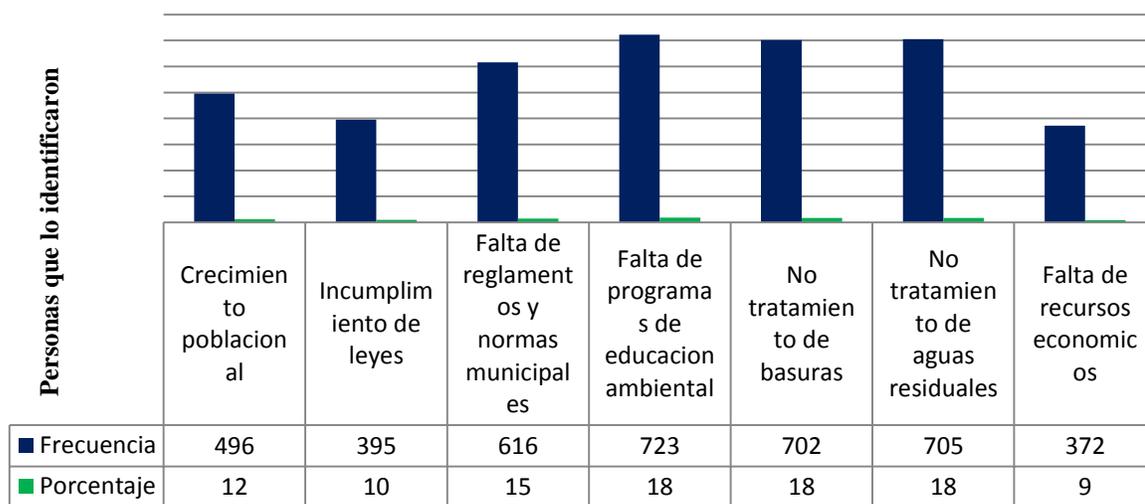
\*\* = Datos proporcionados mediante boleta de entrevista por las municipalidades, año 2,016.

En la tabla 20, podemos notar que solamente la municipalidad de Huehuetenango cuenta con una normativa y programa para el manejo de los desechos sólidos y aguas residuales, y el resto no lo tiene.

### 6.1.3 Priorización de la importancia de factores

#### 6.1.3.1 valorización y priorización por parte de la población

Tomando como base los factores identificados por la población, se les solicitó mediante la misma boleta de entrevista, que de acuerdo a la valoración de mayor, mediana y menor importancia, priorizaran los factores, siendo los resultados los siguientes, los cuales se presentan de forma gráfica y tabular:



Factor (s) de mayor importancia para la población

Figura 13. Factor (s) de mayor importancia para la población (1,507 personas participantes).  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

De un total de 1,507 personas, 723 identificaron el factor de mayor importancia la falta de programas de educación ambiental, 705 que no existe tratamiento de aguas residuales y 702 la falta de tratamiento de basuras.

A manera de resumen, se presenta en la siguiente tabla, con los factores identificados de acuerdo a su importancia, como el número de personas que los han identificado.

**Tabla 21. Factores identificados de acuerdo a su valor de importancia, por parte de la población.**

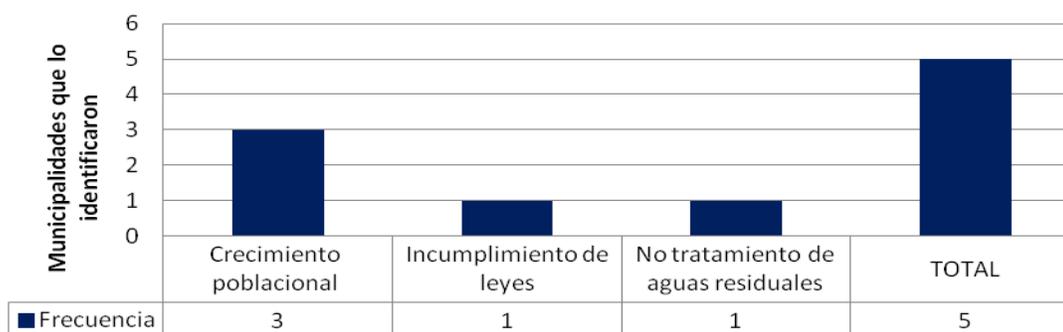
No.	Valoración / Factor	Número de personas que lo valoraron
1	Factor de mayor importancia	
	Falta de programas de educación ambiental	723
2	Factor de mediana importancia	
	No tratamiento de aguas residuales	705
3	Factor de menor importancia	
	No tratamiento de basuras	702

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

Tomando en cuenta la percepción de la población con respecto a la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, se observa que la problemática es social e incumplimiento de leyes en la aplicación de normas y reglamentos.

#### 6.1.3.2 valorización y priorización por parte de las municipalidades

Tomando como base los factores identificados por las autoridades municipales, se les solicitó mediante la misma boleta de entrevista, que de acuerdo a la valoración de mayor, mediana y menor importancia, se priorizaran los factores, siendo los resultados los siguientes, los cuales se presentan de forma gráfica y tabular:

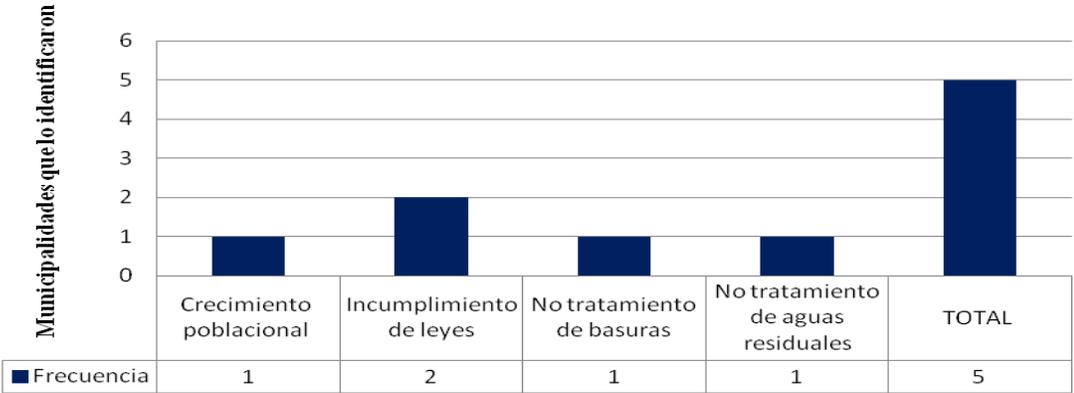


#### Factor de mayor importancia para las municipalidades

Figura 14. Factor (s) de mayor importancia para las municipalidades (05 municipalidades participantes).

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

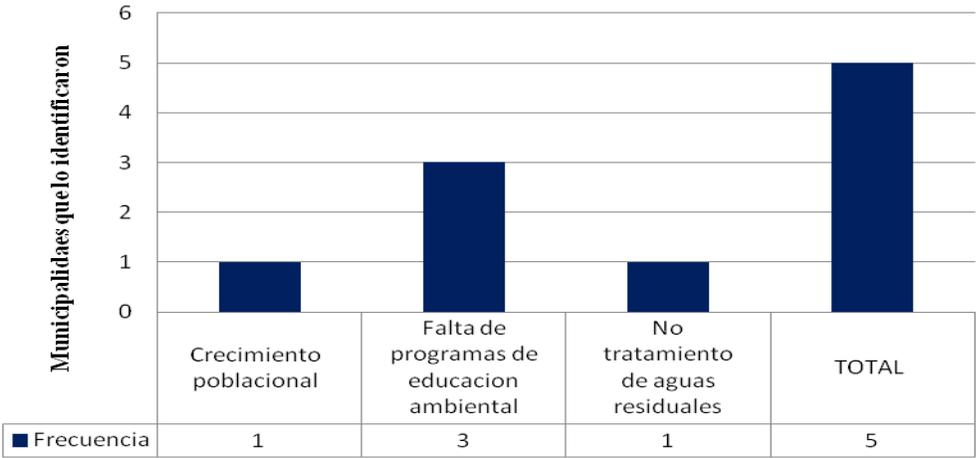
En cuanto a la apreciación de las municipalidades, el factor de mayor importancia es, el crecimiento poblacional, 03 municipalidades lo identificaron de un total de 05.



**Factor de mediana importancia para las municipalidades**

Figura 15. Factor (s) de mediana importancia para las municipalidades (05 municipalidades participantes).  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En cuanto a la apreciación de las municipalidades, el factor de mediana importancia es, el incumplimiento de leyes, 02 municipalidades lo identificaron de un total de 05.



**Factor de menor importancia para las municipalidades**

Figura 16. Factor (s) de menor importancia para las municipalidades (05 municipalidades participantes).  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En cuanto a la apreciación de las municipalidades, el factor de menor importancia es, la falta de programas de educación ambiental, 03 municipalidades lo identificaron de un total de 05.

A manera de resumen, se presenta en la siguiente tabla, con los factores identificados de acuerdo a su importancia, como el número de municipalidades que los han identificado.

**Tabla 22. Factores identificados de acuerdo a su valor de importancia por parte de las municipalidades.**

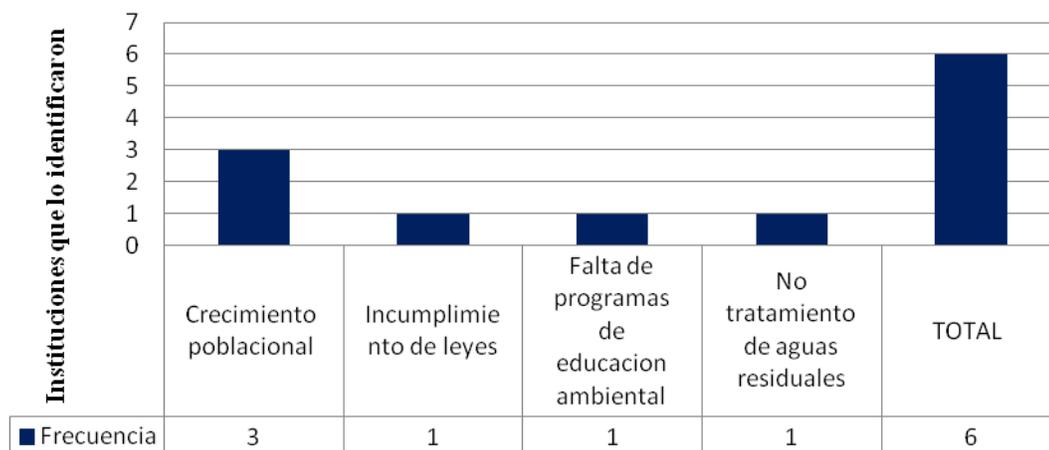
No.	Valoración/Factor	Número de municipalidades que lo valoraron
1	Factor de mayor importancia:	
	Crecimiento poblacional	03
2	Factor de mediana importancia:	
	Incumplimiento de leyes	02
3	Factor de menor importancia:	
	Falta de programas de educación ambiental	03

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la percepción de las municipalidades con respecto a la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, se observa que el crecimiento poblacional y las leyes escritas en el código municipal, no se cumplen como los reglamentos que debería tener la municipalidad para el tratamiento de desechos sólidos y aguas residuales.

#### 6.1.3.3 valorización y priorización por parte de las instituciones

Tomando como base los factores identificados por las diferentes instituciones, se les solicitó mediante la misma boleta de entrevista, que de acuerdo a la valoración de mayor, mediana y menor importancia, priorizaran los factores, siendo los resultados los siguientes, los cuales se presentan de forma gráfica y tabular:

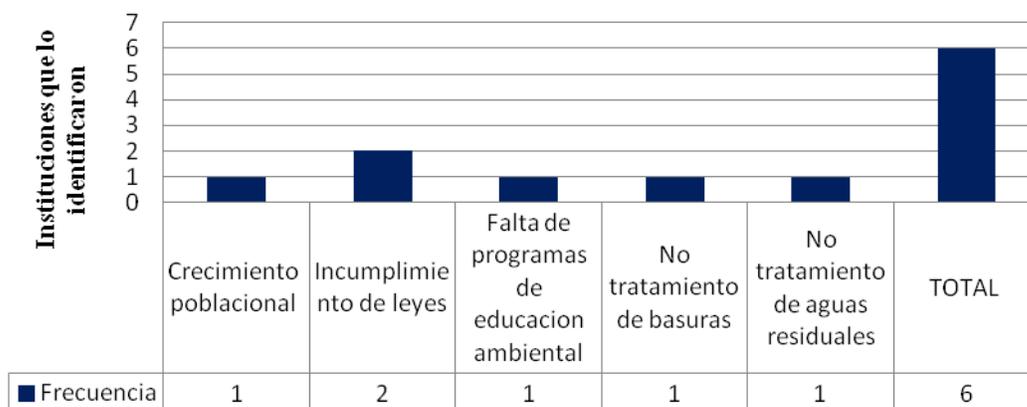


**Factor de mayor importancia para las instituciones**

Figura 17. Factor (s) de mayor importancia para las instituciones (06 instituciones participantes).

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En cuanto a la apreciación de las instituciones, el factor de mayor importancia es el crecimiento poblacional, 03 instituciones lo identificaron de un total de 06.

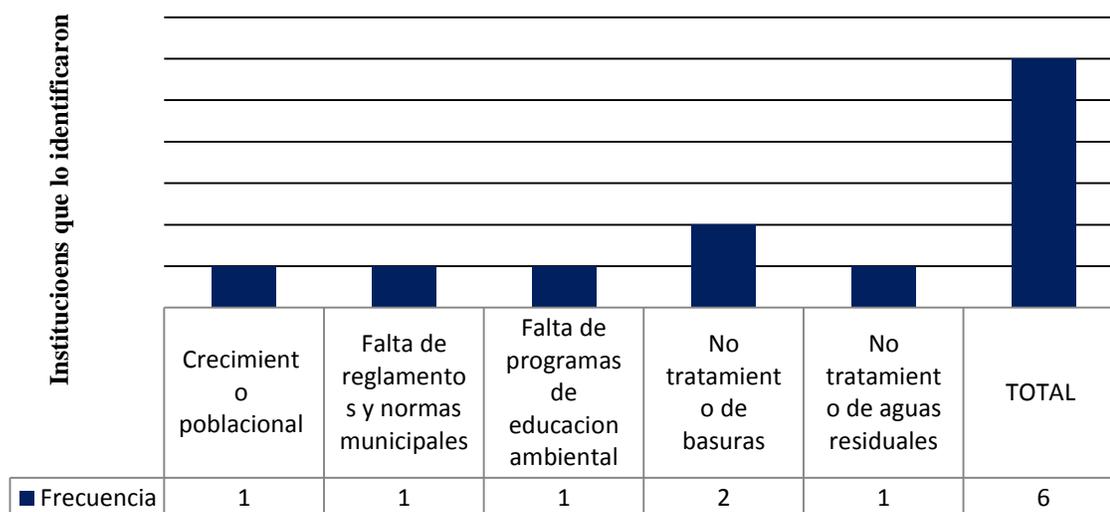


**Factor de mediana importancia para las instituciones**

Figura 18. Factor (s) de mediana importancia para las instituciones (06 instituciones participantes).

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En cuanto a la apreciación de las instituciones, el factor de mediana importancia es el incumplimiento de leyes, 02 instituciones lo identificaron de un total de 06.



**Factor de menor importancia para las instituciones**

Figura 19. Factor (s) de menor importancia para las instituciones (06 instituciones participantes).

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En cuanto a la apreciación de las instituciones, el factor de menor importancia, es que no existe tratamiento de basuras, 02 instituciones lo identificaron de un total de 06.

A manera de resumen, se presenta en la tabla 23, con los factores identificados de acuerdo a su importancia, como el número de instituciones que los han identificado.

**Tabla 23. Factores identificados de acuerdo a su valor de importancia por parte de las instituciones.**

No.	Valoración / Factor	Número de municipalidades que lo valoraron
1	Factor de mayor importancia:	
	Crecimiento poblacional	03
2	Factor de mediana importancia:	
	Incumplimiento de leyes	02
3	Factor de menor importancia:	
	No existe tratamiento de basuras	02

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

Con respecto a la apreciación de las instituciones y las municipalidades, ellas coinciden en que el crecimiento poblacional es la más importante, a diferencia de la población, que es la falta de programas de educación ambiental.

