



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA
ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA**

SUSTENTADO POR:

**ONEYDA OLIVA PORTILLO
ELVIN DAGOBERTO ZEPEDA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

ENERO 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

**UNITEC
FACULTAD DE POSTGRADO**

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**RECTOR
MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA CADEMICA
DESIREE TEJADA CALVO**

**VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S
CARLA MARIA PANTOJA**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO
JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA
ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN
DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO
ABEL SALAZAR**

**ASESOR TEMÁTICO
OTTO FLORES**

MIEMBROS DE LA TERNA

**HÉCTOR PADILLA
LISETTE CARCAMO
MARIO LIZARDO**

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2018

**ELVIN DAGOBERTO ZEPEDA
ONEYDA OLIVA PORTILLO**

Todos los derechos son reservados.

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

**CENTRO DE RECURSOS PARA
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)**

San Pedro Sula

Estimados Señores:

Nosotros, Elvin Dagoberto Zepeda Alvarado y Oneyda Oliva Portillo, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: Planta de tratamiento de aguas residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, presentado y aprobado en el mes Julio del 2017, como requisito previo para optar al título de máster en Administración de Proyectos y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizamos a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UNITEC, para que con fines académicos, puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en la sala de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables, asimismo, por tratarse de una obra colectiva, los autores ceden de forma ilimitada y exclusiva a la UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual, se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los 07 días del mes de febrero del 2018.

Elvin Dagoberto Zepeda
21543073

Oneyda Oliva Portillo
21553024

La autorización firmada se encuentra adjunta a nuestro expediente.



FACULTAD DE POSTGRADO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA

AUTORES:

ELVIN DAGOBERTO ZEPEDA ALVARADO Y ONEYDA OLIVA PORTILLO

Resumen

La presente investigación tiene como propósito presentar el estudio de rentabilidad social de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula (E.A.V.S.). Actualmente la E.A.V.S. no cuenta con un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales, presentando problemas de hundimiento, fisuras y derrames contaminando el medio ambiente. Los parámetros de DBO son de 71mg/l teniendo una brecha de 21mg/l por encima del valor de la norma de descargas. El objetivo principal analizar la rentabilidad social de una PTAR, que cumpla con las normas máximas permisibles y condiciones del ambiente para la descarga en cuerpos hídricos. La hipótesis de investigación que se plantea para este proyecto es el SROI del proyecto mayor a uno. Se implementó una metodología con un enfoque mixto cuantitativo y cualitativo para el análisis de las variables, es no experimental, transversal, de carácter descriptivo realizando un estudio técnico y financiero aplicando la metodología de SROI. Los resultados obtenidos demuestran que por cada lempira invertido se retornarán 2.00 lempiras cuantificados en beneficios. Los resultados obtenidos demuestran que la implementación del proyecto es viable con ratio de 2.00:1 por lo que se rechaza la hipótesis nula. La proyección a 10 años de los beneficios muestra un impacto de L. 2,712,375.45, como beneficio directo a la E.A.V.S. En la aplicabilidad se desarrolla la metodología del PMI, definiendo el alcance, el cronograma de 103 días, el presupuesto de Lps. 538,250.00, plan de gestión de cada una de las áreas de conocimiento del PMBOOK.

Palabras Claves: Planta de tratamiento, Aguas residuales, DBO, DQO, Riego de cultivo.



GRADUATE SCHOOL

WASTEWATER TREATMENT PLANT IN THE SULA VALLEY AGRICULTURE SCHOOL

AUTHORS:

ELVIN DAGOBERTO ZEPEDA AND ONEYDA OLIVA PORTILLO

Abstract

The purpose of this research is to present the study of the social profitability of a wastewater treatment plant (WWTP) at the Sula Valley School of Agriculture (E.A.V.S.). At the moment it does not count on an adequate treatment system presenting problems of sinking, fissures, water leakage in the septic tanks, because the pit has been obstructed by lack of maintenance; this has caused environmental contamination, since the BOD parameters are 71mg / l having a gap of 21mg / l above the value of the discharge standard. Being the main objective to analyze the feasibility of a WWTP that complies with the maximum permissible norms and conditions of the environment for the discharge in water bodies. The research hypothesis proposed for this project is the SROI of the largest project. A methodology with a mixed quantitative and qualitative approach for the analysis of the variables was implemented, it is not cross-sectional, descriptive in nature, carrying out a technical and financial study, using the SROI methodology. The results obtained show that for each inverted lempira, 2.00 lempiras will be returned, quantified in benefits. The results obtained show that the implementation of the project is viable with a ratio of 2.00: 1, so the research hypothesis is accepted. The 10-year projection of benefits shows an impact of L.2,712,375.45, as a direct benefit to the E.A.V.S. In applicability, the PMI methodology is developed, defining the scope, the 103-day schedule, the budget. Lps. 538,250.00, management plan for each of the knowledge areas of the PMBOOK.

Keywords: Treatment plant, Waste water, BOD, COD, Irrigation.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, primeramente, por darme la sabiduría, conocimiento para culminar esta nueva etapa profesional, por poner en mi camino las personas indicadas en el momento preciso. Todo lo que soy y tengo se lo debo a Él.

A mis padres, Dagoberto Zepeda por enseñarme lo que es la perseverancia y trabajar por lo que uno quiere. A mi madre, Araceli Alvarado, por enseñarme a triunfar, por su amor, cuidado y cariño, mi amiga confidente y mi compañía cada día. A mi hermana Keira por su apoyo.

A mi pastor, Manuel Rico, por dirigirme y por ser un gran ejemplo de excelencia, perseverancia y compromiso para mí.

A mi compañera Oneyda Oliva Portillo, por su esmero, excelencia y compromiso.

A mi novia Angie Melgar, por su apoyo, amor y comprensión. Por ser tan especial y hacerme sentir el hombre más afortunado de este planeta.

ELVIN DAGOBERTO ZEPEDA ALVARADO

A Dios por darme la sabiduría, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por darme salud para lograr mis objetivos.

A mis padres, Valeriano Oliva y Marcelina Portillo, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por su excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi esposo Elvis Martínez, por su apoyo incondicional, por el amor y comprensión durante esta etapa de mi vida.

A mis hijos, Elvis Emanuel Martínez Oliva y Valeria María Marinez Oliva para que sea ejemplo de perseverancia, para que continúen su vida profesional.

Elvin Zepeda, por ser mi compañero de tesis, por su paciencia en todas las tareas que realizamos juntos y sobre todo por su amistad.

ONEYDA OLIVA PORTILLO.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Centroamericana por ofrecernos la oportunidad de una especialización en una institución de alto prestigio.

A los catedráticos que nos impartieron las clases con mucha dedicación y esfuerzo.

A nuestro asesor metodológico Ing. Abel Salazar y asesor temático Ing. Otto Flores, quienes pacientemente invirtieron tiempo para que pudiéramos realizar esta investigación.

A los docentes, alumnos, personal de servicio civil de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula de Choloma y a todos aquellos que colaboraron con su excelente disposición para proporcionar información necesaria para el desarrollo de la investigación.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 ESTUDIOS PREVIOS.....	7
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	8
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.4 OBJETIVOS.....	11
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.5.1 BENEFICIOS SOCIALES DEL ESTUDIO	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	13
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO.....	13
2.1.1.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL MUNDIAL	14
2.1.1.2 DISPONIBILIDAD DE AGUA A NIVEL MUNDIAL.....	17
2.1.1.3 CALIDAD DEL AGUA AMBIENTE EN EL MUNDO	19
2.1.1.4 CANTIDAD DE AGUA SIN TRATAMIENTO ADECUADO.....	21
2.1.1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AMÉRICA LATINA	26
2.1.1.6 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MÉXICO.....	28
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO.....	30
2.1.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CENTROAMÉRICA	30
2.1.2.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HONDURAS.....	35
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO DE CHOLOMA	39
2.1.3.1 ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA.....	40
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO.....	43
2.2.1 TEORÍA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	43

2.2.1.1 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.....	44
2.2.2 FACTORES QUE IMPULSAN EL ESTUDIO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	73
2.2.2.1 SALUD.....	73
2.2.2.2 FACTORES SANITARIOS.....	86
2.2.2.3 FACTORES EN EDUCACIÓN.....	89
2.2.2.4 FACTORES AMBIENTALES.....	92
2.2.2.5 FACTORES ECONÓMICOS.....	94
2.2.2.6 LA AGRICULTURA USO DE AGUAS RESIDUALES.....	94
2.2.2.7 AMBIENTE LEGAL.....	96
2.2.3 EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	96
2.2.4 MÉTODO DE EVALUACION SROI.....	98
2.2.5 GUÍA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE HONDURAS.....	101
2.2.5.1 TIPOLOGÍA DE PROYECTOS.....	102
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN.....	108
2.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE (SROI).....	109
2.3.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	109
2.3.2.1 VOLUMEN DE AFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES.....	109
2.3.2.2 POBLACIÓN.....	110
2.3.2.3 TERRENO.....	110
2.3.2.4 EQUIPO.....	111
2.3.2.5 COSTO.....	111
2.3.2.6 INFLACIÓN.....	112
2.3.2.7 DEVALUACIÓN.....	113
2.3.2.8 DEPRECIACIÓN.....	114
2.3.2.9 COSTO DE INVERSIÓN.....	115
2.3.2.10 BENEFICIO DE SALUD.....	115
2.3.2.11 BENEFICIO AMBIENTAL.....	116
2.3.2.12 BENEFICIO LEGAL.....	116
2.3.2.13 BENEFICIO DE EDUCACIÓN.....	116
2.4 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	117
2.4.1 AFORO.....	117

2.4.2	AUTOCAD.....	117
2.4.3	DATOS ESTADÍSTICOS.....	118
2.4.4	COTIZACIONES.....	118
2.4.5	ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA.....	119
2.4.6	MEDICIÓN DE CAMPO.....	119
2.4.7	ENCUESTAS.....	120
2.4.8	MATRIZ DE DECISIÓN.....	121
2.4.9	RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN.....	122
2.5	MARCO LEGAL	125
2.5.1	LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS.....	126
2.5.2	LA LEY MARCO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	126
2.5.3	EL REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	126
2.5.4	REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.	127
2.5.5	LEY GENERAL DE AGUAS	128
2.5.6	LEY GENERAL DEL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO	128
2.5.7	NORMAS TÉCNICAS DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.....	129
2.5.8	CÓDIGO DE SALUD.....	131
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		132
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	132
3.1.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	134
3.1.2	HIPÓTESIS.....	142
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS.....	142
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	145
3.3.1	POBLACIÓN.....	147
3.3.2	MUESTRA	147
3.3.3	UNIDAD DE ANÁLISIS	149
3.3.4	UNIDAD DE REPUESTA	149
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	149
3.4.1	INSTRUMENTOS.....	150
3.4.1.1	PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	151
3.4.2	TÉCNICAS	152