6.1.3.4 valorización y priorización global

A continuación se presenta la valoración y priorización de todos los actores involucrados, es decir, población, municipalidades e instituciones, de forma conjunta.



Figura 20. Factor de mayor importancia en forma conjunta, para la población, municipalidades e instituciones.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

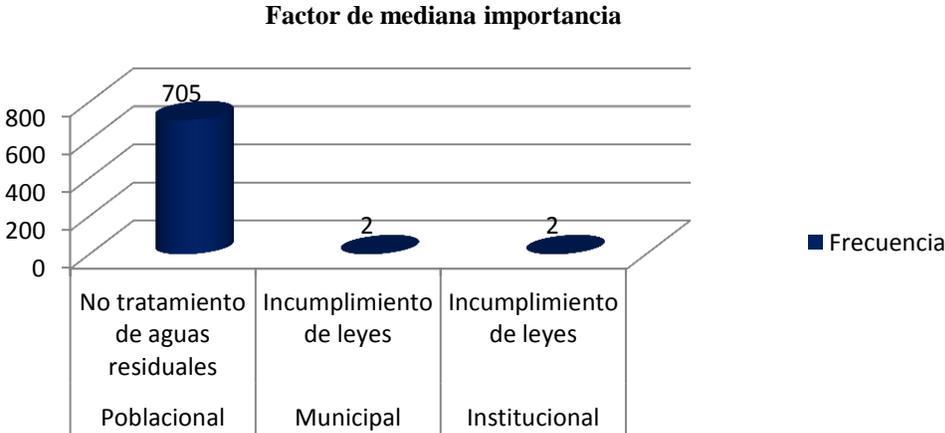


Figura 21. Factor de mediana importancia en forma conjunta, para la población, municipalidades e instituciones.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

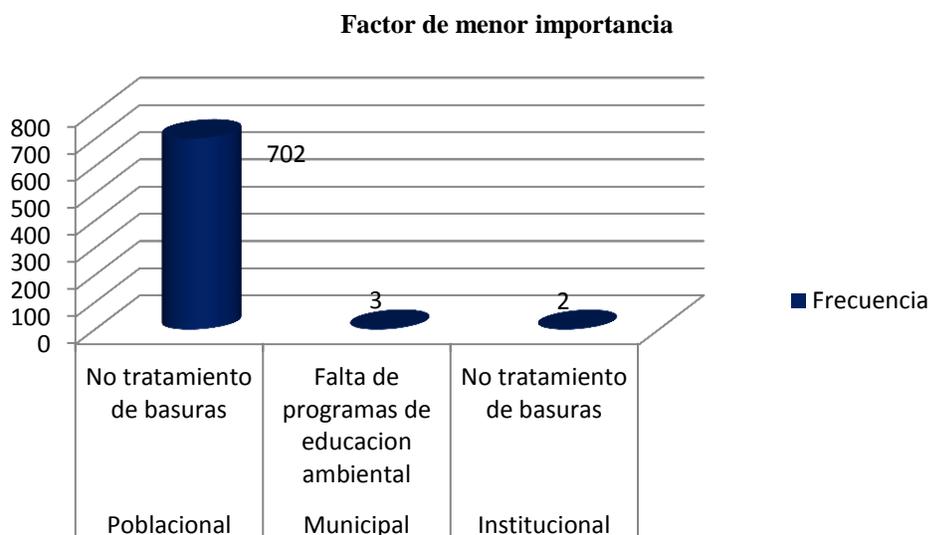


Figura 22. Factor de menor importancia en forma conjunta, para la población, municipalidades e instituciones.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

**Tabla 24. Número de actores que identificaron factores.**

No.	Factor identificado	Número de actores que lo identificaron
1	Falta de programas de educación ambiental	723
2	Crecimiento poblacional	06
3	No tratamiento de aguas residuales	705
4	Incumplimiento de leyes	04
5	No tratamiento de basuras	702
6	No existe tratamiento de basuras	02

En la percepción global con respecto a la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, se observa que la falta de programas de educación ambiental es lo que priorizaron en primer lugar, seguidamente, no existe tratamiento de aguas residuales y tratamiento de basuras.



El río Selegua, en el área de estudio presenta dos vertientes principales, una que proviene de la parte alta del municipio de Chiantla y la otra de la parte alta del municipio de Huehuetenango, estas vertientes se unen en la parte media del área de estudio, a inmediaciones del límite municipal entre Huehuetenango y Santa Bárbara, siguiendo su recorrido hacia la parte baja o punto de aforo del área de estudio, ubicado a inmediaciones del municipio de Santa Bárbara con aportes de las corrientes permanentes, efímeras e intermitentes del área perteneciente al municipio de San Sebastián. Dicho muestreo se realizó en el mes de Abril de 2,016.

Los criterios para la ubicación de los puntos de muestro, fue la presencia de los principales centros poblados, actividades económicas a orillas de estos ríos y puntos de convergencia de corrientes de agua superficial. Los dos primeros criterios obedecen principalmente a que ambos son las principales fuentes de descargas de aguas residuales y desechos sólidos a la red hídrica (Figura 9).

Los parámetros analizados, fueron los principales que se toman en cuenta como representativos de las aguas residuales, es decir, demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fosfatos y potencial de hidrogeno (pH), entre otros. Esto obedece, a la premisa que las aguas de los ríos del área de estudio están recibiendo cargas contaminantes provenientes de aguas residuales y desechos sólidos.

Las dos normas utilizadas como estándares de comparación dentro de esta evaluación, fueron los límites máximos permisibles de: Organización Mundial de la Salud -OMS- de 1,964 para fuentes de agua dulce superficial y Reglamento de las descargas y rehúso de aguas residuales y disposición de lodos -acuerdo gubernativo 236-2006- de Guatemala. Lo anterior, debido a que en el país no existe una norma que indique cuales debieran ser los parámetros y los límites máximos permisibles para fuentes de agua y en este caso en particular para fuentes superficiales (Ríos).

En el caso del reglamento indicado en el acuerdo 236-2,006, estos son valores permisibles que deben de tener las “aguas residuales” previo a la descarga hacia fuentes de agua, pero según información proporcionada por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y del Lago de Amatitlán -AMSA-, esta misma norma, es la que han utilizado para el

funcionamiento y operación de plantas de tratamiento de agua de ríos (Caso particular, en el tratamiento de las aguas del rio villa lobos).

Por lo anterior, debiera considerarse como un buen comparador, los parámetros y límites máximos permisibles de la OMS, lo anterior, debido a que ésta fue creada para cuerpos de agua dulce superficial, permitiendo con estos estándares el uso de estas aguas para distintos fines, especialmente el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y por lo tanto, la preservación de la vida humana.

Como se observa en la figura 12, los puntos de muestreo fueron seis (06), siendo las características de selección las que se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 25. Puntos de muestreo de agua superficial.**

No. Muestra	Punto de muestreo	Coordenadas		h (msnm)
1	Toluca, Chiantla	15°22.647´	91°27.222´	2,230
2	Chiantla, Cabecera	15°21.340´	91°27.974´	1,955
3	La Laguna Baja, Chinaca	15°19.046´	91°26.059´	2,007
4	Colonia Los Ángeles, Zona 10, Huehuetenango	15°18.887´	91°29.994´	1,857
5	Las Lagunas, INTECAP, zona 10, Huehuetenango	15°19.882´	91°29.980´	1,845
6	Pueblo Viejo, Rio Selegua, San Sebastián H.	15°22.799´	91°36.187´	1,710

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

#### 6.2.2 Análisis de parámetros básicos de aguas residuales.

En la tabla 27, se presentan los resultados, en cuanto a concentraciones de cada uno de los parámetros y su respectiva comparación con los límites máximos permisibles establecidos por la OMS y el Reglamento de aguas residuales de Guatemala.

Así como también, el mapa de ubicación de las actividades económicas productivas (Figura 09) que están influenciando directamente al recurso hídrico superficial, notando que dentro del área de estudio existen actividades potencialmente contaminantes como: Producción de café, cultivos anuales, hortalizas de clima frio, minas y canteras.

**Tabla 26. Concentraciones de los principales parámetros de aguas residuales analizados en los ríos del área de estudio.**

Concentraciones de los principales parámetros de aguas residuales, encontrados en las aguas de los ríos del área de estudio y comparados con los límites máximos permisibles, de la Organización Mundial de la Salud y los del Reglamento de descarga de aguas residuales de Guatemala, Abril de 2016.								
Parámetros	Límites máximos permisibles (mg/l)		Puntos de muestreo de aguas superficiales (ríos) del área de estudio / Concentraciones de campo (mg/l).					
	Organización Mundial de la Salud	Decreto 236-2006 Guatemala	Río Selegua 1 Toluca Chiantla	Río Selegua 2 Cabecera Chiantla	Río Selegua 3 Chinacá Huehuetenango	Río Selegua 4 Los Angeles Huehuetenango	Río Selegua 5 Unión de ríos	Río Selegua 6 Pueblo Viejo Aforo Cuenca
DBO	6	100	5	10	14	25	18	9
DQO	10	10	6	25	32	58	41	19
GRASAS Y ACEITES	1	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NITROGENO TOTAL	45	20	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FOSFORO TOTAL	NP	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NITRATOS	NP	NP	3168	3124	4400	3916	2156	4136
FOSFATOS	NP	NP	222	30	50	404	352	64
PH	8	9	8.1	7.89	7.71	7.43	7.56	7.77
COLOR *1	15	500	97	81	1330	1057	1658	544
MATERIA FLOTANTE	NP	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SOLIDOS EN SUSPENSION TOTALES	NP	100	1	10	90	24.5	180	555
SOLIDOS SEDIMENTABLES *2	NP	NP	0.01	0.5	1.5	2	4	2
TEMPERATURA	NP	TCR +/- 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
ARSENICO	0.01	0.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CADMIO	0.003	0.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
COBRE	2	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CROMO TOTAL	0.05	0.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NIQUEL	0.07	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PLOMO	0.01	0.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
ZINC	0	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA
MERCURIO	0.006	0.01	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CIANURO	0.07	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
COLIFORMES	0	10000	16000000	16000000	16000000	16000000	16000000	16000000

NP = No Propuesto.  
 NA = No Analizado.  
 \*1 = Unidades.  
 \*2 = cm3/litro en 1 hora.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla 26, se puede afirmar en primera instancia que la norma utilizada como estándares de comparación, aunque tienen en principio fines diferentes (Límites máximos permisibles para fuentes de agua dulce y aguas residuales), la normativa nacional es

altamente permisible, en cuanto a los niveles de contaminación que se permiten descargar a las fuentes de agua superficial. Lo anterior, obedece a que todos los parámetros muestran valores superiores de permisibilidad en cuanto a límites máximos, que deberían de tener los cuerpos de agua dulce superficial propuestos por la OMS, es decir, se permiten en las descargas límites máximos de contaminantes que superan por mucho los que deberían tener los cuerpos receptores.

En segunda instancia indicar, que el análisis de los parámetros realizados no contempló varios de los establecidos en las normas comparadoras, principalmente los relacionados a la presencia de sustancias tóxicas (Metales pesados).

En tercera instancia indicar que la normas OMS y Reglamento 236-2,006 no propone valores de límites máximos permisibles para los parámetros (Nitratos, fosfatos, sólidos sedimentables), a excepción de sólidos en suspensión que si lo propone el Reglamento 236-2,006, sin embargo todos éstos si fueron determinados en el presente caso.

Y finalmente, el Reglamento 236-2,006 si propone límites máximos permisibles para los parámetros (Grasas y aceites, nitrógeno total, fosforo total) los cuales en el presente caso no fueron analizados.

A continuación, se presenta de forma gráfica, los resultados encontrados con respecto a las concentraciones de los diferentes parámetros analizados a lo largo de la red de drenaje del área de estudio comparándolos con las dos normas propuestas.

De los resultados que se presentarán a continuación es importante indicar lo siguiente: El análisis es diferencial acumulativo, es decir, se presentan los resultados previo y posterior a la influencia de la cabecera municipal de Chiantla; previo y posterior a la influencia de la cabecera municipal de Huehuetenango; unión de las dos vertientes (Acumulación de efectos por la influencia de las cabeceras municipales) y punto de aforo del área de estudio, incluyendo la influencia de los centros poblados de San Sebastián Huehuetenango y Santa Bárbara.

Por esta razón se presentan los resultados así: Figuras 24 y 25, muestra los resultados de la vertiente influenciada por la cabecera municipal de Chiantla, así como los resultados a

partir de la unión de las vertientes hasta el punto de aforo del área de estudio, comparado con la normas OMS y Reglamento de descarga de aguas residuales. Figuras 26 y 27, muestra los resultados de la vertiente influenciada por la cabecera municipal de Huehuetenango, así como los resultados a partir de la unión de las vertientes hasta el punto de aforo del área de estudio, comparado con la normas OMS y Reglamento de descarga de aguas residuales.

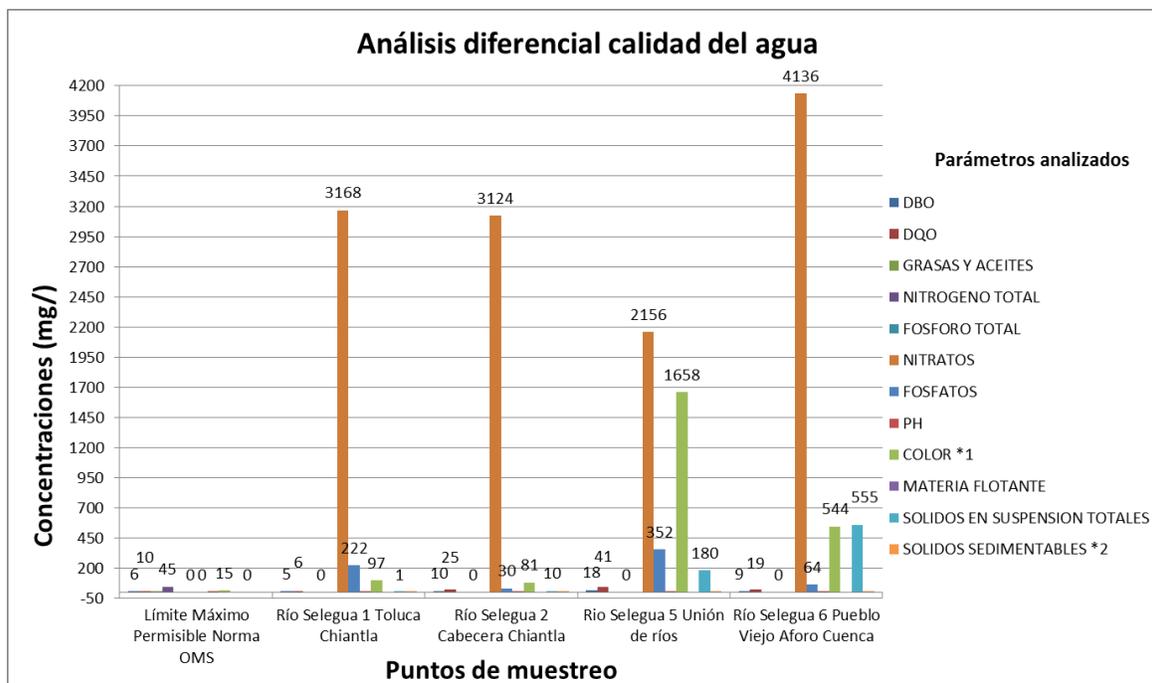


Figura 24. Comparación de resultados de campo en río Selegua, Chiantla (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de la Organización mundial de la Salud. Fuente: Muestro de campo y análisis de laboratorio, Abril 2016.