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	153
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	154
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS	154
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	156
4.1 ESTUDIO TÉCNICO.....	156
4.1.1 POBLACIÓN A SERVIR.....	156
4.1.2 VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL.....	157
4.1.3 TERRENO DISPONIBLE EN LA E.A.V.S.....	158
4.1.4 TIPO DE TRATAMIENTO.....	158
4.1.5 DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO.....	159
4.1.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO.....	160
4.1.5.2 DISEÑO HUMEDAL.....	163
4.1.5.3 DIMENSIONAMIENTO DEL HUMEDAL.....	163
4.1.5.4 DESCARGA Y ALMACENAMIENTO AL SISTEMA DE RIEGO.....	166
4.1.6 EQUIPO.....	166
4.2 ESTUDIO DEL RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN – SROI.....	166
4.2.1 ETAPA 1- ALCANCE Y STAKEHOLDERS.....	167
4.2.1.1 ESTABLECER EL ALCANCE.....	167
4.2.1.2 IDENTIFICAR A LOS INTERESADOS.....	167
4.2.1.3 INVOLUCRAR A LOS INTERESADOS.....	168
4.2.2 ETAPA 2- MAPA OUTCOMES.....	169
4.2.3 ETAPA 3- EVIDENCIA DE LOS OUTCOMES Y VALORIZACIÓN.....	171
4.2.3.1 BENEFICIOS LEGALES.....	171
4.2.3.2 BENEFICIOS AMBIENTALES.....	172
4.2.3.3 BENEFICIOS EDUCACIÓN.....	173
4.2.3.4 BENEFICIO DE SALUD.....	174
4.2.4 ETAPA 4 - ESTABLECER IMPACTO.....	174
4.2.4.1 ETAPA 5 - CALCULAR EL SROI.....	175
4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	176
4.3.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	177
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	179

5.1 CONCLUSIONES.....	179
5.2 RECOMENDACIONES.....	180
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....	183
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	183
6.2 INTRODUCCIÓN.....	183
6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO.....	184
6.3.1 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE.....	184
6.3.1.1 ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL ALCANCE.....	184
6.3.1.2 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.....	185
6.3.2 PLAN DE GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO.....	190
6.3.2.1 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.....	190
6.3.2.2 ESTRATEGIA DE MANEJO DEL TIEMPO.....	193
6.3.2.3 ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL CRONOGRAMA.....	193
6.3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO.....	193
6.3.3.1 ESTRATEGIA DE MANEJO DE COSTO.....	196
6.3.3.2 CONTROL DE COSTO.....	196
6.3.4 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO.....	197
6.3.4.1 PLANIFICAR LA CALIDAD.....	197
6.3.4.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	198
6.3.4.3 CONTROL DE LA CALIDAD.....	199
6.3.4.4 MEJORA CONTINUA.....	200
6.3.5 PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES.....	201
6.3.5.1 ESTRATEGIA EN EL MANEJO DE LAS COMUNICACIONES.....	201
6.3.5.2 RESTRICCIONES DE LAS COMUNICACIONES.....	202
6.3.5.3 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIONES DE INTERESADOS.....	202
6.3.5.4 MÉTODO DE COMUNICACIÓN Y TECNOLOGÍA.....	202
6.3.6 PLAN DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS.....	203
6.3.6.1 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	205
6.3.7 PLAN DE GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES.....	208
6.3.7.1 MATRIZ DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES.....	208
6.3.7.2 TIPOS DE CONTRATOS DE COMPRAS Y ADQUISICIONES.....	208

6.3.8 PLAN DE GESTIÓN DE LOS INTERESADOS.....	209
6.3.8.1 IDENTIFICAR A LOS INTERESADOS.....	209
6.3.9 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS.....	211
6.3.9.1 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	215
6.3.10 PLAN DE GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN	217
6.3.10.1 PLAN DE LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO.....	217
6.3.10.2 SISTEMA DE CONTROL DE CAMBIOS.....	218
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	219
ANEXO 1. ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA DATOS ESTADÍSTICOS.....	225
ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	226
ANEXO 3. FOTOGRAFÍA DE ESTANQUE DE CULTIVO.....	227
ANEXO 4. EXÁMENES DE ANÁLISIS DE AGUA RESIDUALES.....	228
ANEXO 5. ENCUESTA.....	230
ANEXO 6. RESULTADOS DE ENCUESTA.....	234
ANEXO 7. FOTOGRAFÍA DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS.....	238
ANEXO 8. COTIZACIONES	239
ANEXO 9. REGLAMENTACIÓN EN CHOLOMA.....	240
ANEXO 10. RUTA CRÍTICA DE ENTREGABLES.....	271
ANEXO 11. AUTORIZACIÓN.....	273

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadístico de población estudiantil de sistema presencial en la E.A.V.S..	3
Tabla 2. Dimensiones de fosas en Escuela de Agricultura Valle de Sula.	4
Tabla 3. Estadístico de población estudiantil en MAJAD.	4
Tabla 4. Estadístico crecimiento de población de sistema Presencial y MAJAD en la E.A.V.S.	4
Tabla 5. Metas e indicadores de lo Objetivos de Desarrollo Sostenible a nivel mundial	16
Tabla 6. Ejemplos del uso de aguas residuales tratadas.	24
Tabla 7. Cobertura de abastecimiento de agua y de saneamiento en América Latina	28
Tabla 8. Volumen de Aguas residuales producidas en la región Centroamericana.	32
Tabla 9. Volumen de aguas residuales (m3) planta BIOTOP, Gildan.	38
Tabla 10. Clasificaciones de tratamientos de Aguas Residuales.	45
Tabla 11 Campo poblacional de aplicación de las diferentes alternativas de depuración	52
Tabla 12. Ejemplos de impactos negativos de las aguas residuales no tratadas en la salud	95
Tabla 13. Normas técnicas de descargas de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores	129
Tabla 14. Matriz metodológica	132
Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables	138
Tabla 16. Plan estratégico de la investigación.	145
Tabla 17. Datos de las variables.	148
Tabla 18. Validación de fiabilidad del instrumento para encuesta.	151
Tabla 19. Matriz de selección de planta de tratamiento	159
Tabla 20. Costo de Inversión Inicial	169
Tabla 21. Costos operativos de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.	170
Tabla 22. Costos de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.	170
Tabla 23. Beneficios Ambientales.	172
Tabla 24. Beneficios en educación de la planta de tratamiento en la E.A.V.S.	173
Tabla 25. Beneficios en Salud de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.	174
Tabla 26. Resumen de cálculo de costos proyectados de la PTAR en la E.A.V.S.	174
Tabla 27. Resumen de cálculo de beneficios proyectado de la PTAR en la E.A.V.S.	175
Tabla 28. Cálculo del SROI	176
Tabla 29 Asunciones de variaciones para el análisis de sensibilidad.	177

Tabla 30 Resultados de la simulación Montecarlo.....	177
Tabla 31. Entregables mayores	186
Tabla 32. Aprobación de Proyecto.....	190
Tabla 33. Cronograma de planificación del proyecto.	190
Tabla 34. Presupuesto estimado del proyecto.	194
Tabla 35. Indicadores de control de calidad.....	199
Tabla 36. Plan de Gestión de las Comunicaciones.....	201
Tabla 37. Matriz de comunicaciones del proyecto.....	203
Tabla 38. Definición de matriz RACI	206
Tabla 39. Matriz RACI.....	206
Tabla 40. Matriz de roles y responsabilidades	207
Tabla 41. Matriz de selección.....	208
Tabla 42. Matriz de Poder/ Interés.	210
Tabla 43. Matriz de Impactos.....	212
Tabla 44. Evaluación Cualitativa de los Riesgos	213
Tabla 45. Matriz de Probabilidad por Impacto.....	213
Tabla 46. Evaluación cuantitativa de los Riesgos	214
Tabla 47. Plan de respuesta de riesgo.....	215
Tabla 48. Impacto Ambiental - externalidad positiva y negativa.....	216
Tabla 49. Matriz de Plan de Integración del Proyecto.	217

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estadística del comportamiento del crecimiento poblacional estudiantil.	6
Figura 2. Comparación de niveles de DBO y DQO en la E.A.V.S. con respecto a las normas.	8
Figura 3. Porcentaje de aguas residuales no tratadas en 2015.....	15
Figura 4. Estimación de DBO en los cursos de agua en África, Asia y América Latina	19
Figura 5. Tendencias de concentraciones de DBO en los ríos entre 1990-1992 y 2008-2010.	20
Figura 6. Cobertura en Saneamiento en Centro América y la República Dominicana	31
Figura 7. Mapa del Municipio de Choloma.	39
Figura 8. Lagunas de oxidación Choloma, Cortés.	40
Figura 9. Módulo Administrativo de la E.A.V.S.....	40
Figura 10. Componentes básicos de tratamientos de Aguas Residuales.	45
Figura 11. Un Sistema subterráneo típico de humedales construidos.....	56
Figura 12. Ejemplos de plantas de Humedal (Aneas, los Juncos, y Césped Común de Caña)	62
Figura 13 Tipos de Lagunas de Estabilización.....	64
Figura 14. Esquema general de un reactor UASB.....	70
Figura 15. Estructura general de la evaluación de proyectos.	97
Figura 16. Fases del Ciclo de Inversión Pública de Honduras.	102
Figura 17. Relación entre variable dependiente y variables independientes.	108
Figura 18. Inflación interanual en la región al mes de Julio de 2017, por grupo.	113
Figura 19. Diagrama de los estudios que afectan la variable dependiente.....	135
Figura 20. Variables independiente, dependiente y dimensión del estudio técnico.	136
Figura 21. Variables independiente, dependiente y dimensión del estudio financiero.	137
Figura 22. Enfoque de la Investigación.....	144
Figura 23. Dimensiones de fosa séptica	162
Figura 24. Ubicación de planta de tratamiento en la E.A.V.S	162
Figura 25. Ubicación de humedal.....	165
Figura 26. Dimensión de humedal	165
Figura 27. Comprobación de la hipótesis.....	176
Figura 28. Estructura de desglose de trabajo del proyecto.....	187
Figura 29. Modelo de Gestión de los Recursos Humanos	204

Figura 30. Organigrama del Proyecto	205
Figura 31. Identificación de los interesados	210
Figura 32. Flujograma del proceso de solicitud de cambios.	218

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se mencionan los componentes del planteamiento de la investigación, todo esto con el propósito de lograr un completo análisis del problema a tratar, como ser, la introducción al problema, los antecedentes, el enunciado del problema, así como también, se definen las preguntas de investigación y los objetivos a comprobar, dando una completa justificación acerca del problema en estudio. Se abordará la problemática con el fin de generar propuestas de solución.

1.1 INTRODUCCIÓN

La Escuela de Agricultura del Valle de Sula, tiene un inadecuado manejo de las aguas residuales, debido al mal estado de las estructuras de tratamiento existentes, generando con ello diversos problemas de contaminación ambiental. Esto ha motivado a la Escuela a buscar una solución que le permita resolver el problema ambiental y administrar mejor los recursos hídricos que dispone.

La contaminación de los recursos naturales ha sido un problema latente. Por lo que ha sido necesario realizar el desarrollo de tratamientos de agua, mejorando la calidad de entrega, eliminando todos aquellos materiales orgánicos y minerales, para que puedan ser procesados de manera natural en el ciclo del agua.

Muchas de las ciudades han tenido que ir cambiando sus procesos de entrega de agua a la naturaleza una vez ha sido cambiado su estado original en la calidad de la misma. Por cual existen prohibiciones en la descarga de aguas residuales de cualquier índole en ríos, lagos y aguas

subterráneas, excepto el efluente tratado que provenga de las plantas de tratamiento municipales. (SECRETARIA DE LA SALUD, 1997).