La figura anterior, muestra en primera instancia el comportamiento de los niveles de contaminación a lo largo de la red de drenaje, es decir, desde la parte más alta en el río Selegua, en la vertiente de Chiantla (Aguas arriba y abajo de la cabecera de Chiantla), hasta el punto más bajo en el río o punto de aforo. Mostrando entre lo más importante lo siguiente: Para el caso de la demanda bioquímica de oxígeno –DBO–, la norma establece como límite máximo permisible (6 mg/l) y el primer valor encontrado antes del pueblo de Chiantla es de 5 mg/l y luego del pueblo, dicho valor se incrementa a 10 mg/l, lo anterior, es normal debido a que aguas arriba del pueblo no existen centros poblados importantes que genere este tipo de contaminación, caso contrario, se observa con los resultados obtenidos

con la muestra aguas debajo de Chiantla, donde se nota claramente el aporte de contaminantes orgánicos (Materia orgánica) lo cual es característico por las descargas de aguas residuales.

Con respecto a la demanda química de oxígeno, el límite máximo permisible es de 10 mg/l, encontrando un aporte de la cabecera municipal de Chiantla de 15 mg/l entre el punto antes y después de dicho centro poblado (10 y 25 mg/l respectivamente). Lo anterior, muestra la presencia de materia orgánica no biodegradable.

Un aspecto importante de estos dos parámetros es que permite el cálculo del índice de biodegradabilidad ( $DBO_5/DQO$ ) para cada punto de muestreo, teniendo los siguientes resultados: Río Selegua 1 (0.83), Río Selegua 2 (0.40). Estos resultados confirman que en la vertiente aguas arriba de la cabecera municipal, los aportes de materia orgánica aparte de que son mínimos porque se encuentran ligeramente por debajo del límite máximo permisible, corresponden a materia orgánica muy biodegradable. El índice de biodegradabilidad para el punto aguas abajo de la cabecera, muestra que las aguas son biodegradables, lo anterior, debido probablemente por aportes de grasas y aceites, tintes, pinturas y colorantes o alguna sustancia química no biodegradable provenientes de algún tipo de industria.

Con respecto a los parámetros de nitratos y fosfatos, aunque como ya se indicó la norma no los propone, pero al tomar en consideración el valor propuesto para nitratos por la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA) quien según Metcalf y Eddy, 1996, proponen un LMP de 45 mg/l, los resultados encontrados son críticos debido a que en el punto 1 (aguas arriba) el valor es de 3,168 mg/l y el valor del punto 2 (aguas abajo) es de 3,124 mg/l, esto muestra claramente que los aportes de dicho contaminante, tienen su origen en las tierras agrícolas de la región y que las aguas residuales del pueblo prácticamente no aportan dicho contaminante. Para el caso de los nitratos estos representan la forma más oxidada del nitrógeno y los efectos sobre la salud, especialmente de niños pueden llegar a ser irreversibles y fatales con efectos cancerígenos.

La misma EPA, presenta a los fosfatos como un parámetro secundario para agua potable, presentando un valor de LMP de 250 mg/l, en el muestreo se encontró un valor en el punto

1 (aguas arriba) de 222 mg/l, reduciéndose drásticamente a 50 mg/l en el punto número 2 (aguas abajo). Los fosfatos pueden ser en principio por acción biológica presentados como ortofosfatos, aunque el fósforo no se oxida ni se reduce biológicamente, sin embargo, sus aportes pueden provenir de actividades agrícolas por el uso de agroquímicos fosforados (herbicidas o pesticidas organofosforados) y en determinados casos por el uso de algunos detergentes. Lo anterior parece indicar que el origen se debe a las actividades agrícolas presentes en la parte alta de la cuenca y debido a que como ya se indicó, no existen aportes importantes de aguas residuales aguas arriba. Sin embargo, estos resultados si representan riesgos e impactos ambientales por la propiciación de la eutrofización de las aguas, es decir, el incremento de nutrientes que favorecen el surgimiento de altas concentraciones de microorganismos que pueden reducir el oxígeno disuelto y los consiguientes efectos a la flora y fauna acuática.

En cuanto a los parámetros de pH y color, se establece que el primero supera por mínimo el LMP establecido en la norma y en cuanto al color este si es crítico, debido a que la norma establece un LMP de 15 unidades y el punto 1 y 2 presenta 97 y 81 respectivamente. La contaminación por color indica que puede tener su origen en actividades biológicas o presencia de sustancias químicas, sin embargo no se pueden establecer relaciones claras entre el color y tipo de contaminación. Existen algunas otras interpretaciones que relacionan la turbidez, los sólidos en suspensión y el color del agua, en este aspecto hay que indicar que previo a la toma de las muestras, se presentaron algunas lluvias en el área de estudio y se observaban altos índices de turbidez, debido a los sólidos en suspensión mediante el arrastre de limos, arcillas, materia orgánica finamente dividida, plancton, desechos provenientes de aguas residuales, lo cual para este caso se puede relacionar al notar los valores encontrados para los sólidos en suspensión totales.

Finalmente, indicar que el parámetro de contaminación biológica por coliformes es altamente crítico, debido a que la norma en este caso establece que el número más probable a encontrar debería ser cero (0), sin embargo se obtuvo un resultado de número más probable de gérmenes coliformes en 100 cm<sup>3</sup> mayor de  $16 \times 10^6$ , es decir 16,000,000 tanto para coliformes totales como fecales. Esto último establece claramente que el tipo de

contaminación biológica es de origen fecal, proveniente de las aguas residuales de los centros poblados.

Al comprar estos mismos puntos de muestreo pero con respecto al reglamento de aguas residuales del país, tenemos la siguiente figura.

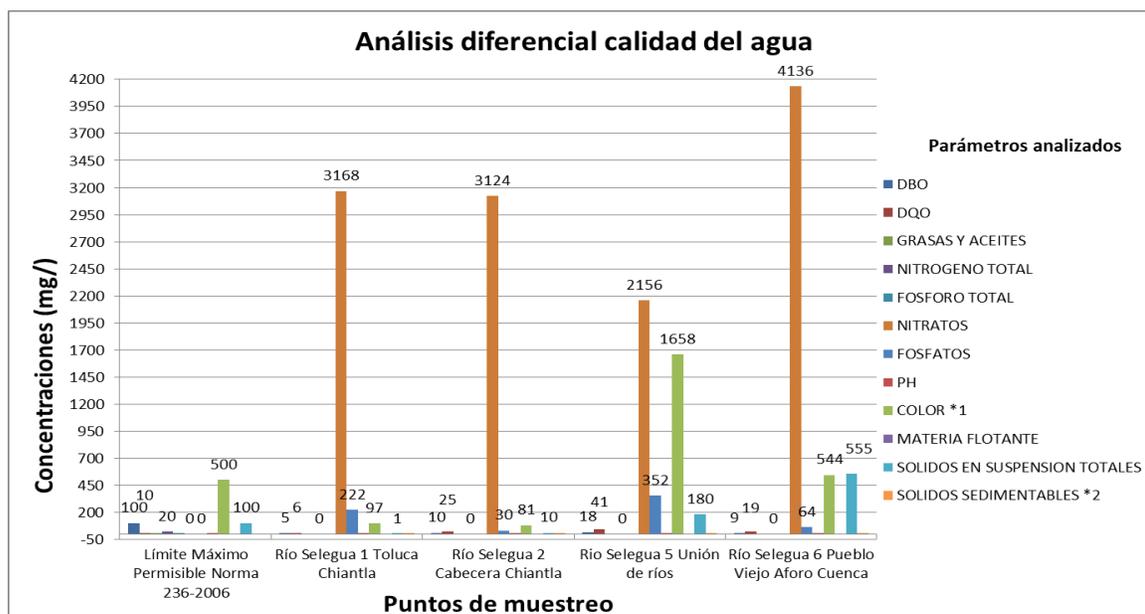


Figura 25. Comparación de resultados de campo en río Selegua, Chiantla (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de descarga de aguas residuales 236-2,006 de Guatemala.

Fuente: Muestro de campo y análisis de laboratorio, Abril 2,016.

La figura anterior, muestra que la norma permite valores muy superior al de la OMS, y que al momento que en el país se establezca una norma para fuentes de agua dulce con los estándares propuestos por la OMS, prácticamente no sería necesario tratar ni las aguas de los ríos, ni las propias aguas residuales de los generadores, debido a que prácticamente todos los valores se encuentran por debajo de los LMP que se permiten descargar a las fuentes de agua (Decreto 236-2,006), a excepción de la demanda química de oxígeno - DQO- en el punto 2 (Aguas abajo) y Coliformes, que se encuentran por encima de los límites permisibles.

Es el caso para la DBO<sub>5</sub>, que permite un LMP de 100 mg/l; pH que permite un LMP de 9; Color que permite un LMP de 500 Unidades; Sólidos en suspensión que permite un LMP de 100 mg/l y Coliformes que permite un LMP de 10,000.

A continuación se presentan las figuras que muestran los niveles de contaminación del río Selegua, en la vertiente de la cabecera municipal y departamental de Huehuetenango y su comparación siempre con las dos normas.

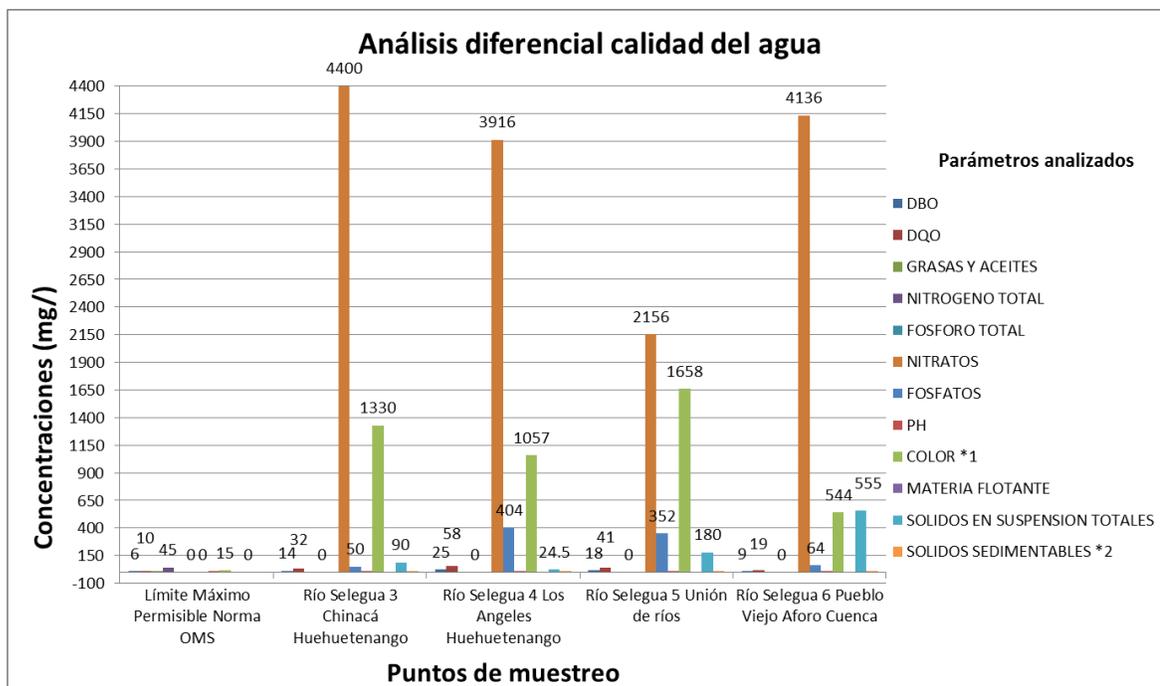


Figura 26. Comparación de resultados de campo en río Selegua, Huehuetenango (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de la Organización Mundial de la Salud.

Fuente: Muestro de campo y análisis de laboratorio, Abril 2,016.

La figura anterior, muestra en primera instancia el comportamiento de los niveles de contaminación a lo largo de la red de drenaje, es decir, desde la parte más alta en el río Selegua en la vertiente de Huehuetenango (Aguas arriba y abajo de la cabecera de Huehuetenango), hasta el punto más bajo en el río o punto de aforo. Mostrando entre lo más importante lo siguiente: Para el caso de la demanda bioquímica de oxígeno -DBO-, la norma establece como límite máximo permisible (6 mg/l) y el primer valor encontrado antes del pueblo de Huehuetenango es de 14 mg/l y luego del pueblo, dicho valor se incrementa a 25 mg/l, lo anterior, es normal debido a que aguas arriba del pueblo no existen centros poblados importantes que genere este tipo de contaminación, caso contrario se observa con los resultados obtenidos con la muestra aguas abajo de Huehuetenango, donde se nota claramente el aporte de contaminantes orgánicos (Materia orgánica), lo cual es característico por las descargas de aguas residuales.

Con respecto a la demanda química de oxígeno, el límite máximo permisible es de 10 mg/l, encontrando un aporte de la cabecera municipal de Huehuetenango de 26 mg/l, entre el punto antes y después de dicho centro poblado (32 y 58 mg/l respectivamente). Lo anterior, muestra la presencia de materia orgánica no biodegradable.

Un aspecto importante de estos dos parámetros es que permite el cálculo del índice de biodegradabilidad ( $DBO_5/DQO$ ) para cada punto de muestreo, teniendo los siguientes resultados: Río Selegua 3 (0.44), Río Selegua 4 (0.43). Estos resultados confirman que en la vertiente aguas arriba de la cabecera municipal los aportes de materia orgánica aunque son importantes porque se encuentran por arriba del límite máximo permisible, corresponden a materia orgánica muy biodegradable aunque muy cerca del índice para clasificarla como biodegradables (0.20 a 0.40). El índice de biodegradabilidad para el punto aguas abajo de la cabecera, muestra que las aguas son muy biodegradables aunque muy cerca del índice para clasificarla como biodegradable (0.20 a 0.40). Mostrando además que la carga de contaminantes de Huehuetenango es superior a la de Chiantla.

Con respecto a los parámetros de nitratos y fosfatos, aunque como ya se indicó la norma no los propone, pero al tomar en consideración el valor propuesto para nitratos por la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA) quien según Metcalf y Eddy, 1,996, proponen un LMP de 45 mg/l, los resultados encontrados son críticos, debido a que en el punto 3 (aguas arriba) el valor es de 4,400 mg/l y el valor del punto 4 (aguas abajo) es de 3,916 mg/l, esto muestra claramente que los aportes de dicho contaminante, tienen su origen en las tierras agrícolas de la región y que las aguas residuales del pueblo prácticamente no aportan dicho contaminante. Para el caso de los nitratos, estos representan la forma más oxidada del nitrógeno y los efectos sobre la salud, especialmente de niños pueden llegar a ser irreversibles y fatales con efectos cancerígenos.

La misma EPA, presenta a los fosfatos como un parámetro secundario para agua potable, presentando un valor de LMP de 250 mg/l, en el muestreo se encontró un valor en el punto 3 (aguas arriba) de 50 mg/l, incrementándose drásticamente a 404 mg/l en el punto numero 4 (aguas abajo). Los fosfatos pueden ser en principio por acción biológica presentados como ortofosfatos, aunque el fosforo no se oxida ni se reduce biológicamente, sin embargo, sus aportes pueden provenir de actividades agrícolas por el uso de agroquímicos fosforados

(Herbicidas o pesticidas organofosforados) y en determinados casos por el uso de algunos detergentes. Lo anterior parece indicar que el origen se debe a las actividades domésticas o industriales donde se utilizan altas cantidades de detergentes. Sin embargo, estos resultados si representan riesgos e impactos ambientales por la propiciación de la eutrofización de las aguas, es decir, el incremento de nutrientes que favorecen el surgimiento de altas concentraciones de microorganismos que pueden reducir el oxígeno disuelto y los consiguientes efectos a la flora y fauna acuática.

En cuanto a los parámetros de pH y color, se establece que el primero no supera el LMP establecido en la norma y en cuanto al color, este si es crítico debido a que la norma establece un LMP de 15 unidades y el punto 3 y 4 presenta 1,330 y 1,057 respectivamente. La contaminación por color, se indica puede tener su origen en actividades biológicas o presencia de sustancias químicas, sin embargo, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y tipo de contaminación. Existen algunas otras interpretaciones que relacionan la turbidez, los sólidos en suspensión y el color del agua, en este aspecto hay que indicar que previo a la toma de las muestras se presentaron algunas lluvias en el área de estudio y se observaban altos índices de turbidez, debido a los sólidos en suspensión mediante el arrastre de limos, arcillas, materia orgánica finamente dividida, plancton, desechos provenientes de aguas residuales, lo cual para este caso se puede relacionar al notar los valores encontrados para los sólidos en suspensión totales.