La tesis de estudio de rentabilidad social de una planta de tratamiento de aguas residuales se realizó en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, ubicada en la aldea Monterrey, municipio de Choloma, departamento de Cortés; realizada por los alumnos Elvin Zepeda y Oneyda Oliva en el mes de julio a diciembre del 2017, siendo este un trabajo de investigación previo a la obtención del título de Máster en Administración de Proyectos.

Por lo que un estudio de rentabilidad social de una planta tratamiento de aguas residuales, captando el agua de cada uno de las fuentes, y siendo tratados mediante un proceso de pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario, dando como resultado un efluente que pueda ser reutilizado en la irrigación de cultivos, cumpliendo con los parámetros máximos permisibles de 200mg/l de DQO Y 50mg/l DBO según la normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario de Honduras.

El estudio de rentabilidad se basó en la metodología de SROI, donde compara el beneficio con respecto al costo de la inversión de la construcción de una PTAR, para la reutilización en la irrigación de cultivos.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el año 2000 la E.A.V.S. comenzó sus operaciones en las instalaciones que actualmente se encuentra, construyendo un módulo administrativo, dos módulos de cuatro aulas cada uno y

cinco servicios sanitarios para una población de ciento cincuenta y nueve (159) estudiantes, quince (15) maestros, siete personas de servicio civil, haciendo un total de ciento ochenta y uno (181) personas.

Del año 2013 al 2017 con los datos proporcionados en la entrevista no estructura por el departamento de secretaría de la institución en el sistema presencial ha tenido un índice de crecimiento promedio de 3% anual en la matrícula. (Ver Tabla 1, Anexo 1).

Tabla 1. Estadístico de población estudiantil de sistema presencial en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.

AÑO	POBLACIÓN	% DE CRECIMIENTO
2013	432	2%
2014	490	13%
2015	465	-5%
2016	478	3%
2017	478	0%
PROMEDIO	392	3%

Fuente: (Estadística de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, 2017)

Para el tratamiento de las aguas residuales se construyó una fosa séptica (ver dimensiones tabla 2), pero no se consideró en su momento el pozo de absorción, la zanja de infiltración, y mantenimiento de los lodos sedimentados, como parte integral del tratamiento de aguas residuales domésticas. Esto debido a que la mano de obra en la construcción de la fosa séptica fue no calificada, por lo que muchos de los parámetros de diseño y constructivos no se cumplieron. Dimensiones de las fosas sépticas (Ver tabla 2).

Tabla 2. Dimensiones de fosas en Escuela de Agricultura Valle de Sula.

	ANCHO (m)	LARGO(m)	PROFUNDIAD(m)	VOLUMEN(M3)
FOSA1	2.00	3.00	1.50	9
FOSA2	1.83	7.20	2.50	32.94

Fuente: Elaboración propia

En el 2007 se apertura la modalidad de Sistema de Educación Media a Distancia (ISEMED) que a partir del año 2016 se llama Modalidad Alternativa para Jóvenes y Adultos a Distancia (MAJAD), con una matrícula de alumnos de 90 alumnos, teniendo un crecimiento promedio del 2013 hasta el 2017 de 11% anual. (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Estadístico de población estudiantil en MAJAD.

AÑO	POBLACIÓN	% DE CRECIMIENTO
2013	219	-7%
2014	229	5%
2015	285	24%
2016	377	32%
2017	303	-20%
PROMEDIO	275	11%

Fuente: (Datos estadísticos de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula)

Tabla 4. Estadístico de crecimiento de población estudiantil de sistema Presencial y MAJAD en la E.A.V.S.

AÑO	POBLACIÓN	% DE CRECIMIENTO ANUAL
2013	651	19%
2014	490	-25%
2015	750	53%
2016	855	14%
2017	781	-9%
PROMEDIO	679	10%

Fuente: Propia

En la tabla 4 se presenta el crecimiento de la población estudiantil del sistema presencial y MAJAD, teniendo un porcentaje promedio de crecimiento anual de un 10% en base a los datos estadísticos obtenidos de la secretaría en la E.A.V.S.

La fosa uno que se construyó para dar el tratamiento de aguas residuales domésticas para una población de ciento ochenta y uno (181) personas. En el 2008 se habilitaron cuatro servicios sanitarios para docentes y uno para personal administrativo, teniendo que construir una nueva fosa séptica para el tratamiento de aguas residuales. En el 2013 se construyó un nuevo módulo de ocho servicios sanitarios conectando las aguas residuales a la fosa dos que estaba en funcionamiento. (Ver anexo 2).

La contaminación por derrame en la fosa uno (ver anexo 2), debido a derrumbes en las paredes perimetrales y en temporadas lluviosas donde el nivel freático es elevado, en la fosa dos donde no se ha realizado la limpieza de lodos, por lo que el volumen que recibe es mayor a la capacidad de retención, dado que no tiene un pozo de infiltración, surge la propuesta de realizar un estudio de rentabilidad social de la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales por los problemas que se han venido generando en la fosas sépticas. La capacidad instalada de las fosas es de 11,873 galones para una población de 280 personas con un gasto por persona de 40 galones.

Según datos estadísticos recopilados en el departamento de secretaría de la E.A.V.S (Ver Anexo 1), se cuenta con una matrícula de setecientos ochenta y uno (781) alumnos, treinta y uno (31) Maestros y veintiuno (21) personas de servicio civil haciendo un total de 833 personas.

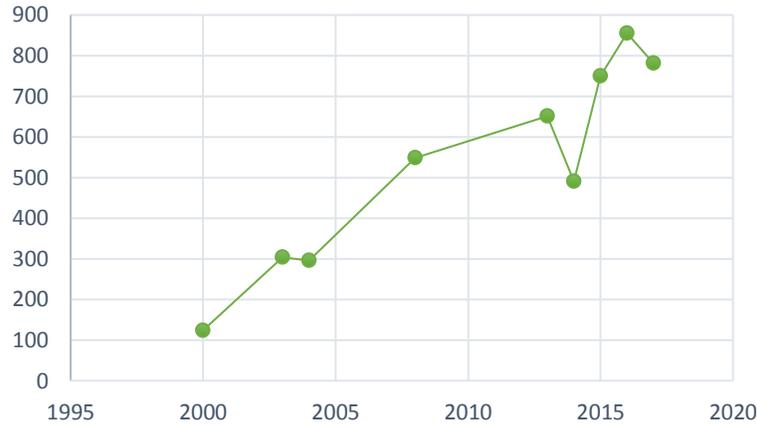


Figura 1. Estadística del comportamiento del crecimiento poblacional estudiantil.

Fuente: Elaboración propia

Debido al aumento de la población en los últimos cinco años donde el índice de crecimiento promedio es de 10% se ha sobrepasado la capacidad instalada de diseño de las fosas sépticas.

Se cuenta con dos estanques donde se cultivan peces, como parte de los proyectos de la Escuela de Agricultura, sin embargo, debido al proceso de oxigenación del agua, hay un caudal de agua que ingresa, y el exceso se evacúa a través de un canal de alivio. Esta agua siendo un recurso desaprovechado en la E.A.V.S., tiene un DQO de 23mg/l y DBO de 10 mg/l. (Ver Anexo 3,4).

Actualmente la institución presenta un crecimiento significativo en cuanto al desarrollo físico, así como el crecimiento en la población estudiantil. Se están generando nuevas propuestas en el desarrollo de proyectos de ganado, peces, pollo, ovejitos, cerdos, conejos y en el área de la agricultura en palma africana, plátano, papaya, maíz, ayote, yuca, chile y achote. Es por ello que tiene mucha relevancia para la institución, la disposición correcta de las aguas residuales donde éste problema debe de ser manejado de forma responsable.

1.2.1 ESTUDIOS PREVIOS

En el diagnóstico “Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades (AVC)” que se elaboró durante el mes de noviembre del año 2016 en el centro educativo “Escuela Agrícola Valle de Sula”, ubicado en la comunidad de Monterrey, municipio de Choloma, en el marco del Proyecto: “Mejora al acceso a educación en un ambiente protegido – Niños por la Paz (2016-2017)”. El cual fue ejecutado por la Cruz Roja Hondureña (CRH) en consorcio con el Consejo Noruego para Refugiados (NRC), financiado por la Unión Europea - Ayuda Humanitaria y Protección Civil y la Cruz Roja Noruega.

El documento muestra los resultados de un proceso participativo y multidisciplinario desarrollado en la comunidad con el propósito de conocer la situación actual de los niños, niñas y adolescentes en cuanto al acceso a la educación y las condiciones escolares, comunitarias y sociales que influyen e incrementan la desescolarización.

Dentro las observaciones que se realizaron se obtuvieron la identificación de algunas de las necesidades dentro de la E.A.V.S. en el área de infraestructura, donde solo se cuenta con ocho baños y cuatro de ellos se encontraron en mal estado. Por la parte de salubridad no se cuenta con un sistema de alcantarillado, así que la eliminación de excretas es por medio de dos pozos sépticos, pero uno se encuentra en malas condiciones por lo que se requiere la habilitación un nuevo pozo séptico, el drenaje de aguas lluvias es ineficiente lo que facilita la formación de charcos y lodo durante la época lluviosa situación que puede provocar enfermedades producidas por vectores, (Ver Anexo 2).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En la escuela de agricultura no se cuenta un correcto manejo de las aguas residuales por lo que se han presentado derrames en las fosas sépticas, y se está generando contaminación al medio ambiente.

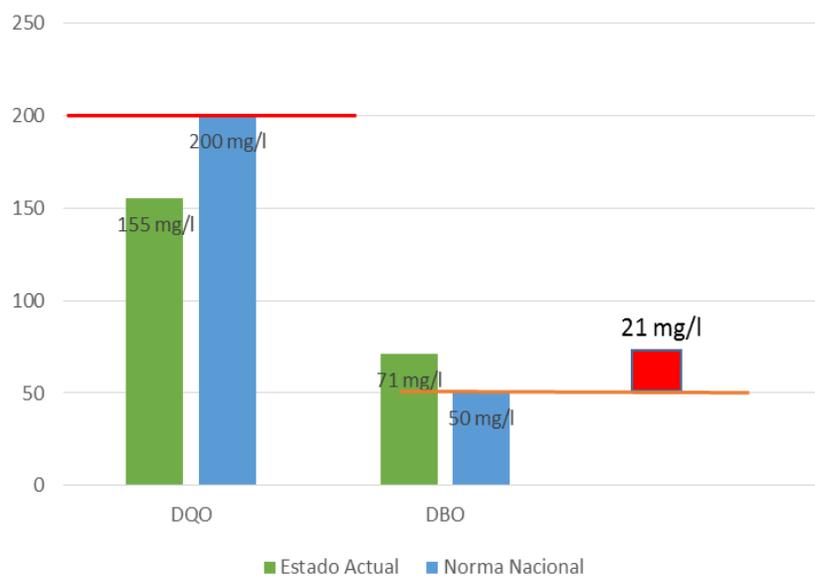


Figura 2. Comparación de niveles de DBO y DQO de las aguas residuales en la E.A.V.S. con respecto a las normas técnicas de la Secretaría de Salud.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 2 se muestran los resultados del análisis del efluente de aguas residuales tomados de la fosa 1 y fosa 2 de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, el DQO de las aguas residuales tiene una brecha de 45mg/l por debajo a lo que exige la norma técnica de secretaria de salud, sin embargo el DBO tiene 21 mg/l por arriba en relación a la norma, por lo que

no se está cumpliendo con los parámetros establecidos de niveles de contaminación en descargas de aguas residuales. (Ver Anexo 4).