Finalmente indicar, que el parámetro de contaminación biológica por coliformes es altamente crítico, debido a que la norma en este caso establece que el número más probable a encontrar debería ser cero (0), sin embargo, se obtuvo un resultado de número más probable de gérmenes coliformes en 100 cm<sup>3</sup> mayor de  $16 \times 10^6$ , es decir, 16,000,000 tanto para coliformes totales como fecales. Esto último establece claramente que el tipo de contaminación biológica es de origen fecal, proveniente de las aguas residuales de los centros poblados aguas arriba y los aportes de la cabecera municipal y departamental de Huehuetenango.

Al comprar estos mismos puntos de muestreo pero con respecto al reglamento de aguas residuales del país, tenemos la siguiente figura.

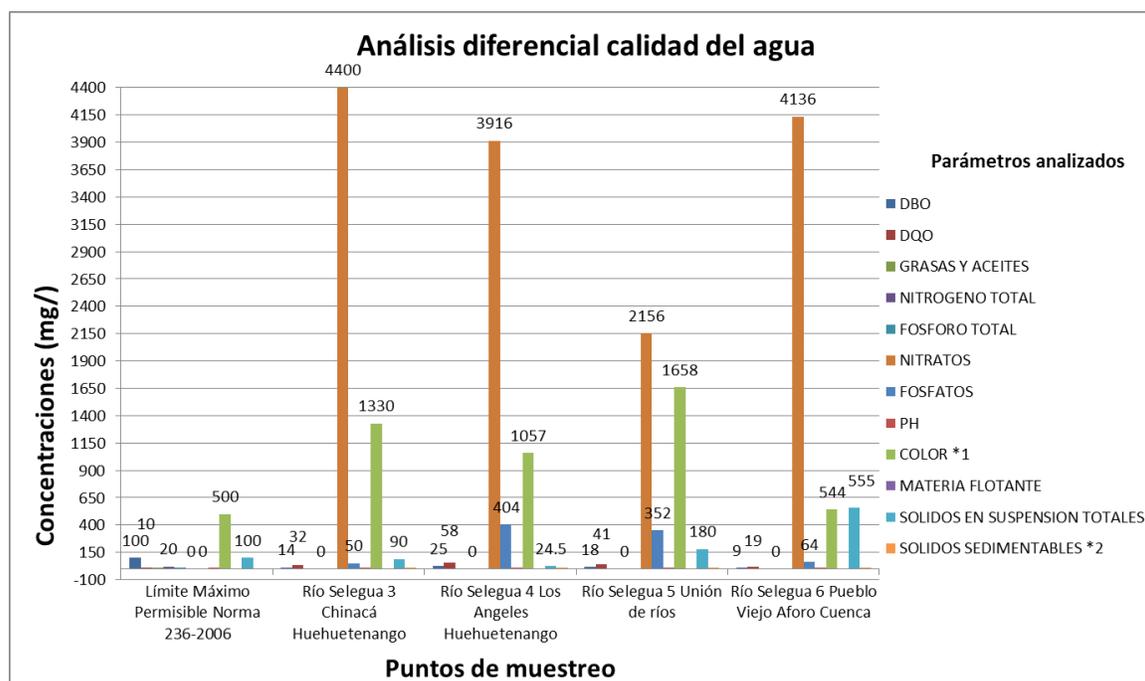


Figura 27. Comparación de resultados de campo en río Selegua, Huehuetenango (Parámetros de aguas residuales) con respecto a la norma de descarga de aguas residuales 236-2,006 de Guatemala.

Fuente: Muestra de campo y análisis de laboratorio, Abril 2016.

La figura anterior, muestra que la norma permite valores muy superior al de la OMS, y que al momento que en el país se establezca una norma para fuentes de agua dulce con los estándares propuestos por la OMS, prácticamente no sería necesario tratar ni las aguas de los ríos, ni las propias aguas residuales de los generadores, debido a que prácticamente todos los valores se encuentran por debajo de los LMP, que se permiten descargar a las fuentes de agua (Decreto 236-2,006), a excepción de la demanda química de oxígeno -DQO- en los puntos 3 y 4 (Aguas abajo) y Coliformes, que se encuentran por encima de los límites permisibles.

Es el caso para la DBO<sub>5</sub> que permite un LMP de 100 mg/l; pH que permite un LMP de 9; Color que permite un LMP de 500 Unidades; Sólidos en suspensión que permite un LMP de 100 mg/l y Coliformes que permite un LMP de 10,000.

### 6.2.3 Análisis de efectos acumulativos sobre la calidad ambiental del recurso hídrico

Los efectos acumulativos de contaminación del recurso hídrico para este caso se toman en cuenta a partir de la unión de las dos vertientes (Chiantla y Huehuetenango) es decir, en los puntos número 5 y 6 de muestreo, correspondiendo este último al punto de aforo de la cuenca (Área de estudio). Los niveles de contaminación para el punto 5 (Unión de vertientes), mantuvieron su tendencia en cuanto a concentraciones de los respectivos parámetros, los cuales presentan igualmente concentraciones altas de contaminantes, notándose que la contaminación provocada por la cabecera municipal y departamental de Huehuetenango, es la predominante. Lo anterior, se logra concluir luego de establecer que los valores de contaminación para el caso de la DBO<sub>5</sub> y DQO (18 y 41 mg/l) son superiores a los encontrados en el punto 2 aguas abajo de la cabecera municipal de Chiantla (10 y 25 mg/l) y relativamente inferiores al punto 4 aguas abajo de la cabecera municipal de Huehuetenango (25 y 58 mg/l).

El mismo efecto se puede observar para el resto de parámetros, sin embargo, y a manera de efecto se concluye que la contaminación por nitratos sigue siendo de origen agrícola, debido a que luego de la unión de las vertientes de los centros urbanos los niveles de contaminación disminuyeron, pero que igualmente se mantienen en niveles críticos. Para el caso de los fosfatos estos siguen presentando la tendencia alta de origen doméstico e industrial por el uso de detergentes, siendo igualmente críticos dichos niveles de concentración.

Finalmente el punto número 6 (punto de aforo de la cuenca) representa el trayecto existente entre el punto 5 y el último punto de aforo, no encontrando ningún otro centro poblado de importancia como las cabeceras municipales de Chiantla y Huehuetenango, y sí amplias zonas de producción agrícola con pendientes elevadas. Los niveles de contaminación relacionado a los efectos acumulativos de toda el área de estudio para el caso de la DBO<sub>5</sub> y DQO, presentan una reducción considerable de concentraciones (9 y 19 mg/l) respectivamente, presentando niveles muy similares a los encontrados luego de la influencia de la cabecera municipal de Chiantla (10 y 25 mg/l).

Lo anterior confirma en primera instancia, la ausencia de centros poblados importantes que estén vertiendo aguas residuales en cantidades altas y en segunda instancia, la capacidad natural que tiene el río Selegua de reducir las cargas contaminantes por procesos biológicos y procesos naturales de aireación. Otros datos que confirman lo antepuesto, así como las fuentes probables de contaminación, lo muestran los niveles de nitratos y fosfatos (4,136 y 64 mg/l) encontrados en el punto 6, respectivamente, mostrando que las actividades de origen agrícola aportan los nitratos y las descargas de aguas residuales (domésticas e industriales) aportan los fosfatos, los cuales disminuyeron drásticamente al no haber centros poblados que provoquen éstos efectos. Y por último, indicar que la contaminación biológica se mantuvo hasta el punto de aforo de la cuenca (16,000,000 número más probable de coliformes totales y fecales), teniendo un efecto acumulativo invariable o constante, en donde se demuestra que los ríos del área de estudio no tienen la capacidad de amortiguar o disminuir dicha contaminación a través de procesos biológicos naturales.

### **6.3 Identificación, caracterización y valoración de los principales impactos ambientales por la contaminación de desechos sólidos y aguas residuales**

#### **6.3.1 Identificación de impactos**

La identificación de los impactos ambientales provocados por la generación y disposición de desechos sólidos, así como por la generación y descarga de aguas residuales, se realizó utilizando la metodología de la matriz de Leopold modificada, en la cual se hace una relación entre las acciones generadoras y los elementos ambientales impactados por dichas acciones. Esta metodología, aparte de identificar, también cuantifica o evalúa preliminarmente la magnitud e importancia que están teniendo cada una de las acciones sobre las variables ambientales. Para ello, la asignación numérica y descriptiva que se utiliza es la siguiente.

**Tabla 277. Parámetros para evaluar la magnitud e importancia de las acciones hacia las variables ambientales.**

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b>
Magnitud e Importancia	10: Magnitud e Importancia Mayor del Impacto 05: Magnitud e Importancia Media del Impacto. 01: Magnitud e Importancia Menor del Impacto.

Fuente: Manual de evaluación de impacto ambiental, Universidad de Oklahoma 1,998.

En la tabla siguiente, se presenta la matriz de identificación de impactos, pudiéndose observar en el caso de desechos sólidos, que la existencia de los basureros municipales y los clandestinos, son las dos acciones que más variables ambientales impactan, teniendo la valoración más altas en cuanto a magnitud e importancia (74/124 y 69/100).

Por otro lado, en cuanto a aguas residuales, la generación y descarga de aguas residuales industriales, agrícolas y domésticas presentan las valoraciones más altas (45/67, 36/58 y 37/55).

**Tabla 288. Identificación de impactos ambientales, matriz de LEOPOLD modificada.**

		ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES																				TOTAL-HDR.		
		GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DESECHOS SÓLIDOS														GENERACIÓN Y DESFOGUE DE AGUAS RESIDUALES								
		Domiciliares		Industriales		Agroindustriales		Residuos		Basureros clandestinos		Basureros municipales		Relleno sanitario		Domiciliares		Industriales		Agrícolas				SIGNO
		M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I			
MEDIO FÍSICO	1. SUELO	<b>Contaminación:</b>																				M Total	I Total	
		Toxicidad																				0	0	
		Estructura																				20	31	
		Infiltración																				19	26	
		Eliminación de edofauna																				15	25	
																						8	15	
	2. HÍDRICO	<b>Agua Superficial:</b>																				0	0	
		Calidad del agua																				45	67	
		Cantidad de agua																				11	16	
		<b>Agua Subterránea:</b>																				0	0	
		Calidad del agua																				17	30	
		Cantidad de agua																				0	0	
	3. ATMOSFÉRICO	<b>Contaminación atmosférica:</b>																				0	0	
		Polvo																				5	9	
		Gases																				16	23	
		Malos olores																				36	51	
	MEDIO BIÓTICO	1. FLORA	<b>Eliminación cobertura</b>																				0	0
			Arboles																				2	3
Arbustos																				9	12			
Pérdida de especies en peligro de extinción																				0	0			
<b>Uso de la tierra</b>																				0	0			
Cambio de uso de la tierra																				4	6			
2. FAUNA		<b>Migración y/o Desplazamiento</b>																				0	0	
		Animales terrestres																				12	17	
		Aves																				7	12	
		Lacustres																				39	55	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	1. SERVICIOS	<b>Generación de Empleo</b>																				0	0	
		temporal																				6	8	
		permanente																				3	6	
		<b>Daños a la salud:</b>																				0	0	
		Daños a la salud por contacto directo con el agua.																				20	28	
		Infecciones respiratorias																				6	11	
		Enfermedades transmitidas por vectores																				18	27	
Alteración del Paisaje																				37	56			
<b>TOTALES</b>		26	33	22	35	23	30	23	32	69	100	74	124	0	0	37	55	45	67	36	58	0	355	534

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

### 6.3.2 Análisis de impactos

A continuación, se describen los impactos identificados, de acuerdo a lo expuesto anteriormente. Desechos sólidos y Aguas residuales:

- Alteración de la calidad del agua superficial.
- Generación de malos olores.
- Alteración de la fauna y flora acuática.
- Alteración del paisaje.
- Toxicidad del suelo.
- Alteración de la calidad del agua subterránea.
- Afectación de la infiltración del suelo.
- Daños a la salud por contacto directo con el agua superficial.
- Enfermedades transmitidas por vectores.
- Alteración de la estructura del suelo.

### 6.3.3 Caracterización y valoración de impactos ambientales

La caracterización y valoración de los impactos, se realizó a través de las siguientes metodologías: determinación de la importancia de los impactos (Tomando en cuenta una serie de atributos y su correspondiente cuantificación), así mismo, la elaboración de matrices que permiten jerarquizar por orden de importancia cada uno de los impactos.

En la tabal 30, se muestra la matriz de valoración de los diferentes impactos a través del análisis de una serie de factores o atributos, y el principal objetivo es determinar si los impactos son Benéficos y/o Perjudiciales.

Los factores o atributos tomados en cuenta para realizar esta metodología son los siguientes:

**Tabla 29. Factores o atributos para valorización de impactos ambientales.**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Signo (S).	+ : Benéfico - : Perjudicial
Momento (M).	1: Largo plazo 2: Mediano Plazo 4: Inmediato 14: Critico
Intensidad (Int), se refiere a la destrucción que se pueda realizar.	1: Baja 2: Media 3: Alta 8: Muy Alta 16: Total
Extensión (E), se refiere al área de influencia.	1: Puntual 2: Parcial 3: Extenso 8: Total
Persistencia (P), se refiere a la permanencia del efecto.	1: Fugaz 2: Temporal 4: Pertinaz 8: Permanente
Reversibilidad (R), se refiere a la reconstrucción.	1: Corto plazo 3: Mediano plazo 5: Largo plazo 8: Irreversible 20: Irrecuperable

Fuente: Manual de evaluación de impacto ambiental, Universidad de Oklahoma 1,998.

Al aplicar la metodología de valoración, tenemos los resultados, los cuales se presentan en la siguiente tabla, dentro de lo más relevante está el hecho de que todos los impactos identificados son negativos o perjudiciales.

**Tabla 290. Matriz de valoración de impactos (Benéficos y/o perjudiciales).**

No.	IMPACTOS	CARACTERISTICAS					
		Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Signo
<b>1</b>	<b>Desechos sólidos y aguas residuales</b>						
1.1	Alteración de la calidad del agua superficial.	16	8	14	4	5	-
1.2	Generación de malos olores.	3	3	4	4	5	-
1.3	Alteración de la fauna y flora acuática.	8	3	14	8	5	-
1.4	Alteración del paisaje.	3	3	14	8	5	-

1.5	Toxicidad del suelo.	2	2	4	4	5	-
1.6	Alteración de la calidad del agua subterránea.	2	1	2	2	3	-
1.7	Afectación de la infiltración del suelo.	2	1	2	2	3	-
1.8	Daños a la salud por contacto directo con el agua superficial.	3	3	4	8	8	-
1.9	Enfermedades transmitidas por vectores.	3	2	4	2	3	-
1.10	Alteración de la estructura del suelo.	2	2	2	2	3	-

Fuente: Elaborado por los Autores y aplicación de metodología (2,016).

Para poder tener un concepto mucho más claro de los efectos de estos impactos, debemos interpretarlos de acuerdo a la metodología de importancia, la cual nos muestra de manera cuantitativa estos efectos. Esta metodología de importancia, toma en cuenta la caracterización cuantitativa que se muestra en tabla anterior de valoración de impactos y a dichos valores se les aplica la fórmula que a continuación se describe.

**Tabla 301. Parámetros para determinar el valor de importancia.**

Fórmula de importancia I: $\pm (3Int + 2E + M + P + R)$	
Interpretación de impactos	
Neutro	I: 0
Critico	I: Mayor de -75
Severo	I: Entre -50 y -75
Bajo	I: Entre -49 y +24
Moderado	I: Entre +25 y +49
Bueno	I: Entre +50 y +75
Excelente	I: Mayor de +75

Fuente: Manual de evaluación de impacto ambiental, Universidad de Oklahoma 1,998.