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El tratamiento de las aguas residuales en el sector de Choloma Cortés se ha incrementado en los últimos años mediante lagunas de oxidación, sin embargo, existen aún muchas de las áreas que no poseen un correcto sistema de manejo y tratamiento de las aguas residuales.

En la escuela de agricultura del valle de sula se construyeron sistemas de fosas sépticas, a pesar de ello se han presentado derrames de dichas aguas residuales.

Por lo que se plantea la siguiente formulación de problema ¿Es el SROI mayor que uno, en el estudio de rentabilidad social de costo-beneficio de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la Escuela de la Agricultura del Valle de Sula?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se pretende buscar respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el volumen de aguas residuales en la EAVS?
2. ¿Cómo mejorar el proceso de tratamiento de agua residual?
3. ¿Se puede reutilizar el agua siendo tratada para riego?
4. ¿Qué tipo de tratamiento es necesario?
5. ¿Qué tipo de plantas de tratamiento existen?
6. ¿Existe suficiente espacio para una planta de tratamiento?
7. ¿Qué son tanques imhoff?
8. ¿Qué son las fosas sépticas?

9. ¿Qué son lodos activados?
10. ¿Cuál es el mantenimiento de las plantas de tratamiento?
11. ¿Es necesaria la ampliación de la red de servicios sanitarios?
12. ¿Qué enfermedades son por consumo de agua contaminada en la E. A.V.S?
13. ¿Cuál es el impacto de las aguas residuales en la contaminación del medio ambiente?
14. ¿Resulta muy oneroso para la institución implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales?
15. ¿Cuánto cuesta el metro cúbico de agua residual tratada siendo reutilizada en irrigación?
16. ¿Qué hacer con el agua residual después de tratada?
17. ¿Qué criterio de selección hay que tomar en cuenta para determinar una solución del tratamiento de las aguas residuales?
18. ¿Qué es un humedal?
19. ¿Cuál es la penalidad legal por contaminar con aguas residuales los recursos hídricos?
20. ¿Cuál es la afectación de las enfermedades estomacales en el rendimiento de los alumnos en la E.A.V.S?
21. ¿Qué impacto tiene en los costos de la E.A.V.S el ausentismo de los maestros por enfermedades estomacales?

Estas y otras preguntas generan inquietudes para hacer el estudio en la E.A.V.S., que puede medirse a través del estudio de rentabilidad social de una planta de tratamiento de Aguas Residuales.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el SROI de una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con las normas y condiciones del ambiente para la descarga en cuerpos hídricos en la Escuela Agricultura del Valle de Sula.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Analizar el proceso actual de tratamiento de aguas residuales en E.A.V.S. identificando los problemas, afectaciones, necesidades de saneamiento y la reutilización del agua tratada en sistema de riego de cultivo.

2) Realizar un estudio técnico del diseño de una planta de tratamiento.

3) Elaborar un análisis financiero con enfoque SROI de costo-beneficio de la construcción de la planta de tratamiento.

4) Elaborar un plan gestión integral de la construcción de la planta de tratamiento, según las diez áreas de conocimiento del PMBOOK.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El estudio de rentabilidad social “Tratamiento de aguas residuales, nace como respuesta a una necesidad fundamental que está sufriendo la Escuela de Agricultura del valle de sula, como consecuencia de la mala construcción de las fosas sépticas y crecimiento de la población estudiantil, generando contaminación al medio ambiente e higiene en el centro educativo.

1.5.1 BENEFICIOS SOCIALES DEL ESTUDIO

Con la implementación de este estudio de rentabilidad social del tratamiento de aguas residuales se pretende controlar el grado de contaminación de las aguas residuales que actualmente está presentando la Escuela de Agricultura del valle de sula.

Así como también la prevención de enfermedades gastrointestinales, parasitarias por agua contaminada, asegurando el bienestar e higiene para los estudiantes y demás personal del Centro Educativo.

Con el estudio se analizará la rentabilidad social de la reutilización del agua ya tratada, para el sistema de riego por goteo para los cultivos agrícolas que tiene la institución.

Otro beneficio es el cumplimiento de las leyes y normas del estado en las descargas de aguas residuales en cuerpos hídricos receptores.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Este capítulo se refiere al análisis del macro entorno, micro entorno y el análisis interno que tiene relación con el objeto de estudio previamente establecido en el planteamiento del problema. Así mismo, hace énfasis en los datos históricos existentes que sustentan la realización de la investigación. Por lo tanto, el marco teórico amplía la descripción del problema e integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Según estudios recientes a nivel mundial muchos países no cuentan con información que les permita conocer la situación actual sobre el tema de las aguas residuales y su tratamiento, siendo este uno de los temas que ha tomado mayor relevancia en los últimos años, debido al aumento en la demanda de agua potable y sus escases, donde muchos países están vertiendo las aguas residuales directamente a cuerpos receptores sin previo tratamiento, por lo está contaminando el agua.

En la siguiente sección se presentan datos a nivel de macro entorno, micro entorno e interno, de los niveles de contaminación, así como el porcentaje de tratamiento con los que se cuenta, la situación actual de la información y las proyecciones de mejora en el tratamiento de las aguas residuales, tomados del Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2017 y otras fuentes.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO

Se presenta la situación a nivel mundial de los países en las regiones de África, Asia, Europa, América Latina y Norteamérica, por estudios de investigación realizados por otros autores, donde

se encuentran los avances en el tratamiento de las aguas residuales, los volúmenes tratados, el impacto que está teniendo este recurso desaprovechado a nivel mundial.

2.1.1.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL MUNDIAL

Las aguas residuales, también conocidas como «aguas servidas» o «efluentes», pueden y han sido definidas de varias maneras diferentes. Por tanto, no existe una única definición universalmente aceptada para el término.

Las aguas residuales se consideran como una combinación de uno o más de los siguientes: efluentes domésticos que consisten en aguas negras (excremento, orina y lodos fecales) y aguas grises (aguas servidas de lavado y baño); agua de establecimientos comerciales e instituciones, incluidos hospitales; efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías urbanas; y escorrentías agrícola, hortícola y acuícola (Raschid-Sally, 2008, p.1).

UNESCO, (2017) Afirma: Aunque los datos sobre la generación, la recolección y el tratamiento de aguas residuales son prácticamente inexistentes, es evidente que, en todo el mundo, la mayor parte de las aguas residuales no se recoge ni se trata. Además, la recolección de aguas residuales *per se* no es sinónimo de tratamiento de aguas residuales. En muchos casos, las aguas residuales recolectadas se liberan directamente en el medio ambiente sin ningún tratamiento. La escorrentía agrícola casi nunca es recolectada o tratada, de modo que las métricas para estos tipos de flujos de aguas residuales son prácticamente inexistentes. (p.9).

La base de datos AQUASTAT de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) considera que las extracciones de agua dulce a nivel mundial

son de 3.928 km³ al año. Se estima que principalmente la agricultura, mediante evaporación en tierras de cultivo irrigadas, consume el 44% (1.716 km³ por año) de esta agua. El 56% restante (2.212 km³ por año) es liberado al medio ambiente como aguas residuales en forma de efluentes municipales e industriales y agua de drenaje agrícola (UNESCO, 2017, p.9).

También parece haber una variabilidad significativa entre diferentes regiones. En Europa, se trata el 71% de las aguas residuales municipales e industriales generadas, mientras que en los países de América Latina solo se trata el 20%. Se estima que en Oriente Medio y África del Norte (MENA) un 51% de las aguas residuales municipales e industriales son tratadas. En los países africanos, la falta de recursos financieros para el establecimiento de instalaciones de aguas residuales constituye una limitación importante en la gestión de las aguas residuales, mientras que 32 de los 48 países de África subsahariana no disponían de datos sobre la generación y el tratamiento de aguas residuales (Sato et al., 2013, citado en UNESCO, 2017, p.9).

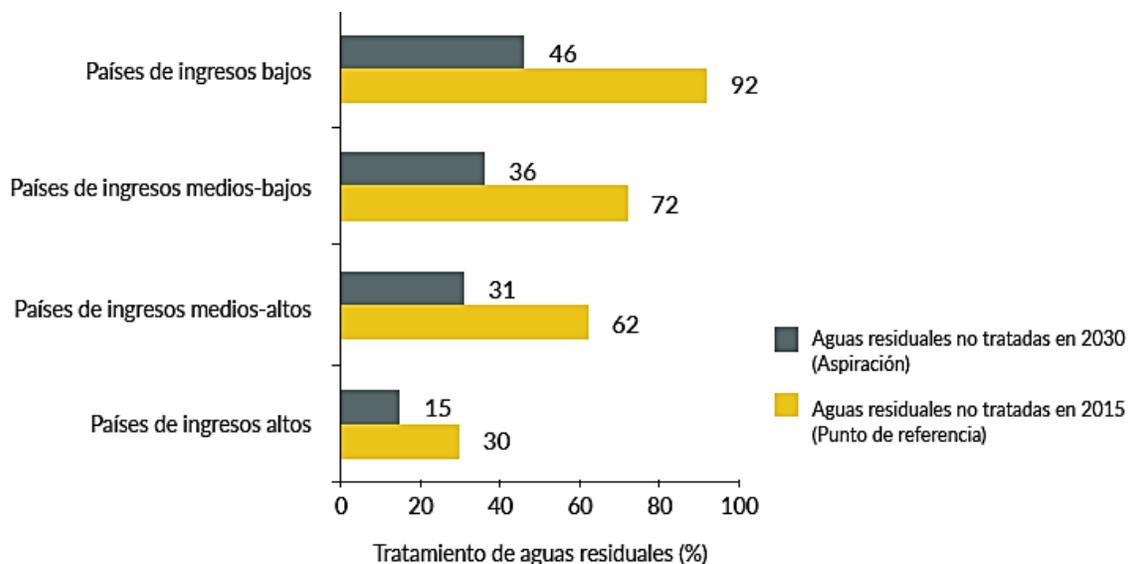


Figura 3. Porcentaje de aguas residuales no tratadas en 2015 en países con niveles de ingresos y aspiraciones diferentes para 2030 (50% de reducción respecto al punto de referencia de 2015).

Fuente: Basado en datos de Sato et al,2013, citado en UNESCO, 2017).

El tratamiento de las aguas residuales y su uso y/o eliminación en las regiones húmedas de los países de altos ingresos (por ejemplo, América del Norte, Europa septentrional y Japón) están motivados por estrictas regulaciones de descarga de efluentes y la conciencia pública sobre la calidad ambiental.

La situación es diferente en los países de altos ingresos en regiones más secas (por ejemplo, partes de América del Norte, Australia, Oriente Medio y el sur de Europa), donde las aguas residuales tratadas se usan con frecuencia para riego dada la creciente competencia por el agua entre la agricultura y otros sectores. (UNESCO, 2017, p.24, 25).