Luego de aplicar la metodología descrita en la tabla anterior, se determinó el valor de importancia de cada uno de los impactos, presentándose de manera resumida a continuación.

**Tabla 312. Valor de importancia determinada para los impactos potenciales.**

No.	Impactos	Valor de importancia	Interpretación de impactos
<b>1</b>	<b>Desechos sólidos y aguas residuales</b>		
1.1	Alteración de la calidad del agua superficial.	- 87	Critico (Negativo)
1.2	Generación de malos olores.	- 28	Bajo (Negativo)
1.3	Alteración de la fauna y flora acuática.	- 57	Severo (Negativo)
1.4	Alteración del paisaje.	- 42	Bajo (Negativo)
1.5	Toxicidad del suelo.	- 23	Bajo (Negativo)
1.6	Alteración de la calidad del agua subterránea.	- 15	Bajo (Negativo)
1.7	Afectación de la infiltración del suelo.	- 15	Bajo (Negativo)
1.8	Daños a la salud por contacto directo con el agua superficial.	- 35	Bajo (Negativo)
1.9	Enfermedades transmitidas por vectores.	- 22	Bajo (Negativo)
1.10	Alteración de la estructura del suelo.	- 17	Bajo (Negativo)

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla anterior, observamos que de acuerdo al valor de importancia, todos los impactos identificados son negativos, los cuales van de impacto “Bajo a Critico”, siendo el impacto negativos crítico: La alteración de la calidad del agua superficial, el negativo severo: alteración de la fauna y flora acuática.

Así mismo, el impacto daños a la salud por contacto directo con el agua, se tipificó como bajo negativo, sin embargo, este bien podría tipificarse al igual que los anteriores como crítico o severo, pero debido a que no se cuenta en este estudio con suficiente información proveniente de revisión de literatura y estadística, no se tipificó como tal.

Tomando en cuenta la valoración anterior, podemos jerarquizar de acuerdo al orden de importancia todos los impactos, es decir, de mayor a menor impacto sobre las diferentes variables ambientales.

A continuación se jerarquizan los impactos ambientales, dándoles en esa jerarquía un orden descendente, es decir, de mayor a menor importancia y utilizando para ello la nomenclatura de la “A” a la “J”.

**Tabla 323. Jerarquización de los impactos de acuerdo al valor de importancia.**

<b>Jerarquía (mayor a menor)</b>	<b>Impactos</b>	<b>Signo</b>
1.1 (A)	Alteración de la calidad del agua superficial	-
1.3 (B)	Alteración de la fauna y flora acuática	-
1.4 (C)	Alteración del paisaje	-
1.8 (D)	Daños a la salud por contacto directo con el agua	-
1.2 (E)	Generación de malos olores	-
1.5 (F)	Toxicidad del suelo	-
1.9 (G)	Enfermedades transmitidas por vectores	-
1.10 (H)	Alteración de la estructura del suelo	-
1.6 (I)	Alteración de la calidad del agua subterránea	-
1.7 (J)	Afectación de la infiltración del suelo	-

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

De acuerdo al valor de importancia, podemos mencionar a manera de ejemplo que, uno de los impactos de mayor importancia es la alteración de la calidad del agua superficial y que las enfermedades transmitidas por vectores hacia los humanos, es más importante que la alteración de la estructura del suelo.

#### **6.4 Propuesta del modelo de gestión ambiental para la reducción de la contaminación de ríos, por desechos sólidos y aguas residuales**

A continuación se presenta el modelo de gestión ambiental en base a la información generada anteriormente. La información se basa en la búsqueda del mejoramiento de todos los actores implicados (Municipal, institucional e poblacional), para la reducción de la contaminación de ríos, por desechos sólidos y aguas residuales.

##### **6.4.1 Condiciones del modelo**

Los escenarios que el modelo puede llegar a confrontar son:

- Falta de prioridad política e institucional en la gestión ambiental, ya que existe muy poco interés de los gobiernos municipales en darle atención al tema ambiental, especialmente en la contaminación de los ríos.
- Poca relevancia en el componente ambiental para los planes y programas de desarrollo municipal, para la asignación de recursos económicos.
- Débil visión en la estructura municipal e institucional local.

- Limitaciones en la legislación ambiental del país para una adecuada gestión ambiental municipal.
- Crecimiento poblacional acelerado con nula política de los gobiernos municipales en la definición del papel ambiental.
- Escasa participación de la población en la gestión ambiental local.
- Débil articulación de las instituciones y municipalidades en la gestión ambiental, generando duplicación.
- Limitantes en los recursos financieros, humanos y tecnológicos para atender la gestión ambiental local y enfrentar los problemas ambientales de los municipios.
- Carencia de conocimientos técnicos ambientales y de información por parte de las autoridades municipales e institucionales.
- Escaso apoyo de organismos financieros nacionales e internacionales en la gestión ambiental.

#### 6.4.2 Actores identificados

Los actores que se identificaron, han sido: Sociales, ambientales y político-institucionales.

- Sociales: Se ha identificado la población en general e instituciones.
- Económicos: Se han identificado las comunidades locales relacionadas con su economía local (Cultivos anuales) y las PYMES (Pequeña y mediana empresa).
- Políticos: Se han identificado los alcaldes auxiliares, Cocodes, Comudes, Codede y municipalidades.
- Institucionales: Se han identificado el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobernación Departamental de Huehuetenango, Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), Asociación de Cooperación para el Desarrollo Integral de Huehuetenango (ACODIHUE) y Project Concern International (PCI).

#### 6.4.3 Factores priorizados

Los factores que a continuación se presentan son la base del modelo de gestión ambiental.

- De mayor importancia: Falta de programas de educación ambiental, crecimiento poblacional.
- De mediana importancia: No tratamiento de aguas residuales, incumplimiento de leyes,
- De menor importancia: No tratamiento de basuras, falta de programas de educación ambiental.
- Otros factores identificados: Minería, no existe planificación en el presupuesto anual para la gestión ambiental y no les interesa a las autoridades municipales.

#### 6.4.4 Fundamentos legales

A continuación se muestra la legislación y normativa nacional que existe actualmente para abordar los problemas ambientales provocados por los desechos sólidos y aguas residuales. Será el respaldo del modelo de gestión ambiental.

**Tabla 334. Legislación nacional que respalda la propuesta del modelo de gestión ambiental.**

No.	Normativa	Institucionalidad
1	Constitución Política de la República	Municipalidades
2	Ley de vivienda y asentamientos humanos (Decreto 120-96) del Congreso de la República.	MARN
3	Ley reguladora de las áreas de reservas territoriales del Estado de Guatemala (Decreto 126-97) del congreso de la República.	MARN
4	Reglamento sobre registro, comercialización, uso y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines (Acuerdo gubernativo 377-90)	MARN -MAGA
5	Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (Decreto 69-86).	MARN
6	Ley forestal (Decreto 101-96) del Congreso de la República y su reglamento 4.23.97.	MARN
7	Política de la Equidad de Género en el Sector de la Gestión Ambiental.	MUNICIPALIDAD-CODEDE
8	Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, 2005.	MARN – CONADES
9	Política Nacional de Educación Ambiental, 2003.	MARN
10	Ley de Fomento de la Educación Ambiental (Decreto 74-96)	MARN – MINEDUC
11	Ley de Educación Nacional (Decreto 12-91)	MINEDUC
12	Ley de Fomento a la Difusión de la Conciencia Ambiental (Decreto 116-96)	MARN – MINEDUC
13	Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Decreto 11-2002)	Consejos Nacional, Regional, Departamental, Municipal, Comunitario.
14	Código Municipal (Decreto 12-2002).	MUNICIPALIDADES
15	Código de Salud (90-97).	MSPAS
16	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento ambiental (Acuerdo gubernativo 23-2003)	MARN
17	Comisión nacional para el manejo de los desechos sólidos –CONADES- (Acuerdo gubernativo 234-2004)	MARN
18	Reglamento de las descargas y rehúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo gubernativo 236-2006)	MARN

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

La tabla anterior, muestra la legislación nacional de políticas públicas en relación a los problemas ambientales, de ellos, solamente existe únicamente un reglamento de descargas y rehúso de aguas residuales y la disposición de lodos. Guatemala no tiene normativas para el uso del recurso hídrico y el manejo de los desechos sólidos. A pesar de ello, existen varios instrumentos legales para incidir y direccionar los lineamientos políticos, institucionales, técnicos, ambientales y financieros en los problemas ambientales.

6.4.5 Estructura del modelo

A continuación se muestra la estructura del modelo de gestión ambiental que permitirá involucrar los siguientes componentes:

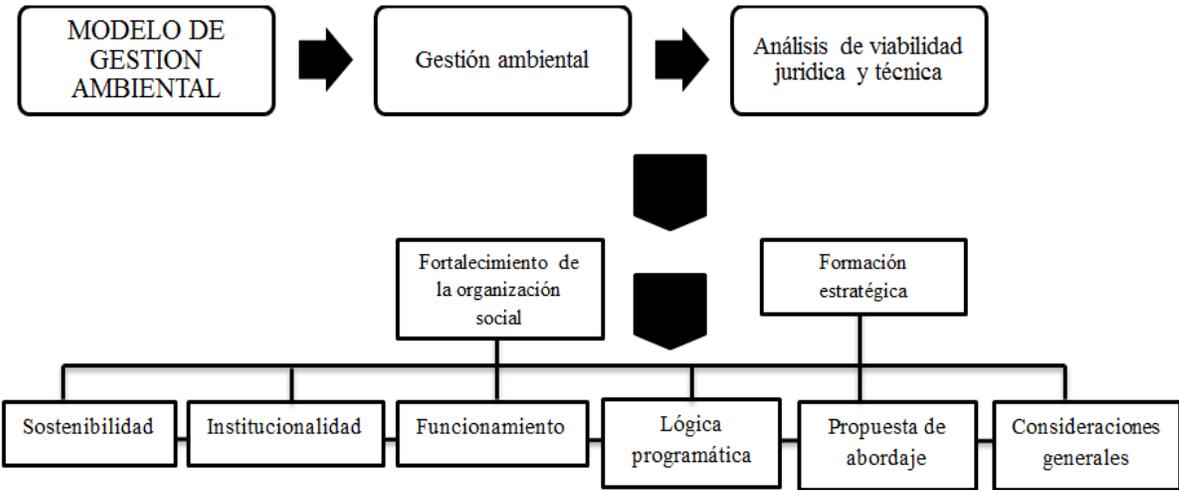


Figura 28. Estructura del modelo de gestión ambiental.  
 Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

6.4.5.1 Gestión ambiental: Su base comprenderá la planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, los procesos, los procedimientos administrativos, técnicos y financieros, recursos humanos y compromisos.

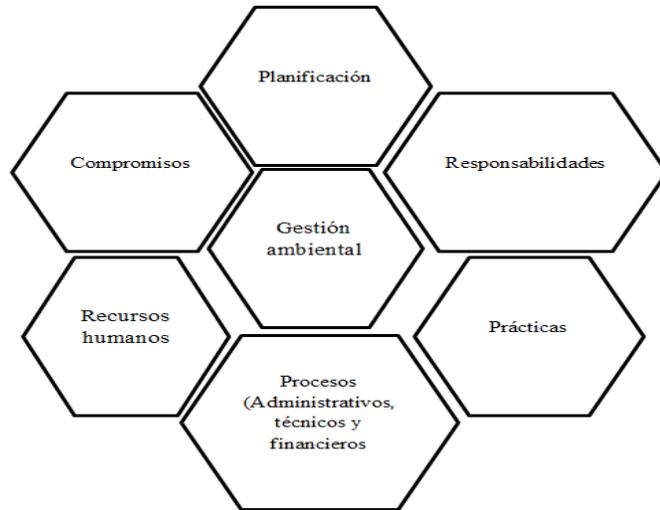


Figura 29. Estructura del modelo de gestión ambiental.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, podemos observar que la finalidad de este sistema en la gestión ambiental, es que cada uno de los elementos debe considerarse como prioritarios, para que sean integrados en la problemática ambiental actual en una estructura sólida y organizada con las 05 municipalidades, la población en general y las instituciones.

6.4.5.2 Análisis de viabilidad jurídica y técnica: La viabilidad jurídica y técnica deberá ser una propuesta integradora para disminuir la problemática de la contaminación de los ríos por desechos sólidos y aguas residuales.

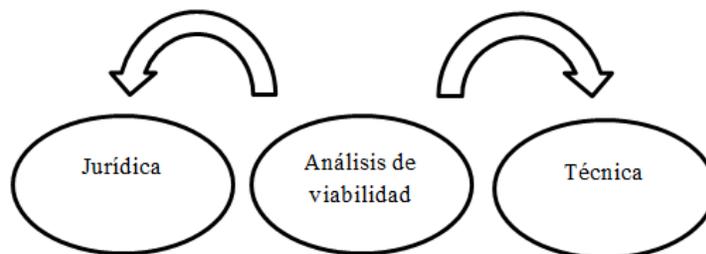


Figura 30. Estructura de la viabilidad jurídica y técnica.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, notamos que los dos componentes principales para la viabilidad jurídica y técnica deben ser todos los relacionados con aspectos ambientales,

socioculturales, legales e institucionales para coadyuvar la posibilidad y sostenibilidad del modelo de gestión ambiental.

6.4.5.3 Fortalecimiento de la organización social: Como estrategia, se deberá promover la formación de liderazgos y empoderamiento locales, institucionales y municipales, para permitir que el modelo funcione y habilitar propuestas sociales, políticas, económicas, técnicas, tecnológicas, culturales y ambientales que contribuyan al desarrollo integral para la reducción de la contaminación de los ríos por desechos sólidos y aguas residuales. Las líneas de acción deberán ser: Alianzas, coordinaciones con redes, sinergias con municipalidades e incidencia ambiental.

6.4.5.4 Formación estratégica: Para que el modelo sea funcional se debe fortalecer las capacidades institucionales y municipales, generar la autogestión, evaluar, monitorear y sistematizar el alcance de los resultados en periodos cortos.