GLASS, (2012) Afirma: A pesar de los impresionantes avances logrados a nivel mundial, la mayoría de los países no están cumpliendo sus compromisos nacionales en materia de ASH: en el 83% de los países, en el caso del saneamiento y en el 70% en el caso del agua potable, las tasas de progreso son significativamente menores que las necesarias para cumplir las metas nacionales establecidas (p.10).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible incluye en su objetivo 6.3, el mejoramiento del tratamiento de aguas residuales.

Tabla 5. Metas e indicadores de lo Objetivos de Desarrollo Sostenible a nivel mundial 6.4

Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	
META	INDICADORES
6.1 Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos	6.1.1 Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable administrados de forma segura
6.2 Para 2030, lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerable	6.2.1 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento administrados de forma segura que incluyan instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón
6.3 Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial	6.3.1 Proporción de aguas residuales tratadas de forma segura 6.3.2 Proporción de las masas de agua con buena calidad de agua ambiental

Continuación de tabla 5.

<p>ó.4 Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren de escasez de agua</p>	<p>ó.4.1 Cambio con el tiempo en la eficiencia en el consumo de agua</p> <p>ó.4.2 Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles</p>
<p>ó.5 Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda</p>	<p>ó.5.1 Grado de aplicación de la gestión integrada de los recursos hídricos (0-100)</p> <p>ó.5.2 Proporción de zonas de cuencas transfronterizas para las que existe un acuerdo operacional de cooperación en materia de recursos hídricos</p>
<p>ó.6 Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos</p>	<p>ó.6.1 Cambio con el tiempo en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua</p>
<p>ó.a Para 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, incluidos el acopio y almacenamiento de agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización</p>	<p>ó.a.1 Cuantía de la asistencia oficial para el desarrollo relacionada con los recursos hídricos y el saneamiento que forma parte de un plan de gastos coordinado por el gobierno</p>
<p>ó.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento</p>	<p>ó.b.1 Proporción de unidades administrativas locales con políticas y procedimientos establecidos y operativos para la participación de las comunidades locales en la gestión de los recursos hídricos y el saneamiento</p>

Fuente: (UNESCO, 2017).

2.1.1.2 DISPONIBILIDAD DE AGUA A NIVEL MUNDIAL

En estudios recientes se ha demostrado que dos tercios de la población mundial vive actualmente en zonas con escasez de agua durante al menos un mes al año. Cabe destacar que alrededor del 50% de las personas que enfrentan este nivel de escasez de agua vive en China e India. Esta evaluación mensual de la escasez de agua es esencial, ya que el estrés hídrico como consecuencia de períodos secos puede estar enmascarado con los promedios anuales de disponibilidad de agua. En las evaluaciones basadas nivel mundial, la sequía es probablemente la

mayor amenaza del cambio climático, pero, a nivel local, el aumento del nivel del mar (que afecta las zonas costeras) u otras amenazas podrían ser mayores (por ejemplo, áreas que son extremadamente vulnerables a inundaciones o deslizamientos de tierra).

Desde una perspectiva socioeconómica y ambiental, las consecuencias de la sequía pueden ser notorias. Sus efectos van desde una menor productividad agrícola y alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas hasta el aumento de los precios de los alimentos, mientras que la inseguridad y el hambre pueden desencadenar una migración masiva. La crisis en Siria se desencadenó, entre otros factores, debido a una sequía histórica entre 2007 y 2010. Se prevé que la demanda mundial de agua aumente sensiblemente en las próximas décadas. Además de la demanda del sector agrícola, que actualmente es responsable del 70% de las captaciones de agua en todo el mundo (UNESCO, 2017, p.12).

Naciones Unidas, (2016) afirma: El aumento de la demanda de agua en sitios donde el recurso escasea o donde el agua es objeto de una fuerte competición conlleva a la necesidad de utilizar las llamadas “fuentes no convencionales” de agua, como pozos y manantiales de bajo rendimiento, el agua de lluvia, los desagües urbanos, las aguas pluviales y las aguas residuales recicladas (p.7).

La escasez de agua surge de una combinación de la variabilidad hidrológica y el alto uso humano, que puede, en parte, ser mitigada por la infraestructura de almacenamiento. Mientras que los riesgos de escasez de agua mensuales son más graves en el sur de Asia y el norte de China, se pueden apreciar algunos riesgos importantes de escasez de agua estacional en todos los continentes. (Naciones Unidas, 2016, p.18).

La disminución de la cantidad de agua disponible intensificará la competencia por el agua entre los usuarios, incluyendo la agricultura, el mantenimiento del ecosistema, los asentamientos, la industria (incluido el turismo) y la producción de energía. Esto afectará al agua, la energía y la seguridad alimentaria a nivel regional, y eventualmente a la seguridad geopolítica. Entre las regiones que han sido identificadas como vulnerables a la creciente escasez de agua se incluyen el Mediterráneo y partes de América del Sur, Australia Occidental, China y el África subsahariana. (Naciones Unidas, 2016, p.24).

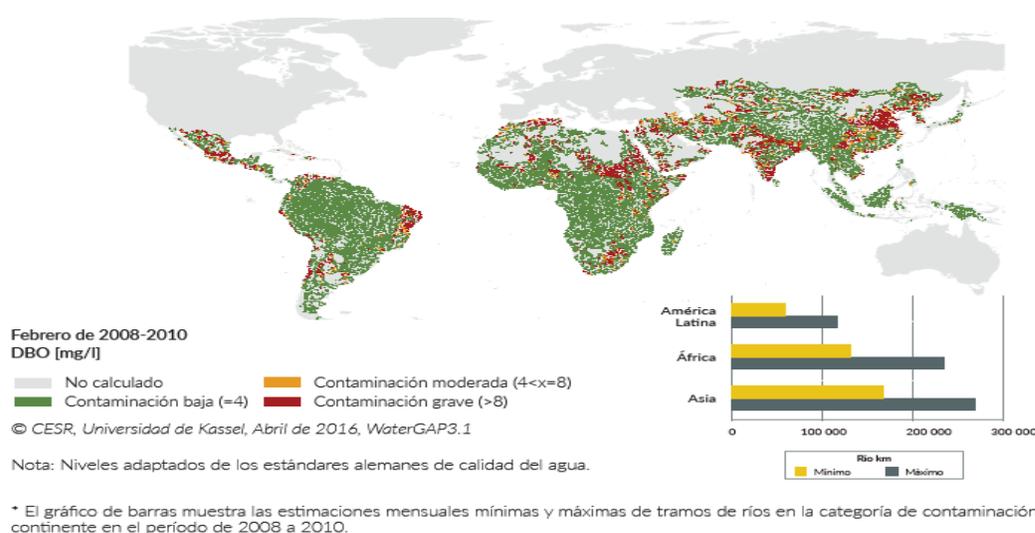


Figura 4. Estimación de las concentraciones de demanda bioquímica de oxígenos (DBO) en los cursos de agua en África, Asia y América Latina (febrero de 2008-2010).

Fuente: (UNESCO, 2017)

2.1.1.3 CALIDAD DEL AGUA AMBIENTE EN EL MUNDO

La disponibilidad de recursos hídricos está intrínsecamente ligada a la calidad del agua. La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas puede hacer imposible su utilización ante la ausencia de tratamientos previos costosos. Se prevé que el deterioro de la calidad del agua aumente aún más en las próximas décadas, especialmente en los países con pocos recursos en las zonas secas, lo que pondrá aún más en peligro la salud humana y el medio ambiente, al tiempo que limitará el desarrollo económico sostenible (Veolia, 2015) La descarga de aguas residuales no

tratadas como consecuencia de la expansión de los asentamientos humanos y el aumento de la producción industrial genera contaminación física, química y biológica que afecta tanto la salud humana como el medio ambiente. (UNESCO, 2017, p.13).

La presencia de coliformes fecales, que se originan en excrementos humanos y animales, se utiliza como indicador de la presencia de cualquier patógeno potencial en las aguas superficiales. Los primeros hallazgos del programa mundial de monitoreo de la calidad del agua muestran que la contaminación grave de patógenos afecta a alrededor de un tercio de todos los tramos fluviales en África, Asia y América Latina, lo que pone en riesgo la salud de millones de personas (PNUMA, 2016, citado en UNESCO, 2017).

GLASS, (2012) Afirma: Las políticas que fomentan la vigilancia continua en forma de gestión preventiva de los riesgos contribuirán a mejorar la calidad del agua y a reducir la morbilidad. Sin embargo, esta vigilancia a menudo es inexistente, en parte porque los operadores encargados del abastecimiento de agua con frecuencia se ven desbordados por problemas operativos y financieros, de forma que son incapaces de asumir a su importante función de protección de la salud pública.

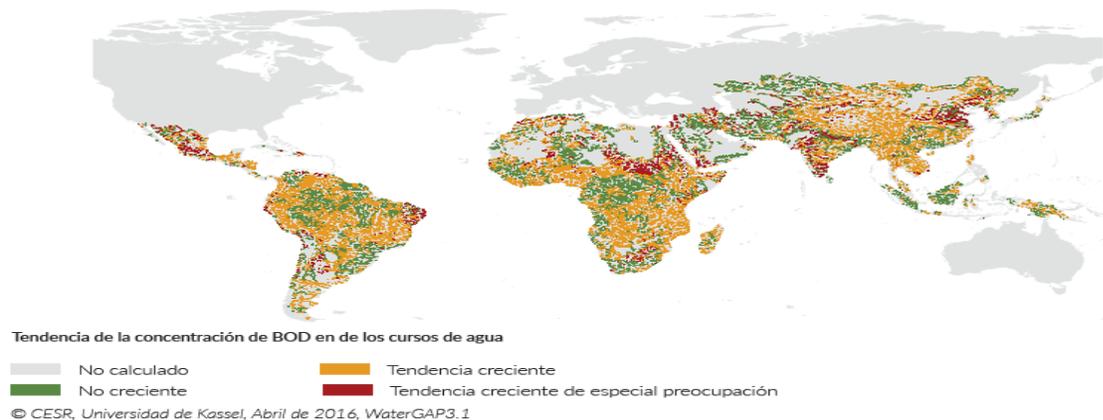


Figura 5. Tendencias de las concentraciones de DBO en los ríos entre 1990-1992 y 2008-2010.

Fuente: (UNESCO, 2017).

2.1.1.4 CANTIDAD DE AGUA SIN TRATAMIENTO ADECUADO

A nivel mundial, es probable que más del 80% de las aguas residuales sean vertidas al medio ambiente sin un tratamiento adecuado y los medios de subsistencia, afectando peligrosamente a las comunidades rurales pobres que dependen de la pesca de agua dulce. La grave contaminación orgánica ya afecta a alrededor de un séptimo de todos los tramos de los ríos en África, Asia y América Latina, y ha ido aumentando constantemente durante años (PNUMA, 2016, citado en UNESCO, 2017, Pág. 14).

UNESCO, (2017) Afirma: La contaminación orgánica (medida en términos de demanda bioquímica de oxígeno - DBO) puede tener impactos significativos en la pesca en aguas interiores, la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia, afectando gravemente a las comunidades rurales pobres que dependen de la pesca de agua dulce. El vertido de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y agroquímicos procedentes de la agricultura intensiva y de los desechos animales puede acelerar aún más la eutrofización de los ecosistemas marinos de agua dulce y costera y aumentar la contaminación de las aguas subterráneas. La mayor parte de los lagos más grandes de América Latina y África han visto aumentar las cargas antropogénicas de fósforo, lo que puede acelerar los procesos de eutrofización.