Las cuatro estructuras anteriores, deben obedecer a los siguientes puntos:

- a) Sostenibilidad e institucionalidad: Estará basado en principios básicos para su funcionamiento, como a continuación se muestra:

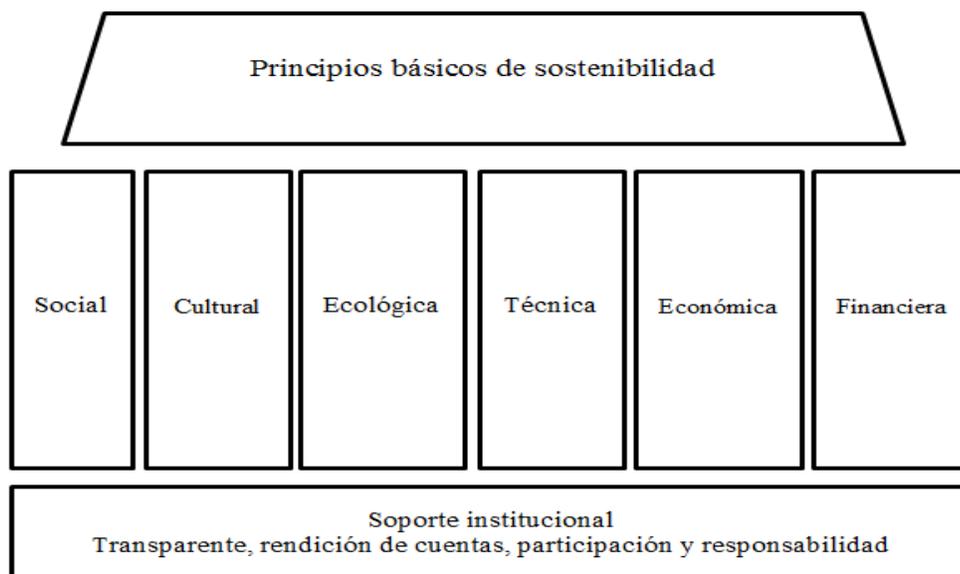


Figura 31. Principios básicos de la sostenibilidad del modelo de gestión ambiental.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, podemos observar que lo social y cultural debe ser aceptable, lo ecológico debe ser positivo y el soporte institucional está basado en cuatro componentes, el cual puede ser abordado por la Mansohue (Donde están involucrados los 05 municipios de estudio), las municipalidades y el Codede, para ello su base serán los siguientes 04 componentes que le darán el funcionamiento:

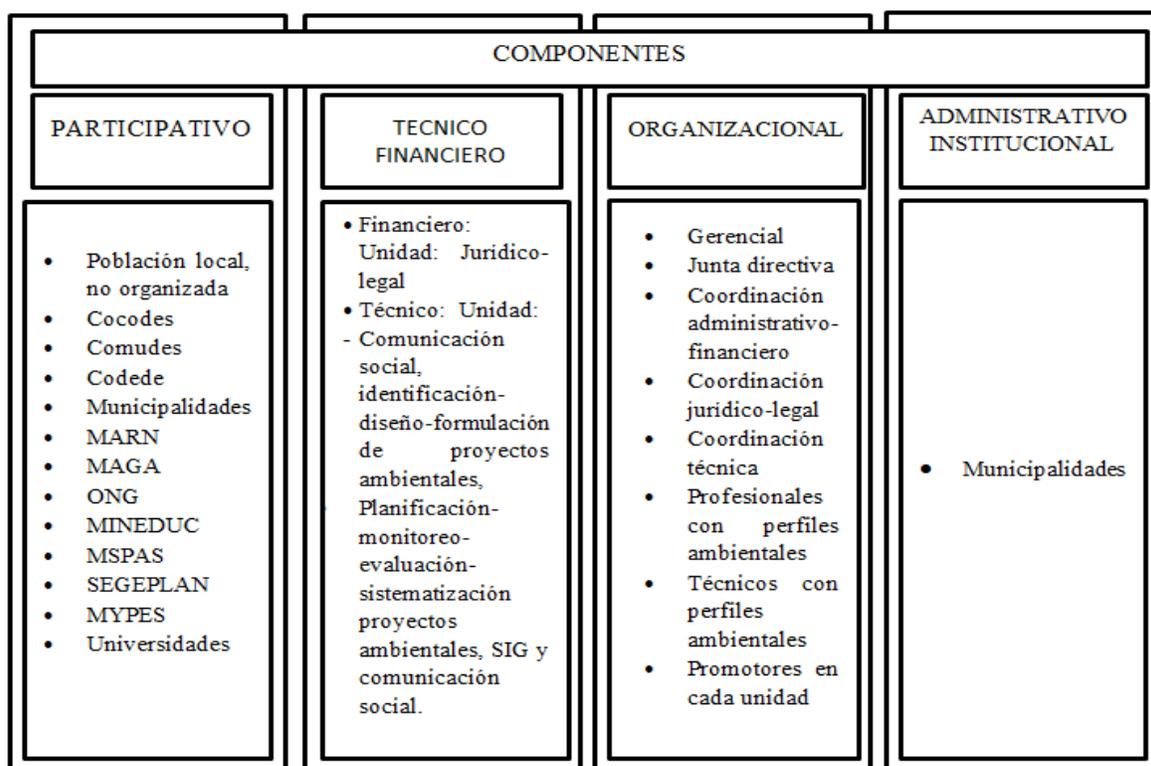


Figura 32. Componentes del funcionamiento del modelo de gestión ambiental  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, podemos apreciar que los componentes están basados en el fortalecimiento institucional y participativo, con una adecuada incidencia en lo social, económico, ambiental y político. La parte técnica-financiera-organizacional es operacional, cuya función es generar toda la información necesaria en la problemática ambiental para el componente institucional y participativo.

b) Funcionamiento del Modelo: Para que el modelo sea funcional, deben existir instrumentos prácticos-operativos, siendo los siguientes:



Figura 33. Funcionamiento del modelo de gestión ambiental

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, podemos apreciar, que cada uno de los componentes está ligado, pero el participativo es el que elaborará el marco general del modelo, cuyo objetivo será el abordaje de la problemática para identificar los factores el deterioro del recurso hídrico superficial. El técnico sintetizará todos los instrumentos operativos encadenados al organizacional y administrativo-funcional.

c) Lógica Programática del Funcionamiento: Desde la institucionalidad se toman una serie de pasos para lograr la lógica programática del funcionamiento del modelo, como a continuación se muestra:

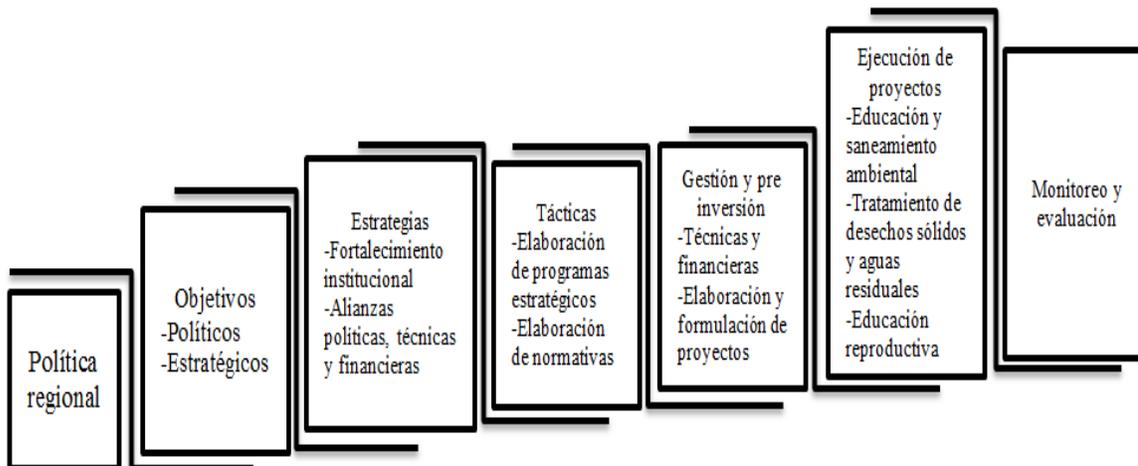


Figura 34. Lógica programática de funcionamiento del modelo de gestión ambiental.  
Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, podemos observar, que la lógica programática inicia con la política regional, pero la parte medular es la gestión y pre inversión, en donde se debe tener una planificación precisa que sea soportada por la institucionalidad y los sectores identificados. Cuando los proyectos entren en ejecución y cumplan con los principios de sostenibilidad indicados, se acercaran a la lógica presentada partiendo de una política local o regional.

- d) Propuesta de abordaje de la problemática: De acuerdo a los factores identificados y priorizados por la población, municipalidades y las instituciones, se presentan las propuestas de proyectos para el modelo de gestión ambiental:

**Tabla 345. Propuesta de abordaje de la problemática.**

No.	Factor Identificado y Priorizado	Propuesta de Proyecto
<b>1</b>	<b>De Mayor Importancia:</b>	
1.1	Falta de programas de educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Educación en saneamiento ambiental.</li> <li>▪ Reciclaje de basuras y desechos sólidos.</li> <li>▪ Uso de letrinas familiares.</li> <li>▪ Uso de tecnologías alternativas para el reciclaje de agua.</li> <li>▪ Mejoramiento del hogar rural.</li> </ul>
1.2	Crecimiento poblacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Educación sexual o reproductiva.</li> <li>▪ Ordenamiento territorial.</li> <li>▪ Planes y reglamento para el manejo de desechos sólidos y aguas residuales.</li> <li>▪ Normativas Técnicas, Administrativas y Financieras.</li> <li>▪ Educación ambiental rural.</li> </ul>
<b>2</b>	<b>De Mediana Importancia:</b>	
2.1	No tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso adecuado de fosas sépticas.</li> <li>▪ Reciclaje de basuras.</li> <li>▪ Tecnologías alternativas para el uso del agua.</li> <li>▪ Uso y manejo seguro de agroquímicos.</li> <li>▪ Agricultura orgánica.</li> <li>▪ Educación y Saneamiento Ambiental.</li> </ul>
2.2	Incumplimiento de leyes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Educación sobre legislación guatemalteca ambiental.</li> <li>▪ Auditoría ambiental.</li> <li>▪ Evaluaciones de impacto ambiental.</li> </ul>
<b>3</b>	<b>De Menor Importancia:</b>	
3.1	No tratamiento de basuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tratamiento de aguas residuales a nivel domiciliario.</li> <li>▪ Tratamiento de aguas residuales a nivel municipal.</li> <li>▪ Administración ambiental.</li> <li>▪ Reciclaje de basuras.</li> <li>▪ Alternativas tecnológicas para el uso de basuras.</li> </ul>
3.2	Falta de programas de educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Educación en saneamiento ambiental.</li> <li>▪ Reciclaje de basuras y desechos sólidos.</li> <li>▪ Agroecología.</li> </ul>

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la tabla anterior podemos apreciar, un listado del planteamiento de propuestas para la ejecución de proyectos sostenibles, encaminados a reducir la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales. En la gráfica siguiente se muestran las propuestas.

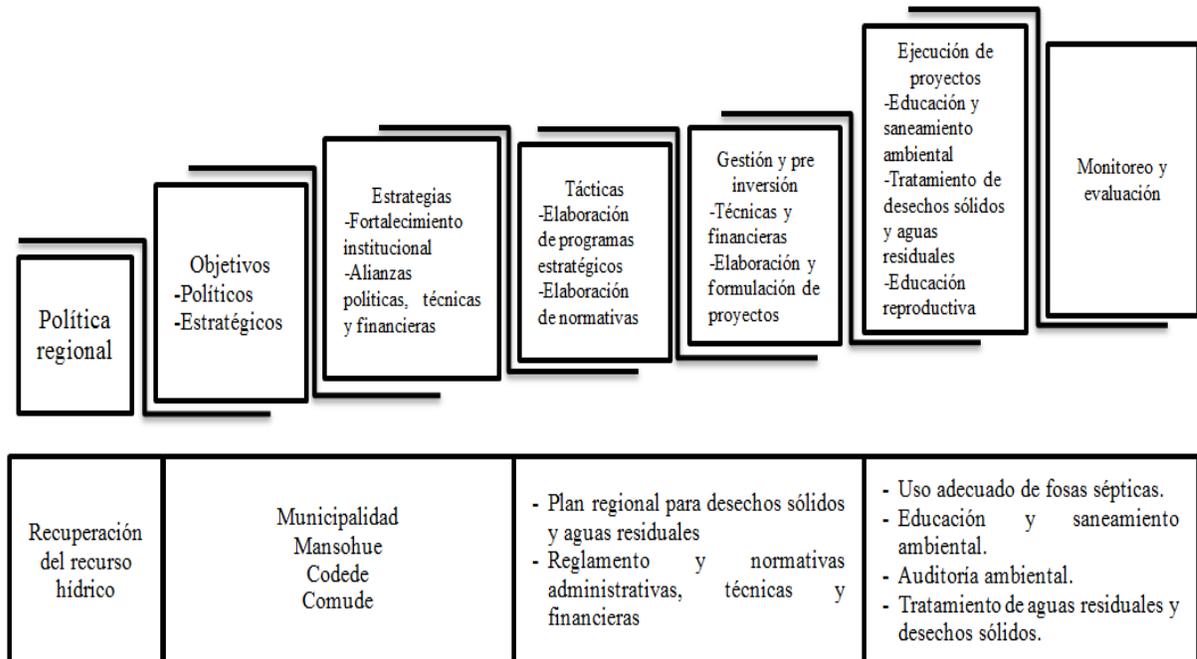


Figura 35. Propuestas de la lógica programática del funcionamiento del modelo de gestión ambiental.

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

En la figura anterior, podemos apreciar las propuestas en la lógica programática del funcionamiento del modelo de gestión ambiental, con un inicio en la recuperación del recurso hídrico y su importancia a lo largo de cada componente del modelo, que deben dar respuesta a una serie de tácticas y estrategias de las instituciones.

e) Consideraciones generales a las propuestas de proyectos:

- La consideración de mayor importancia de este planteamiento, es la validación del presente modelo de gestión, lo anterior con la participación de cada uno de los actores identificados, para que después de ello, se puedan analizar las propuestas concretas.
- El planteamiento de la política local o regional, así como los planes estratégicos, los reglamentos específicos para los planes y algunas normas técnicas, deberán de ser planteados con una amplia base de participación de los actores identificados.
- Tomar muy en cuenta las características sociales, ambientales, políticas, económicas y culturales de la población objetivo, es decir, los diferentes estratos sociales incidiendo directamente en aspectos como niveles de ingreso, de educación, idioma, costumbres.

## VII. Análisis y discusión de resultados

La identificación de los factores que provocan la contaminación de las aguas superficiales (Ríos) de la parte alta de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango, tuvo básicamente dos propósitos fundamentales: Establecer la percepción respecto a la existencia del problema de la contaminación e identificar los factores o causas del mismo, por parte de la población, las autoridades municipales y las instituciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en el área de estudio.

El estudio de las percepciones es importante para acercarse a la visión que las personas tienen de su entorno natural, de su transformación y también a las causas que la explican (Lazos y Paré, 2000). Es por ello que se incluyó en la investigación la identificación de los factores o causas que influyen en la problemática de la contaminación de estas aguas y en función de ello identificar las posibles soluciones. Bajo las percepciones de las personas entrevistadas y a través de su interpretación, vislumbramos las evidencias que cada grupo social toma como referencia para la construcción colectiva de su realidad.

Encontrando básicamente que aproximadamente un 90% de la población identifica que los ríos del área de estudio están contaminados.

El mismo grupo de la población entrevistada identificó en un 83% al no tratamiento de desechos sólidos y no tratamiento de aguas residuales como factores o causas de la contaminación de ríos, en un 82% se identificó a la falta de programas de educación ambiental, un 74% identificó a la falta de reglamentos y normas municipales, un 71% identificó al crecimiento poblacional, un 69% a la falta de recursos económicos de la población y un 63% al incumplimiento de leyes. Notando claramente con estos resultados que la población percibe los factores mediante el contacto directo con la problemática y el acceso a la información, confirmándose esto último en el bajo porcentaje que visualiza el incumplimiento de leyes como factor, debiéndose principalmente a la falta de información respecto a toda la normativa legal existente.

Para el caso de las municipalidades es interesante que de las seis (6), solamente 3 identifican al no tratamiento de las aguas residuales como un factor, 4 identificaron a la falta de reglamentos y normas municipales y 3 al incumplimiento de leyes. Estableciéndose que en buena medida las autoridades municipales no asumen responsabilidades que por mandatos legales les corresponden o bien puede ser el caso tal como lo indica Vargas (1,994) que la cultura de pertenencia, el grupo en

el que se está inserto en la sociedad y la clase social a la que se pertenece, influyen sobre las formas de concebir la realidad, las cuales son aprendidas y reproducidas por los sujetos sociales.

Para el caso de las instituciones el 100 % de ellas identificaron al no tratamiento de desechos sólidos, no tratamiento de aguas residuales y al crecimiento poblacional como factores, el 83% identificó a la falta de reglamentos municipales y a la falta de programas de educación ambiental, el 66% identificó al incumplimiento de leyes y solamente el 33% considera que la falta de recursos económicos de la población es un factor.

Por lo anterior, se asume que la percepción no es un proceso lineal de estímulo y respuesta de un sujeto pasivo, sino que, por el contrario, está de por medio una serie de procesos en constante interacción y donde el individuo y la sociedad desempeñan un papel activo en la conformación de percepciones particulares a cada grupo social, es decir, las percepciones ambientales son individuales, pero mediadas por la experiencia social; por ello, son diferentes para cada ser humano, pero semejantes en cada sociedad (Daltabuit *et al.*, 1990).

Con respecto a la priorización de los factores por orden de importancia de la población, municipalidades e instituciones, es notoria la diferencia de percepciones de la población y del componente institucional (Municipalidades e instituciones) debido a que la población cree que la falta de programas de educación ambiental es el factor más importante, el de mediana importancia es el no tratamiento de las aguas residuales y el de menor importancia es el de no tratamiento de desechos sólidos. Por el contrario las dos instituciones ven a la población y su crecimiento demográfico como el factor más importante y al incumplimiento de leyes y no tratamiento de desechos sólidos como los de mediana y menor importancia respectivamente.