El aumento del vertido de aguas residuales tratadas de forma inadecuada, consecuencia del desarrollo económico e industrial, la intensificación y expansión de la agricultura y el crecimiento de los volúmenes de aguas negras de las zonas urbanizadas rápidamente contribuyen a la degradación de la calidad del agua superficial y subterránea en todo el mundo. Dado que la contaminación del agua afecta gravemente la disponibilidad de agua, es necesario gestionarla adecuadamente para mitigar los efectos de su creciente escasez (p.14).

Las aguas residuales siguen siendo un recurso infravalorado, visto con demasiada frecuencia como una carga que debe eliminarse o una molestia que debe ignorarse. Esta percepción debe cambiar para reflejar correctamente su valor: las aguas residuales son una fuente potencialmente asequible y sostenible de agua, energía, nutriente, materia orgánica y otros subproductos útiles. Una mejor gestión de las aguas residuales, incluida la recuperación y la reutilización segura del agua y otros componentes clave, ofrece muchas oportunidades. Esto es especialmente cierto en el contexto de una economía circular, donde el desarrollo económico se equilibra con la protección de los recursos y la sostenibilidad ambiental, y donde una economía más limpia y más sostenible tiene un efecto positivo en la calidad del agua.

En los últimos cincuenta años, la agricultura se ha extendido e intensificado para satisfacer la creciente demanda de alimentos provocada principalmente por el crecimiento poblacional y los cambios en la alimentación. La superficie equipada para el riego aumentó más del 100%, de alrededor de 1,4 millones de km² en 1961 a alrededor de 3,2 millones de km² en 2012 (AQUASTAT, 2014, citado en UNESCO, 2017, p.72).

Con frecuencia, la intensificación de la agricultura viene acompañada de un aumento de la erosión de los suelos, mayores cargas de sedimentos en el agua y un uso excesivo (o un uso indebido) de los insumos agrícolas (como, por ejemplo, los pesticidas y fertilizantes) para mejorar la productividad. Cuando el uso de estos productos supera la capacidad de asimilación de los sistemas agrícolas, las cargas de contaminantes en el medio ambiente son mayor. El uso excesivo de agua de riego también aumenta el flujo de aguas residuales agrícolas que vuelve a ingresar a las masas de agua en forma de percolación profunda a los acuíferos y en forma de escorrentía a las aguas superficiales. (UNESCO, 2017, p.72).

En la producción de cultivos, la contaminación del agua por nutrientes tiene lugar cuando se aplica una cantidad de fertilizantes mayor que la que los cultivos pueden absorber o cuando estos son arrastrados de la superficie del suelo antes de que puedan incorporarse a las plantas. El excedente de nitrógeno y fosfatos puede pasar por lixiviación hacia aguas subterráneas o a las vías navegables como escorrentía superficial. Los nitratos y el amoníaco son muy solubles, pero el fosfato no lo es y tiende a adsorberse a partículas del suelo; por consiguiente, ingresa a las masas de agua unido a los sedimentos a través de la erosión del suelo. En la producción ganadera, los corrales de engorde suelen ubicarse en las orillas de cursos de agua para que los desechos animales (es decir, la orina), que son ricos en nutrientes, puedan liberarse directamente al curso de agua. Los desechos sólidos (estiércol) suelen recogerse para usarse como fertilizante orgánico. (UNESCO, 2017, p.72).

Los vacíos de conocimiento sobre la contaminación del agua proveniente de la agricultura son considerables. En la mayoría de las cuencas y países, especialmente aquellos en desarrollo, no se ha identificado la verdadera incidencia de los cultivos, la cría de ganado y la acuicultura en la contaminación del agua. Esta información es fundamental para que los gobiernos nacionales puedan comprender la magnitud del problema y elaborar políticas sólidas y con una buena relación costo-beneficio. Por otra parte, si no se conoce bien la fuente de contaminación, no se puede aplicar el principio de «quien contamina paga». Para entender mejor las vías de contaminación se necesita realizar un esfuerzo sostenido de investigación y modelización, y vigilar la calidad del agua. También se deben realizar rigurosas evaluaciones para comprender las vías de contaminación, así como los riesgos que representan para la salud y el medio ambiente los contaminantes agrícolas emergentes, como las hormonas animales, los antimicrobianos y otros productos farmacéuticos (UNESCO, 2017, p.74).

La recuperación y reutilización del agua ya no son un lujo, sino una obligación, en especial en los países donde escasea el agua, en los que muchos organismos de protección del medio ambiente y las ciudades ya usan aguas residuales parcialmente tratadas para crear lagos o humedales artificiales, recuperar aguas subterráneas mermadas, restablecer los humedales naturales o regar campos de golf, parques y jardines para mantener los niveles de agua incluso en períodos de sequía. (Otoo *et al.*, 2015, citado en UNESCO, 2017, p.82)

El uso planificado de aguas residuales tratadas y residuales parcialmente tratadas para servicios de los ecosistemas es relativamente reciente. Puede mejorar la eficiencia de los recursos y aportar beneficios a los ecosistemas a través de las siguientes actividades:

- 1) La reducción de la captación de agua dulce;
- 2) El reciclaje y la reutilización de nutrientes esenciales, con lo que se reduce el uso de fertilizante y las emisiones de GEI;
- 3) La minimización de la contaminación del agua y el mantenimiento de la calidad de las aguas fluviales en un nivel suficiente para el desarrollo de la industria pesquera y otros ecosistemas acuáticos; y
- 4) La recarga de los acuíferos agotados para diversos usos beneficiosos, como la reutilización potable indirecta (UNESCO, 2017, p. 82).

Tabla 6. Ejemplos del uso de aguas residuales tratadas.

Nombre del proyecto de reutilización	País	Tipo de reutilización de agua	Factores que impulsan la reutilización de agua	Objetivo de la reutilización de agua	Tecnología para el tratamiento de aguas residuales
Planta de recuperación de agua Quighe y BeiXiaoHe	China	Reverdecimiento de zonas ajardinadas	Ahorro de gastos en agua; recursos hídricos alternativos insuficientes	Riego de zonas ajardinadas; recarga de los acuíferos	Microfiltración; ósmosis inversa
Planta de tratamiento de aguas residuales de Marrakech	Marruecos				
Proyecto de recuperación de aguas residuales de Sulaibiya	Kuwait				
Proyecto de tres ríos de Jonan	Japón	Recuperación de humedales y embalses	Agotamiento de recursos hídricos naturales; recuperación de canales de agua, lagos y ríos	Recuperación de canales de agua y ríos	Lodos residuales activados; filtración por arena; tratamiento avanzado con proceso de eliminación de nutrientes
Lago Texcoco	México				

Fuente: (UNESCO, 2017, p. 83).

Las leyes aplicables también operan en diferentes niveles. Las obligaciones internacionales pueden ser pertinentes cuando las aguas residuales (por ejemplo, efluentes o escorrentías agrícolas) fluyen hacia ríos y lagos internacionales o acuíferos. Hay dos tratados mundiales principales que abordan la gestión del agua dulce transfronteriza:

1. La Convención sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos de la Navegación (ONU, 1997, entró en vigor en 2014) exige que los Estados adopten todas las medidas apropiadas para evitar causar «daño considerable» a otros Estados que comparten un curso de agua internacional (Art.7) y que los Estados cooperen para proteger los cursos de agua internacionales (Ar. 8). Muchas convenciones regionales también utilizan estos principios porque reflejan el derecho internacional consuetudinario.

2. El Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales (el Convenio del Agua) fue desarrollado como un instrumento regional por la Comisión Económica para Europa (CEPE, 1992). Entró en vigor en 1996 y ha estado abierto a los Estados Miembros de la ONU de todo el mundo desde 2013. La Convención del Agua aborda los impactos transfronterizos, los principios de sostenibilidad, de precaución y de quien contamina paga (Art. 2) e incluye las obligaciones de controlar las emisiones de contaminantes y de autorización previa del vertido de aguas residuales. (UNESCO, 2017, P. 34).

Estos convenios han enmarcado el desarrollo de tratados y acuerdos regionales y bilaterales. El derecho ambiental internacional es aplicable a la gestión de residuos sólidos, incluidos los desechos peligrosos, y la gestión de la contaminación del aire que pueden afectar la calidad del agua, a veces lejos del punto de vertido. (UNESCO, 2017, P. 34).

2.1.1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AMÉRICA LATINA

En América Latina con 80% de la población viviendo en zonas urbanas uno de los principales retos en el sector hídrico es el tratamiento de aguas residuales, ya que más del 70% de estas son devueltas a la naturaleza sin tratamiento, impactando potencialmente en la salud pública, en la degradación de los recursos naturales y del medio ambiente, y el sector productivo. Esta situación puede ser el origen de enfermedades e influye negativamente en la calidad de vida de las personas, así como a un aumento considerable del gasto de los Estados en materia de salud y medio ambiente. (Carrera, 2016, p.21).

Carrera, (2016) afirma: “En concreto, el costo asociado a cuidados médicos y pérdidas de productividad supera por mucho la inversión necesaria para depuración”(p.21). Según esta afirmación de Carrera los países invierten más en problemas de salud por no establecer mecanismos de tratamiento de aguas residuales.

Carrera, (2016) afirma “Adicionalmente, las fuentes de agua contaminadas requieren de procesos muy costosos de tratamiento para distintos usos como riego, industria e incluso consumo humano” (p.21). Según estudios que se han realizado sobre los tratamientos de aguas residuales la mayoría de los países no tratan las aguas por los costos que les generan a las municipalidades.

Las principales razones para una baja cobertura en depuración han sido:

- i) La necesidad de priorizar la expansión de servicios de agua y alcantarillado;
- ii) Los altos niveles de pobreza y desigualdad que han fomentado la atención de otras necesidades sociales urgentes;
- iii) Los altos costos de tratamiento y ausencia de economía de escala en los proveedores;

- iv) Sistemas tarifarios que no cubren costos de prestación de servicios y subsidios sin focalizar; y
- v) Excesos normativos y la aplicación laxa de los controles sobre la normativa vigente. (Carrera, 2016, p.21).

Carrera, (2016) afirma: La situación ha empezado a cambiar y ha aumentado la atención de los gobiernos nacionales y locales hacia esta problemática motivados por los altos niveles de cobertura de agua potable y alcantarillados en los últimos años. La situación financiera sólida de algunos prestadores, particularmente en las grandes ciudades y la mejora de las condiciones de la población latinoamericana. (p.21)

De hecho, en los últimos años se han visto notables avances y CAF – Banco de Desarrollo de América latina ha sido un actor importante para la región. Un caso emblemático es el apoyo continuo que ha brindado al programa de saneamiento de Panamá, que viene impulsando una prestación planificada y técnica de los servicios de saneamiento en el área metropolitana y la bahía. Este programa incluye diseño, construcción y operación de sistemas de alcantarillado y de tratamiento de aguas residuales que beneficia a más de un 1.5 millones de personas. (Carrera, 2016, p.21).

Carrera, (2016) afirma: Para incrementar a nivel regional del 30% a 64% la cobertura de tratamiento y alcanzar un 94% de cobertura en alcantarillado en 2030. CAF. Estima que la necesidad total de inversión total hasta ese año es de unos USD 33,000 millones para infraestructura, y USD 79,000 millones para alcantarillado (p.21).

De los 52.000.000 m³ /día de aguas residuales que se recolectan en América Latina, se estima que solamente 3.100.000 m³ /día (6%) reciben tratamiento adecuado antes de ser dispuestos

en cuerpos de agua o campos agrícolas. Además, hay una tendencia a usar para riego agua residual sin tratar (uso directo) o diluida con otra fuente de agua (uso indirecto). En toda América Latina hay un mínimo de 981.445 hectáreas regadas con agua residual cruda o diluida. (Egocheaga y Moscoso, 2004, citado en Julio Moscoso et al, 2008).

Cirelli, (2005) Afirma: América Latina tiene niveles relativamente altos de servicio, pero se caracteriza por grandes diferencias de un área a otra. Se ponen en evidencia grandes disparidades entre áreas urbanas y rurales. Un total de 68 millones de personas no tienen acceso a suministro de agua y 116 millones no poseen saneamiento, la gran mayoría de estas personas vive en América del Sur. (p.24).

Tabla 7. Cobertura de abastecimiento de agua y de saneamiento en América Latina

	(%) cobertura abastecimiento de agua			(%) cobertura saneamiento		
	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
Argentina	29	77	71	29	77	71
Bolivia	32	86	63	32	86	63
Brasil	25	88	76	25	88	76
Chile	41	99	91	41	99	91
Colombia	56	97	85	56	97	85
Costa Rica	92	100	96	92	100	96
Cuba	85	96	93	85	96	93
Ecuador	49	80	68	49	80	68
El Salvador	40	84	66	40	84	66
Guatemala	78	76	77	78	76	77
Honduras	62	-	76	62	-	76
México	-	-	85	-	-	85
Nicaragua	32	88	62	32	88	62
Panamá	-	-	93	-	-	93
Paraguay	-	-	60	-	-	60
Perú	33	84	67	33	84	67
Rep. Dominicana	-	80	65	-	80	65
Uruguay	-	95	-	-	95	-
Venezuela	75	80	79	75	80	79

Fuente: (Cirelli, 2005).

2.1.1.6 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MÉXICO

El tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una prioridad dentro de las agendas políticas en México. En el sexenio 2000-2006 se lograron avances importantes al

incrementar el porcentaje de agua residual tratada del 23% al 36.1%. En este mismo sentido, de acuerdo con los objetivos planteados en el PNH 2007-2012, el caudal de aguas residuales tratado se incrementó en 11.4%, llegando a un 47.5%, lo que representa un caudal tratado de 99.8 m³/s, con lo que se logró duplicar la cobertura del año 2000 al 2012. (Peña, 2013, p.21).

El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012 manifiesta el valor esencial que tiene el agua como elemento estratégico para atender las necesidades básicas de la población e impulsar el desarrollo de las actividades económicas del país, en un marco que antepone, el cuidado y preservación del medio ambiente para las futuras generaciones. (Peña, 2013, p. 9).

En este contexto, el PNH 2007-2012, contempló como un objetivo rector del Sector Hídrico el incremento al acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, considerando la complejidad de abastecer el ritmo creciente de la demanda de los servicios de agua y saneamiento de las regiones con mayor dinámica económica (Peña, 2013, p.19).

Peña, (2013) Afirma: El PNH 2007-2012 establece que el tratamiento de las aguas residuales es esencial para garantizar el ciclo del agua, por lo que se identificaron una serie de políticas prioritarias para alcanzar estas metas:

1. El suministro de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales debe ser una prioridad en las agendas municipal y estatal.
2. Los municipios e industrias deben cumplir con la normatividad establecida en México en lo que se refiere a las descargas que son vertidas a los cuerpos de agua nacionales.

3. Para cubrir los costos de operación, mantenimiento y renovación de las plantas de tratamiento, es fundamental que los responsables de prestar este servicio establezcan tarifas y sistemas de cobro adecuados.
4. Asegurar el reúso de las aguas producidas, lo que puede contribuir a cubrir parte de los costos operativos de los organismos operadores; Por ejemplo, al vender el agua a la industria.
5. Consolidar el reúso del agua residual tratada, así como su intercambio por agua de primer uso⁵ en aquellas actividades en que esta opción es factible.
6. Reactivar las plantas que están fuera de operación o que funcionen con bajas eficiencias, con el fin de aprovechar la capacidad instalada. (Peña, 2013, p.20).

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO

En esta sección se describe la situación de los países centroamericanos, la problemática general en cobertura de tratamiento de aguas residuales, el volumen estimado, y los avances actuales.

2.1.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CENTROAMÉRICA

El saneamiento en Centroamérica y República Dominicana refleja que el 92.07% (48.04 millones de personas) de la población tienen accesos a servicio de alcantarillado y evacuación sanitaria de excretas. Sin embargo, aproximadamente 4, 138,355 personas, equivalente al 7.93% carecen de un sistema básico de saneamiento. La población que tiene acceso a un sistema de alcantarillado representa el 32.42% (16, 916,232. personas), las cuales generalmente se localizan en las zonas urbanas. (FOCARD- APS, 2013, p. 9).

Volumen estimado de las aguas residuales producidas en la región por los sistemas de alcantarillado, contra la capacidad de la región de dar tratamiento a las aguas residuales; se concluye que aproximadamente el 68.7% (712.48 millones de M3/año) de las aguas residuales son descargadas a un cuerpo receptor sin ningún tratamiento. (FOCARD- APS, 2013, p. 9).

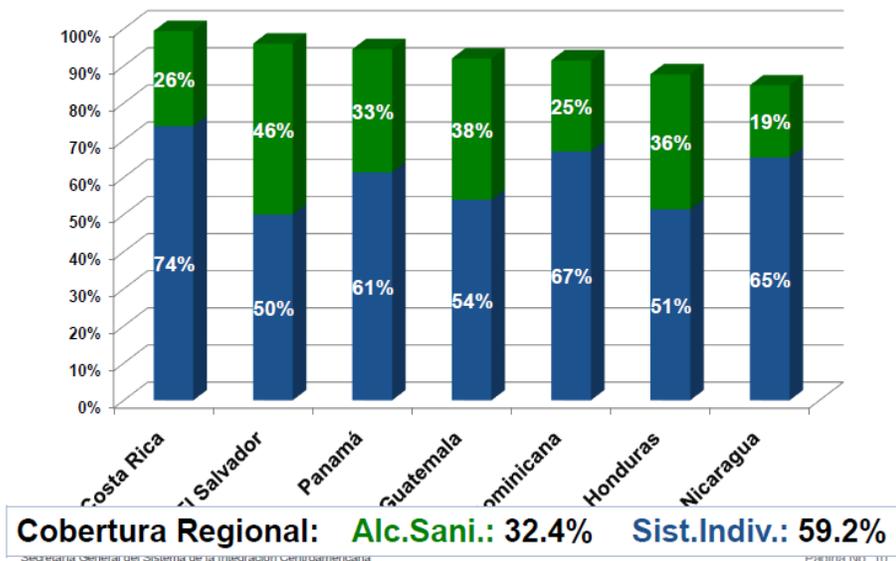


Figura 6. Cobertura en Saneamiento en la Región Centro Americana y la República Dominicana

Fuente: (FOCARD- APS, 2013) pág. 10

Al analizar el volumen estimado de las aguas residuales producidas en la región por los sistemas de alcantarillado, contra la capacidad de la región de dar tratamiento a las aguas residuales; se concluye que aproximadamente el 68.7% (712.48 millones de m3/año) de las aguas residuales son descargadas a un cuerpo receptor sin ningún tratamiento. En la tabla siguiente se muestran los volúmenes de aguas residuales producidas por país; en Panamá no fue posible obtener información institucional sobre los volúmenes de agua residuales producidas, sin embargo, por razones de evaluación regional se tomó información desarrollada por la División de Tierras y Aguas de la FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas), el cual estima un

caudal de retorno de aguas residuales domésticas de 157.6 millones m³/año. (FOCARD- APS, 2013, p. 9).

Tabla 8. Volumen de Aguas residuales producidas en la región Centroamericana.

País	Volumen de Aguas Residuales producidas en millones m³/año	% del total
Guatemala	238.00	23.0%
El Salvador	184.94	17.9%
Panamá	157.60	15.2%
Honduras	152.61	14.7%
República Dominicana	144.37	13.9%
Costa Rica	86.09	8.3%
Nicaragua	72.34	7.0%
TOTAL	1,035.95	100%

Fuente: (FOCARD- APS, 2013)

Los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento en general no son sostenibles por la carencia de planes de gestión financiera que contemple tarifas de acuerdo a costos, plan de fortalecimiento técnico y monitoreo desde la etapa de diseño, construcción operación y mantenimiento.

De acuerdo a estimaciones se requieren US\$ 7,700.00 millones de dólares americanos para alcanzar la universalidad de los servicios de recolección y tratamiento de las aguas residuales y grises en la región. (FOCARD- APS, 2013) pág. 11.

En el Marco legal a nivel regional aún no se cuenta con un instrumento legal de carácter vinculante que regule la gestión de aguas residuales y excretas; pues se han manejado de forma implícita en los temas de saneamiento y recurso hídrico.

Los países poseen marcos jurídicos compuestos por más de diez leyes, reglamentos, guías y otros instrumentos, para atender el sector, algunos obsoletos; Asimismo adolecen de una falta de políticas de saneamiento o específicas para el manejo de aguas residuales y excretas.

Se identificaron en los países, más de cinco instituciones relacionadas con la gestión de aguas residuales y excretas. Sin embargo, los roles son compartidos, no todos poseen rectoría definida en su legislación. En el caso de Nicaragua y Honduras; la rectoría está contemplada en sus leyes, aunque su funcionamiento se encuentra en proceso de implementación. También Costa Rica cuenta con entidad rectora definida legalmente, pero esta tiene también el rol de operador. (FOCARD- APS, 2013) pág. 12.

En los países de la región coexisten los modelos público y privado para la prestación de servicios de saneamiento, prevaleciendo el modelo público que concentra la gestión en una institución, excepto Guatemala, donde predomina la forma descentralizada a través de las municipalidades.

El inventario de plantas en la región muestra 807 plantas instaladas. El rango de tecnologías usadas es amplio, pero la mayor parte se concentra en lodos activados y lagunas de estabilización en sus diferentes complejidades de comportamiento biológico (anaerobias, facultativas o aireadas).

En Centroamérica y República Dominicana, los informes de avance del sector de agua potable y saneamiento han estado dirigidos a presentar principalmente el avance en cuanto a cobertura en infraestructura, sin considerar la calidad en la prestación de los servicios (FOCARD-APS, 2013) pág. 13.

En el 2011, el Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, realizó en El Salvador, Honduras y Panamá un análisis sobre indicadores institucionales: políticas, planes, presupuesto, gasto, equidad, etc. separados en 4 ámbitos: urbano y rural/agua y saneamiento, utilizando la metodología MAPAS (monitoreo del avance de país en agua y saneamiento), con lo cual se establece un marco comparativo de evaluación del desempeño de las vías de prestación de los servicios de agua y saneamiento. Es necesario construir indicadores propios para el manejo de las excretas y el tratamiento de las aguas residuales. : (FOCARD- APS, 2013) pág. 14

El 7.93% personas en Centroamérica y República Dominicana, no disponen de acceso a un sistema disposición segura de excretas.