Ello confirma, por tanto, que las percepciones incluyen las deducciones e interpretaciones que cada individuo construye socialmente (Lazos, 1999). Es decir, las percepciones dependen del acceso a la información indirecta obtenida de otras personas, medios de comunicación, medios de divulgación, más que del proceso de la experiencia directa a través de los sentidos (Daltabuit *et al.*, 1990). Así, las percepciones de problemas ambientales sólo son concebidas como tal a partir de una construcción social al respecto y si las mismas comprenden el marco de referencia para explicar los comportamientos de la gente hacia el ambiente; como lo refiere Arizpe *et al.*, (1993).

Con respecto a la calidad ambiental del recurso hídrico es por regla general en Limnología que las aguas dulces son las mejores indicadores del estado de salud de los ecosistemas terrestres (MARGALEF, 1985). Las normas utilizadas como estándares de comparación dentro de esta evaluación, fueron los límites máximos permisibles de: Organización Mundial de la Salud –OMS- de 1,964 para fuentes de agua dulce superficial y Reglamento de las descargas y rehúso de aguas residuales y disposición de lodos -acuerdo gubernativo 236-2006- de Guatemala. Lo anterior, debido a que en el país no existe una norma que indique cuales debieran ser los parámetros y los límites máximos permisibles para fuentes de agua y en este caso en particular para fuentes superficiales (ríos).

En el caso del reglamento indicado en el acuerdo 236-2006 estos son valores permisibles que deben de tener las “aguas residuales” previo a la descarga hacia fuentes de agua, pero según información proporcionada por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA-, esta misma norma, es la que han utilizado para el funcionamiento y operación de plantas de tratamiento de agua de ríos (caso particular, en el tratamiento de las aguas del rio villa lobos).

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos, como líquidos y gaseosos. La parte líquida de los mismos, es esencialmente el agua que deshecha la comunidad una vez ha sido contaminada por los diferentes usos para los cuales ha sido empleada, por lo que se denomina aguas residuales (Mefcalt y Eddy, 1995).

Con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno  $DBO_5$  esta muestra que luego de la influencia de los centros poblados se da un incremento en los niveles de carga contaminante, lo anterior, es normal debido a que aguas arriba de los pueblos no existen centros poblados importantes que genere este tipo de contaminación. La carga contaminante está dada por contaminantes orgánicos (materia orgánica) lo cual es característico por las descargas de aguas residuales.

La Demanda Química de Oxígeno DQO es otro factor que muestra incrementos luego de los aportes de aguas residuales de los centros poblados, por lo que se puede establecer la presencia de materia orgánica no biodegradable.

Según Schonborn (1,986) la biodegradabilidad y las aguas residuales, son dos conceptos estrechamente vinculados, se sabe que gran parte de las sustancias que transporta el agua, ya sea disuelta, suspendida o coloidal, es materia orgánica, la cual en una importante fracción es

biodegradable. La biodegradabilidad de estas sustancias es la propiedad que permite que las aguas residuales puedan ser depuradas por medio de microorganismos, los que utilizan estas sustancias como alimento y fuente de energía para su metabolismo y reproducción.

El índice de biodegradabilidad para los puntos aguas arriba de los centros poblados (Chiantla y Huehuetenango) muestran que estas aguas son muy biodegradables y aguas abajo son biodegradables. El que aguas abajo sean biodegradables indica que se deba probablemente por aportes de grasas y aceites, tintes, pinturas y colorantes o alguna sustancia química no biodegradable provenientes de algún tipo de industria.

Según Camargo y Alonso (2006) las formas iónicas (Reactivas) de nitrógeno inorgánico más comunes en los ecosistemas acuáticos son el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), el nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) y el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Estos iones pueden estar presentes de manera natural en el medio acuático como consecuencia de la deposición atmosférica, la escorrentía superficial y subterránea, la disolución de depósitos geológicos ricos en nitrógeno, la descomposición biológica de la materia orgánica, y la fijación de nitrógeno por ciertos procariontes.

Indicando además que las principales fuentes antropogénicas de nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos pueden ser: Fuentes puntuales (Residuos y vertidos de granjas de animales, acuicultura, vertidos industriales y municipales sin tratamiento adecuado y procesos de escorrentía e infiltración de basureros), Fuentes difusas (Escorrentía e infiltración de campos de cultivo praderas y bosques quemados, emisiones a la atmósfera de fertilizantes y la posterior deposición atmosférica sobre las aguas superficiales).

La presencia de nitratos en las aguas, muestra que los valores mayores se presentan aguas arriba de los centros poblados y disminuyen luego de los aportes de los centros poblados, mostrando claramente que los aportes de dicho contaminante tiene su origen en las tierras agrícolas de la región y que las aguas residuales del pueblo prácticamente no aportan dicho contaminante. Para el caso de los nitratos estos representan la forma más oxidada del nitrógeno y los efectos sobre la salud, especialmente de niños pueden llegar a ser irreversibles y fatales con efectos cancerígenos.

Con respecto a los fosfatos, para el caso de la vertiente de Chiantla muestra valores superiores aguas arriba y disminuye luego de la influencia del centro poblado. Mostrando que dichos aportes son de origen agrícola. Caso contrario sucede en la vertiente de Huehuetenango en donde los

valores son inferiores aguas arriba y se incrementan drásticamente luego de la influencia del centro poblado.

Los fosfatos pueden ser en principio por acción biológica presentados como ortofosfatos, aunque el fósforo no se oxida ni se reduce biológicamente, sin embargo, sus aportes pueden provenir de actividades agrícolas por el uso de agroquímicos fosforados (herbicidas o pesticidas organofosforados) y en determinados casos por el uso de algunos detergentes. Lo anterior parece indicar que el origen se debe a las actividades agrícolas presentes en la parte alta de la cuenca. Sin embargo, estos resultados si representan riesgos e impactos ambientales por la propiciación de la eutrofización de las aguas, es decir, el incremento de nutrientes que favorecen el surgimiento de altas concentraciones de microorganismos que pueden reducir el oxígeno disuelto y los consiguientes efectos a la flora y fauna acuática.

Según Chaves (2002) los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten, normalmente, en el intestino del hombre y en el de otros animales.

Finalmente indicar que el parámetro de contaminación biológica por coliformes es altamente crítico, debido a que los resultados son superiores a los parámetros propuestos por las dos normas tanto para coliformes totales como fecales. Esto último establece claramente que el tipo de contaminación biológica es de origen fecal proveniente de las aguas residuales de los centros poblados (Chiantla y Huehuetenango).

Los efectos acumulativos de contaminación del recurso hídrico para este caso se toman en cuenta a partir de la unión de las dos vertientes (Chiantla y Huehuetenango) es decir, en los puntos número 5 y 6 de muestreo, correspondiendo este último al punto de aforo de la cuenca (área de estudio).

Los niveles de contaminación para el punto 5 (Unión de vertientes) mantuvieron su tendencia en cuanto a concentraciones de los respectivos parámetros los cuales presentan igualmente concentraciones altas de contaminantes, notándose que la contaminación provocada por la cabecera municipal y departamental de Huehuetenango es la predominante.

Se concluye que la contaminación por nitratos sigue siendo de origen agrícola debido a que luego de la unión de las vertientes de los centros urbanos los niveles de contaminación disminuyeron pero

que igualmente se mantienen en niveles críticos. Para el caso de los fosfatos estos siguen presentando la tendencia alta de origen doméstico e industrial por el uso de detergentes, siendo igualmente críticos dichos niveles de concentración.

Finalmente el punto número 6 (punto de aforo de la cuenca) representa el trayecto existente entre el punto 5 y el último punto de aforo, no encontrando ningún otro centro poblado de importancia como las cabeceras municipales de Chiantla y Huehuetenango y sí amplias zonas de producción agrícola con pendientes elevadas.

Lo anterior confirma en primera instancia, la ausencia de centros poblados importantes que estén vertiendo aguas residuales en cantidades altas y en segunda instancia, la capacidad natural que tiene el río Selegua de reducir las cargas contaminantes por procesos biológicos y procesos naturales de aireación.

Según Cortés (2003) formas patógenas de *Escherichia* y de otras bacterias (por tener forma similar se denominan genéricamente coliformes fecales), se transmiten, entre otras vías, a través de las excretas y comúnmente, por la ingestión o el contacto con agua contaminada. Por lo que suelen reportarse en conjunto y ambos conforman un indicador de la contaminación bacteriológica de los ríos y las playas.

Y por último, indicar que la contaminación biológica se mantuvo hasta el punto de aforo de la cuenca teniendo un efecto acumulativo invariable o constante, en donde se demuestra que los ríos del área de estudio no tienen la capacidad de amortiguar o disminuir dicha contaminación a través de procesos biológicos naturales.

La evaluación de impactos ambientales provocados por las descargas de aguas residuales y desechos sólidos hacia los cuerpos de agua superficial (ríos) se realizó mediante la metodología recomendada por el manual de evaluación de impacto ambiental de la Universidad de Oklahoma 1,998 (Matriz de Leopold; Caracterización de impactos, Valor de importancia de los impactos, Jerarquización y Priorización de impactos).

Siendo los impactos identificados de mayor a menor importancia o significancia: alteración de la calidad del agua superficial; alteración de la fauna y flora acuática; alteración del paisaje; daños a la salud por contacto directo con el agua; generación de malos olores.

Tal como lo demuestran los resultados de esta misma investigación, la calidad del agua superficial a lo largo de toda la red de drenaje está bastante afectada, lo cual se refleja en los niveles de concentración de los principales parámetros los cuales están asociados a las descargas de aguas residuales y desechos sólidos. Comprobándose altas concentraciones de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, nitratos, fosfatos, color, sólidos en suspensión y coliformes fecales, que superan los límites máximos permisibles de las normas tomadas en consideración como comparadoras.

En el agua no contaminada de los ríos prevalece un equilibrio natural en cuanto a la presencia de flora y fauna, sin embargo, por los altos niveles de contaminación ese equilibrio se altera, provocando la reducción o pérdida de algunas especies o bien, la reproducción en exceso de otras.

La alteración del paisaje natural del área de estudio está altamente afectada debido a la pérdida de la calidad del agua (color) y también por la presencia de altos volúmenes de basura depositados en las principales vías o directamente en los cuerpos de agua (ríos, corrientes efímeras e intermitentes) o bien por la presencia de múltiples sitios de descarga de aguas residuales (municipales y privados).

Los daños a la salud por contacto directo con el agua contaminada es en principio una hipótesis debido a la falta de datos en el área de estudio que respalden esta aseveración, sin embargo, se considera que este fenómeno ha de ser muy frecuente debido a la presencia de muchas personas a lo largo de la red de drenaje que se dedican a la extracción de arena y piedras directamente de las aguas de los ríos.

Y finalmente, la generación de malos olores es provocada por la presencia de la materia orgánica biodegradable y no biodegradable, desechos sólidos en descomposición generando todos estos fenómenos olores fétidos en el ambiente que alteran la calidad de vida de las personas.

Moreno, E. y Pol E. Sf. Indican que en el proceso de intervención ambiental y gestión ambiental, es necesario considerar a la administración pública, a las empresas y organizaciones, así como las interacciones de estos actores en el proceso y plantean la necesidad de tomar en cuenta este tipo de relaciones en el ámbito de la psicología social, por ejemplo, a través de los fenómenos comunicacionales, de participación y resistencia al cambio.

Los actores que se consideraron para la identificación y priorización de los factores o causas de la problemática, así como para la identificación de las acciones que se deberían de implementar en el proceso de implementación del modelo de gestión ambiental fueron: la población, las autoridades municipales e instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

De esa cuenta, el modelo de gestión ambiental le brinda un peso específico muy alto a la percepción de la problemática ya que para cada uno de los tres factores más importantes se proponen una serie de temas de proyectos que deberían de tomarse en cuenta para el abordaje de la problemática.

Sin embargo, estas propuestas técnicas están respaldadas en el mismo modelo por una estructura administrativa-organizativa con aspectos técnicos y financieros para su conformación, pudiendo adaptar la estructura propuestas cada una de las municipalidades de forma individual o conjunta.

Como etapas previas a la implementación del modelo de gestión ambiental también se propone la fase de validación del mismo donde exista una base amplia de participación.

## VIII. Conclusiones

1. Los actores participantes fueron 1,507 personas, 05 municipalidades y 06 instituciones en donde identificaron los siguientes factores que contaminan los ríos por desechos sólidos y aguas residuales: No existe tratamiento de basuras y aguas residuales, falta de programas de educación ambiental, falta de reglamentos y normas municipales y el crecimiento poblacional.
2. Los actores participantes identificaron otros factores, siendo ellos: La población: La minería. Las municipalidades: Mala planificación en el presupuesto anual. Las instituciones: No les interesa a las autoridades municipales. Notamos que no existe una preocupación del problema y que esta se agudiza al no ser una prioridad por los actores participantes.
3. La densidad poblacional es alta (Indicador social), especialmente con características de analfabetismo y pobreza, ejerciendo presiones enormes respecto a los recursos naturales, especialmente la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales.
4. Los índices per cápita en la generación de desechos sólidos (Indicador ambiental) van de 0.12 a 0.34 Kg/habitante/día, que corresponden a los 05 municipios.
5. Dentro del área de estudio, se localizaron 76 basureros no autorizados, ubicados en los centros poblados o cascos urbanos, siendo el municipio de Huehuetenango el que tiene el mayor número, cubre un área total de 3,364 m<sup>2</sup>.
6. Son 22 basureros que se encuentran ejerciendo presión sobre los principales ríos, representando un 28.95 % del total de basureros localizados, esto debido al ciclo hidrológico (Traslado de contaminantes por escorrentía, derivados de la actividad agrícola, aguas residuales, agroindustria, etc.).
7. Los principales recursos hídricos están siendo contaminados por fenómenos como: Centros poblados urbanos, cultivos anuales, sitios arqueológicos, pista aérea, minas y canteras, producción de hortalizas y café. Otro factor es la contaminación del suelo, por el arrastre de nutrientes y contaminantes debido a la producción masiva de hortalizas bajo invernadero y campo libre.
8. 5,281 viviendas están ejerciendo una presión directa, sobre los recursos hídricos, en donde existe una descarga fuerte de aguas residuales. El volumen de descarga va de los 3,638 a 226,702 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales por los 05 municipios.

9. Los indicadores político-institucionales, demuestran que los recursos financieros destinados por las municipalidades para el tratamiento de desechos sólidos, es incipiente, del total de ingresos en el año 2,016 para las cinco municipalidades, fue de Q.73,159,143.78, en donde solo se invirtió Q.2,339,335.00 anuales, de los cuales la municipalidad de Huehuetenango reportó un total de Q.1,200, 000.00, lo anterior representa un 3.19 % de inversión total. Solamente Huehuetenango y Malacatancito perciben ingresos por este concepto.
10. Los indicadores político-institucionales, demuestran que los recursos financieros destinados por las municipalidades para el tratamiento de aguas residuales, en comparación con el manejo de desechos sólidos, la inversión e ingresos no existen. Solamente la municipalidad de Huehuetenango tiene una normativa para el manejo de los desechos sólidos y aguas residuales.
11. Las 1,507 personas han identificado el factor de mayor importancia: La falta de programas de educación ambiental. Mediana importancia: No existe tratamiento de aguas residuales. Menor importancia: La falta de tratamiento de basuras. Las municipalidades, identificaron, como mayor importancia: Crecimiento poblacional. Mediana importancia: Incumplimiento de leyes. Menor importancia: Falta de programas de educación ambiental. Las instituciones, identificaron, como mayor importancia: Crecimiento poblacional. Mediana importancia: Incumplimiento de leyes. Menor importancia: No existe tratamiento de basuras.
12. La percepción global, en la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, es la falta de programas de educación ambiental, no existe tratamiento de aguas residuales y tratamiento de basuras.
13. Con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub>, se ha demostrado que luego de la influencia de los centros poblados, se está dando un incremento de carga contaminante, debido a que aguas arriba de los pueblos no existen centros poblados importantes que estén generando contaminación (La contaminación es con materia orgánica).
14. El análisis de DBO y DQO a lo largo de la red de drenaje en la cuenca del río Selegua, se determinó que los niveles de contaminación son altos, debido a los altos contenidos de materia orgánica.
15. El comportamiento de los niveles de contaminación a lo largo de la red de drenaje (Desde la parte más alta y baja de la cuenca), en el caso de DBO la norma establece como límite máximo permisible (6 mg/l) y el primer valor encontrado antes del pueblo de Chiantla es de

5 mg/l y luego del pueblo, dicho valor se incrementa a 10 mg/l, lo anterior, es normal debido a que aguas arriba del pueblo no existen centros poblados importantes que genere este tipo de contaminación. Y para DQO el límite máximo permisible es de 10 mg/l, encontrando un aporte de la cabecera municipal de Chiantla de 15 mg/l entre el punto antes y después de dicho centro poblado (10 y 25 mg/l respectivamente). Lo anterior, muestra la presencia de materia orgánica no biodegradable. Un aspecto importante de estos dos parámetros es que permite el cálculo del índice de biodegradabilidad ( $DBO_5/DQO$ ) para cada punto de muestreo, teniendo los siguientes resultados: Río Selegua 1 (0.83), Río Selegua 2 (0.40).

16. Con respecto a los parámetros de nitratos y fosfatos, los resultados encontrados son críticos debido a que en el punto 1 (aguas arriba) el valor es de 3,168 mg/l y el valor del punto 2 (aguas abajo) es de 3,124 mg/l, esto muestra claramente que los aportes de dicho contaminante, tienen su origen en las tierras agrícolas de la región y que las aguas residuales del pueblo prácticamente no aportan dicho contaminante. Para el caso de los nitratos estos representan la forma más oxidada del nitrógeno y los efectos sobre la salud, especialmente de niños pueden llegar a ser irreversibles y fatales con efectos cancerígenos.
17. En cuanto a los parámetros de pH y color, se establece que el primero supera por mínimo el LMP establecido en la norma y en cuanto al color este si es crítico, debido a que la norma establece un LMP de 15 unidades y el punto 1 y 2 presenta 97 y 81 respectivamente. La contaminación por color indica que puede tener su origen en actividades biológicas o presencia de sustancias químicas.
18. El parámetro de contaminación biológica por coliformes es altamente crítico, debido a que la norma en este caso establece que el número más probable a encontrar debería ser cero (0), sin embargo se obtuvo un resultado de número más probable de gérmenes coliformes en  $100\text{ cm}^3$  mayor de  $16 \times 10^6$ , es decir 16,000,000 tanto para coliformes totales como fecales.
19. La contaminación provocada por la cabecera municipal y departamental de Huehuetenango, es la predominante, debido a que se ha establecido que los valores de contaminación para el caso de la  $DBO_5$  y DQO (18 y 41 mg/l) son superiores a los encontrados en el punto 2 aguas abajo de la cabecera municipal de Chiantla (10 y 25 mg/l) y relativamente inferiores al punto 4 aguas abajo de la cabecera municipal de Huehuetenango (25 y 58 mg/l).
20. Los impactos ambientales identificados de mayor a menor importancia o significancia, provocados por las descargas de aguas residuales y desechos sólidos hacia los cuerpos de

agua superficial (Ríos), han sido: alteración de la calidad del agua superficial; alteración de la fauna y flora acuática; alteración del paisaje; daños a la salud por contacto directo con el agua; generación de malos olores.

21. La calidad del agua superficial a lo largo de toda la red de drenaje está bastante afectada, lo cual se refleja en los niveles de concentración de los principales parámetros los cuales están asociados a las descargas de aguas residuales y desechos sólidos. Existen altas concentraciones de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, nitratos, fosfatos, color, sólidos en suspensión y coliformes fecales, que superan los límites máximos permisibles de las normas tomadas en consideración como comparadoras.
22. En el agua contaminada de la red hídrica aún prevalece un equilibrio natural de flora y fauna, pero los niveles de contaminación han alterado el mismo, cuyo efecto ha sido la pérdida de algunas especies o la reproducción en exceso de otras.
23. Se ha alterado el paisaje natural debido a la pérdida de la calidad del agua (Color) y la presencia fuerte de basura depositados en toda la red hídrica.
24. Los daños a la salud por contacto directo con el agua contaminada es en principio una hipótesis debido a la falta de datos en el área de estudio que respalden esta aseveración.
25. Se han generado malos olores fétidos, provocados por la materia orgánica biodegradable y no biodegradable, alterando la calidad de vida las personas, además, de la fauna y flora.
26. La comunicación, participación y el cambio debe ser un proceso de intervención y gestión ambiental, considerando como actores principales la institucionalidad de la administración pública, organizaciones, empresas y otros actores.
27. El proceso de implementación del modelo de gestión ambiental, lo deben accionar: La población, municipalidades e instituciones gubernamentales y no gubernamentales.
28. El modelo de gestión ambiental brinda un peso específico muy alto a la percepción de la problemática, ya que para cada uno de los tres factores más importantes, se proponen una serie de temas de proyectos que deberían de tomarse en cuenta para el abordaje de la problemática. El modelo está respaldado administra y organizativamente con aspectos técnicos y financieros, en donde cada municipalidad lo puede adaptar a sus condiciones de trabajo.

## IX. Referencias

- Arizpe Paz, Lourdes y Margarita Velázquez, 1993, *Cultura y cambio global: Percepciones sociales sobre la deforestación en la selva Lacandona*, México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/Universidad Nacional Autónoma de México/Miguel Ángel Porrúa.
- Basterrechea Díaz, M. El Lago de Amatitlán: década de estudios limnológicos 1985-1995. 1997. Guatemala, Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala. p.41.
- Bol Mendoza, HA. 2004. Impacto por nutrientes de las aguas residuales vertidas en la cuenca del Río dulce y Lago de Izabal. Tesis Lic. Químico. Guatemala, USAC. 60 p.
- Camargo, J.A. y Alonso, A. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environment International* 32:831-849.
- Cortés-Lara, María del C. (2003). "Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit". *Revista Biomed.* 14:121-123.
- Chaves A., Mora J., y otros (2002): Contaminación actual de la cuenca del río San Carlos con coliformes fecales y totales, *Tecnología en Marcha*, Vol. 15-2, pp. 29-35.
- Daltabuit Magali, Luz María Vargas, Enrique Santillán y Héctor Cisneros, 1990, *Mujer rural y medio ambiente en la selva lacandona*, México, crim/unam.
- IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT); IIA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Incidencia Ambiental, GT). (2004). *Indicadores ambientales municipales, manual para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos y el agua a nivel local en la república de Guatemala*. Guatemala. 49.
- IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT); IIA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Incidencia Ambiental, GT). (2006). *Perfil ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental*. Guatemala. 250.
- Juárez Pernillo, JR. 2006. Determinación de metales pesados y surfactantes alquilbencénicos en sedimentos del Lago de Petén Itzá. Tesis Lic. Químico. Guatemala, USAC. 97 p.
- Langergraber, G., Muellegger, E. 2005. Eco-logical sanitation: A way to solve global sanitation problems? *Environ Int* 31(3):433-444.
- Lazos Chávez, Elena, 1999, "Percepciones y responsabilidades sobre el deterioro ecológico en el sur de Veracruz", en haydea Izazola, coord., *Población y medio ambiente, descifrando el rompecabezas*, Toluca, El Colegio Mexiquense/Sociedad Mexicana de Demografía, pp. 235-272.

- Lazos Chávez, Elena y Luisa Paré, 2000, *Miradas indígenas sobre una naturaleza “entristecida”:* *Percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz, México*, México, iis/unam/Plaza y Valdés.
- Lima, R. T. [tesis de maestría], 2003, “Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos: perfil dos moradores da cidade de São Carlos, São Paulo-Bacia hidrográfica do Rio do Monjolinho”, Brasil, Universidade de São Paulo.
- MARGALEF, R. 1985. *L’Ecologia*. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). (2006). Reglamento de las descargas y rehúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo no. 236-2006. Guatemala. 28.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). (2007). Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, acuerdo gubernativo no 431-2007. Guatemala. 35.
- METCALF - EDDY, (1985). *Ingeniería Sanitaria: tratamiento, evacuación, y reutilización de aguas residuales*, Editorial Labor, 2ª edición, Barcelona.
- OMS, GT. (1964). Norma de calidad para fuentes de agua. Guatemala. s.p.
- SCHÖNBORN W., (1,986). *Biotechnology: Microbial Degraadation*, vol.8, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Germany.
- Scatena, L. M. [tesis de doctorado], 2005, “Ações em educação ambiental: análise multivariada da percepção ambiental de diferentes grupos sociais como instrumento de apoio a gestão de pequenas bacias-estudo de caso da microbacia do córrego da Capituva, Macedónia, São Paulo”, Brasil, Universidade de São Paulo.
- Soares, Denise, 2006, “La descentralización en la gestión del agua potable: algunos logros, muchos fracasos y demasiado pendientes”, en S. Vargas, D. Soares Moraes y N. B. Guzmán, coords, *La gestión del agua en la cuenca del río Amacuzac: diagnósticos, reflexiones y desafíos*, Cuernavaca, imta/Universidad Autónoma del Estado de Morelos/Facultad de Humanidades, pp. 104-136.
- Vargas Melgarejo, Luz Marina, 1994, “Sobre el concepto de percepción”, *Alteridades*, vol. 4, núm. 8, México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, pp. 47-53.

## X. Apéndice

### Apéndice 1

#### Modelo de reducción progresiva de DBO.

ETAPA	UNO				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración en años	5				
Carga kilogramos por día	$3000 \leq EG < 6000$	$6000 \leq EG < 12000$	$12000 \leq EG < 25000$	$25000 \leq EG < 50000$	$50000 \leq EG < 250000$
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
ETAPA	DOS				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince				
Duración en años	4				
Carga kilogramos por día	$3000 \leq EG < 5500$	$5500 \leq EG < 10000$	$10000 \leq EG < 30000$	$30000 \leq EG < 50000$	$50000 \leq EG < 125000$
Reducción porcentual	10	20	40	45	50
ETAPA	TRES				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración en años	5				
Carga kilogramos por día	$3000 \leq EG < 5000$	$5000 \leq EG < 10000$	$10000 \leq EG < 30000$	$30000 \leq EG < 65000$	
Reducción porcentual	50	70	85	90	
ETAPA	CUATRO				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración en años	4				
Carga kilogramos por día	$3000 \leq EG < 4000$		$4000 \leq EG < 7000$		
Reducción porcentual	40		60		
<b>EG = Carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.</b>					

Fuente: Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo gubernativo 236-2006).

## Apéndice 2

**Límites máximos permisibles que las aguas residuales deben de tener para que se autorice la descarga a cuerpos receptores.**

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
<b>Temperatura</b>	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/-7	TCR +/- 7	TCR +/-7	TCR +/-7
<b>Grasas y aceites</b>	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
<b>Materia flotante</b>	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>Sólidos suspendidos</b>	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
<b>Nitrógeno total</b>	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
<b>Fosforo total</b>	Miligramos por litro	700	75	30	15	10
<b>Potencial de hidrogeno</b>	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
<b>Coliformes fecales</b>	Número más probable en cien mililitros	8 <1x10	6 <1x10	5 <1x10	4 <1x10	4 <1x10
<b>Arsénico</b>	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
<b>Cadmio</b>	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
<b>Cianuro total</b>	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
<b>Cobre</b>	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
<b>Cromo hexavalente</b>	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
<b>Mercurio</b>	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
<b>Níquel</b>	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
<b>Plomo</b>	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
<b>Zinc</b>	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
<b>Color</b>	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR = Temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

Fuente: Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo gubernativo 236-2006).

### Apéndice 3

#### Límites máximos permisibles para los parámetros siguientes.

##### Componentes peligrosos para la salud.

No.	Parámetros	Límites máximos permisibles (mg/l).
1	Fluoruros	1.5
2	Nitrato, referido a NO <sub>3</sub> .	45

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS 1,964.

##### Indicadores químicos de contaminación.

No.	Parámetros	Límites máximos permisibles (mg/l).
1	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	6
2	Demanda química de oxígeno (DQO)	10
3	Extracto de carbón con cloroformo (ECC: contaminantes orgánicos).	0.5
4	Amoniaco	0.5
5	Nitrógeno total, excluido el NO <sub>3</sub> .	1
6	Grasa	1

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS 1,964.

##### Sustancias tóxicas.

No.	Parámetros	Límites máximos permisibles (mg/l).
1	Radionúclidos	1000 µµc/l
2	Selenio	0.01
3	Cromo	0.05
4	Cadmio	0.01
5	Plomo	0.05
6	Arsénico	0.05
7	Cianuros	0.2
8	Compuestos fenólicos	0.002

Fuente: Organización Mundial de la Salud OMS 1,964.

## Apéndice 4

### Indicadores químicos de contaminación.

No.	Parámetros	Límites máximos permisibles (mg/l).
1	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	6
2	Demanda química de oxígeno (DQO)	10
3	Fosforo total	No propuesto
4	Nitrógeno total, excluido el NO <sub>3</sub> .	45
5	SOLIDOS EN SUSPENSION TOTALES	No propuesto
6	Color	< 15
7	MATERIA FLOTANTE	No propuesto
8	SOLIDOS SEDIMENTABLES	No propuesto
9	TEMPERATURA	No propuesto
10	COLIFORMES	0.00
11	CIANURO	0.07
12	ARSENICO	0.01
13	CADMIO	0.003
14	MERCURIO	0.006
15	NIQUEL	0.07
16	ZINC	
17	PLOMO	0.01
18	COBRE	2
19	CROMO TOTAL	0.05
20	Grasas y aceites	1
21	pH	< 8

Fuente: Elaborado por los Autores (2,016).

## **XI. Actividades de gestión, vinculación y divulgación**

### **11.1. Gestión**

En relación a este rubro la gestión consistió en la compra contemplada en el renglón presupuestario relacionado a una Laptop, además, como gestión para la impresión de boletas, encuestas, informes mensuales, informe intermedio y final, a través del departamento de reproducción del CUNOROC.

### **11.2. Vinculación**

Los resultados generados en esta investigación, se espera vincularlos con las diferentes municipalidades (Malacatancito, Huehuetenango, Chiantla, Santa Bárbara y San Sebastián Huehuetenango) a través del Codede, Comude, Cocodes y la Mamsohue; instituciones públicas (MAGA, SEGEPLAN, MARN, ICTA), no gubernamentales (ASOCUCH, FUNDAECO, PCI, HELVETAS, ACODIHUE, ASDECOHUE), académicas universitarias (CUNOROC, RURAL, LANDIVAR, MARIANO GALVEZ), entre otras.

### **11.3. Divulgación**

Se socializó la información con estudiantes de la carrera de Trabajo social, se hizo un foro de socialización con estudiantes de agronómica en el Centro Universitario de Noroccidente CUNOROC. Así mismo, se participó en la ponencia del Congreso Nacional de Estudiantes de Agronomía y Carreras Afines en la FAUSAC. Como también la socialización se realizará a través del informe final enviado a DIGI y la elaboración del artículo del resumen publicable del estudio.

## XII. Orden de pago

### LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Contratados por contraparte y colaboradores	
<b>Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón</b>	Profesor Titular I. Coordinador del Instituto de Investigación del Noroccidente IIDENOC y del Proyecto de Investigación.

### CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			SI	NO
Carlos Gilberto Herrera Sajché	Investigador	20090280	SI	NO
Fredy López Yat	Auxiliar II	20160228	x	-

Nombre	Firma
Carlos Gilberto Herrera Sajché	
Fredy López Yat	

**Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón**  
Coordinador del proyecto de investigación

**Lic. León Roberto Barrios Castillo**  
Coordinador del Programa Universitario de  
Estudios para la Paz -PUI-

**Ing. Agr. MARN. Julio Rufino Salazar**  
Coordinador General de Programas.