En la Región, el 69% (712 millones m³) de las aguas residuales recolectadas con alcantarillado sanitario, son arrojadas sin ningún tratamiento.

Es necesaria una inversión de US\$ 7.700 millones para dar un buen manejo a las excretas y aguas residuales en la Región, sin incluir mejoras, operación y mantenimiento a lo existente.

La mayoría de los países de la Región, no cuenta con un Ente Rector oficial en el área de manejo de excretas y aguas residuales.

La Región carece de una red de información sectorial que incluya indicadores concertados y apropiados para medir los avances y/o retrocesos del saneamiento.

Se priorizan los proyectos de suministro de infraestructura básica, excluyendo el manejo adecuado de las aguas residuales.

La Región no cuenta con un mecanismo para la investigación e implementación de tecnologías según las condiciones de cada uno de los países.

No existen mecanismos de educación formal e informal, que se centren en el fortalecimiento de capacidades de las personas en materia de saneamiento. : (FOCARD- APS, 2013) pág. 18

2.1.2.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HONDURAS

El Proyecto de monitoreo de los sistemas municipales de las lagunas de estabilización en Honduras fue ejecutado durante los años 2003, 2004, y finalizado por la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID – Honduras). A la fecha la USAID ha financiado en las municipalidades unos 25 sistemas de lagunas de estabilización a lo largo del país (Oakley, 2011, p.8).

Oakley, (2011) Afirma: El Proyecto de monitoreo contempló la evaluación de 10 sistemas de lagunas localizadas a lo largo del país que mostraron diferentes condiciones ambientales y tomamos variables de población servida. Se incluyeron los sistemas de Catacamas Este, Catacamas Oeste, Danlí, El Progreso, Juticalpa, Morocelí, Pajuiles, Tela, Trinidad y Villanueva. Este Estudio fue el primero que se elaboró en la región de América Central. (p.8).

El Proyecto tenía como objetivo principal el de reportar el monitoreo realizado durante el período comprendido durante las épocas secas y lluviosas, enfocándose principalmente en la remoción de parámetros previamente seleccionados de un eficiente funcionamiento de cada sistema y su sostenibilidad a largo plazo (Oakley, 2011, p.8).

Oakley, (2011) Afirma: En cuanto a los objetivos específicos se encuentran los que se mencionan a continuación:

1) Recopilación y análisis de información facilitada por cada municipalidad, las entidades gubernamentales responsables, los operadores que operan y mantienen la instalación, y el público.

2) Exponer y analizar los resultados de los parámetros monitoreados, enfatizándose en la remoción que existe desde las aguas residuales crudas que entran al sistema hasta las aguas tratadas que salen.

3) Medir y analizar los caudales que entran en cada sistema.

4) Exponer las dificultades u obstáculos que podrían alterar el buen funcionamiento de cada sistema para luego proponer recomendaciones que superen dichos obstáculos para que el sistema sea sostenible (p.8).

Oakley, (2011) afirma: El alcance del Proyecto se basó en el conocimiento del período donde se encuentran ubicadas las lagunas de estabilización, evaluando las características ambientales de la zona y el tipo de obras presentes dentro de los sistemas, como estructuras para la medición de caudales, rejillas, desarenadores, tipo de entradas y salidas e interconexiones, etc. (p.8).

EL SISTEMA BIOTOP DE GILDAN

El sistema Biotop, ubicado en nuestras plantas de Honduras y la República Dominicana, es nuestro eficiente sistema biológico de tratamiento de aguas residuales. El sistema Biotop ha estado en uso en cada una de estas plantas desde su apertura. (GILDAN, 2016).

GILDAN, (2016) Afirma: El objetivo del sistema es tratar las aguas residuales mediante una serie de lagunas interconectadas. Estas lagunas estabilizan el pH de las aguas residuales de forma natural. El proceso de tratamiento de aguas residuales de Gildan, Biotop, ha dado excelentes resultados y, a la vez, mantiene un ecosistema extremadamente rico junto a nuestras plantas de producción. Algunas de las ventajas más importantes del sistema Biotop de Gildan con respecto a los sistemas de tratamiento químico tradicionales incluyen:

- 1) Las bacterias utilizadas eliminan casi por completo las tintas y los químicos;
- 2) No se introducen químicos adicionales en el sistema para tratar las aguas residuales;
- 3) Virtualmente, no se requiere energía en aumento para procesar efluentes;
- 4) No daña la vida acuática del río receptor y su ecosistema; de hecho, se han observado varias especies de aves y peces en el área de lagunas;
- 5) No se necesitan combustibles fósiles para alimentar el sistema;
- 6) Los 40 días de retención en el sistema Biotop permiten una protección adicional en caso de cambios repentinos en la producción o derrames accidentales de líquidos peligrosos durante el proceso de producción;
- 7) El agua tratada que ingresa al ecosistema local está libre de todos los contaminantes y se controla continuamente para el cumplimiento con los requisitos locales;
- 8) El agua tratada es liberada a un canal de drenaje que fluye al río más cercano.

El agua residual que pasa a tratamiento en el sistema Biotop se controla según los siguientes indicadores: demanda biológica de oxígeno (BOD5); demanda química de oxígeno (COD); pH; total de sólidos disueltos (TDS); total de sólidos en suspensión (TSS); oxígeno; aceite y grasa; temperatura; bacterias coliformes; color; nitrógeno Kjeldahl; nitrógeno amoníaco; fósforo; detergentes; fenoles; sulfuro; y metales pesados. Gildan no vierte agua en ningún río o humedal protegido.

Se establece un control estricto en todos los efluentes que se descargan de nuestras plantas de tratamiento. Cada centro de tratamiento debe cumplir con las normas locales de eliminación de descargas.

Tabla 9. Volumen de aguas residuales (m3) planta BIOTOP, Gildan.

Año	Municipales (pretratadas[±])	Otros destinatarios (tratadas[±])
2016	754,759	15,779,518
2015	638,118	17,681,202

Fuente: (GILDAN, 2016).

TEGUCIGALPA

Honduras: más de 600,000 Capitalinos sin servicio de aguas negras; En el Distrito Central solo una planta de tratamiento de aguas residuales con una cobertura al 17% de la población; En la

ciudad, el 53% de los habitantes carecen de servicio público. Unas 100 colonias de la capital aun no poseen el servicio de aguas negras, en estos asentamientos se utilizan letrinas e inodoros con pozos sépticos. (EL HERALDO, 2017).

SAN PEDRO SULA

San Pedro Sula supera ya el millón de habitantes, carece de plantas de tratamiento y las aguas servidas caen a los distintos ríos que pasan o rodean la ciudad. Entre ellos, el Chamelecón, el Sauce, Chotepe, San Roque y las lagunas de Jucutuma y el Carmen. La peor parte se la lleva el río Chamelecón, ya que el 68% de su contaminación es generada por los sampedranos y esto deriva en la necesidad de generar una discusión sobre la urgencia de construir las plantas de tratamiento y sus colectores. (LAPRENSA, 2016).

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO DE CHOLOMA

El municipio de Choloma ha crecido vertiginosamente a partir de los años 90 después que el Gobierno de Honduras convirtió a este municipio en una zona industrial, con una población de más de 350, 000 habitantes, convirtiéndose en la tercera ciudad más importante de Honduras.

Aguas de Choloma (ACH) ha asumido el reto de brindar las mejores condiciones de agua y saneamiento en la ciudad. Fijando una meta de abastecer al 85% de la población (LAPRENSA, 2012).



Figura 7. Mapa del Municipio de Choloma.

Fuente: (Google Maps, 2017)

Según el jefe del departamento de alcantarillado sanitario de Aguas de Choloma Lic. Grebil Alemán Delgado, En el municipio de Choloma se utiliza un sistema biológico formado por dos lagunas facultativas y dos lagunas de maduración en el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos (que convienen en forma simbiótica) y eliminan en forma natural, patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica causantes de enfermedades. Es un método fácil y eficiente para tratar aguas residuales provenientes del alcantarillado sanitario.



Figura 8. Lagunas de oxidación Choloma, Cortés.

Fuente: (Aguas de Choloma, 2017)

2.1.3.1 ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA



Figura 9. Modulo Administrativo de la E.A.V.S.

Fuente: Propia.

La Escuela de Agricultura del Valle de Sula fue creada bajo el decreto legislativo # 174-94 del 15 de diciembre de 1994. En el año de 1995 se hicieron las primeras gestiones para buscar el lugar de ubicación física del instituto saliendo seleccionada la escuela primaria Centro América de la comunidad de la Bueso.

Ese mismo año se empezó a reclutar el personal iniciando con una matrícula de 65 alumnos durante este período se estuvieron haciendo gestiones para la compra del terreno propio de la institución, se le hizo la petición directa al soberano Congreso Nacional precedió por el profesor: Rafael Pineda Ponce quien respondió positivamente aprobando la cantidad de dos millones de lempiras para la compra a la Sra.: María del Carmen Arita de Sabillon, de 38.5 manzanas de terreno.

En el año 2000 la escuela se traslada a su propio terreno en la comunidad de Monterrey, municipio de Choloma, Poco tiempo después el Congreso Nacional aprobó partidas de Lps. 200,000, 70,000 y finalmente 1,000,000 lempiras. Con esta aportación se construyeron dos (2) módulos de cuatro aulas cada uno, módulos administrativos con una estructura para la segunda planta y a la vez el desarrollo de áreas agrícolas pecuarias con lo que trabaja actualmente la institución en el orden productivo y didáctico.

En un inicio los servicios educativos se basaban en la promoción de Perito Agrícola, carrera terminal de cuatro años en el cual el alumno se preparaba en el área técnica agrícola pecuaria y a la vez alcanzaba su formación en el ciclo común.

SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la institución presenta un crecimiento significativo en cuanto al desarrollo físico, se tiene espacios áulicos en condiciones pedagógicas aceptables, debidamente iluminadas;

mobiliario en condiciones apropiadas para los alumnos, también se tiene: dos laboratorio de computación: el cual cuenta con 20 computadoras cada uno en buen estado, donde se imparten las clases de informática a los alumnos de diversificado, un centro de recursos de aprendizaje (C R A) donde alumnos y maestros reciben capacitaciones de diversos temas educativos, también cuenta con una sala de profesores para que los docentes preparen actividades relacionadas a la labor docente, el equipo para talleres de hogar y metales es de suma importancia ya que se le enseña a los alumnos oficios para desempeñarse en el campo laboral, dicho talleres necesitan mejorar sus instalaciones y dotarse de más herramientas para el desarrollo de los módulos.

La E.A.V.S. presenta algunos problemas por falta de presupuesto, ya que la institución se sostiene con ayudas de O.N.G., municipalidad, y colaboración de padres de familia, entre los problemas podemos mencionar el ineficiente sistema de tratamiento de las aguas residuales, falta de servicios sanitarios, suministro adecuado de agua potable, construcción de tanques de almacenamiento de agua, construcción de cancha de juegos multiusos, acondicionamiento de aulas de clases, etc.

La E.A.V.S cuenta con proyectos de carácter permanente como:

1. Proyecto de ganado
2. Proyecto de pollo
3. Proyecto de peces
4. Proyecto de ovejos
5. Proyecto de conejos

6. Proyectos de agricultura, palma, plátano, papaya, maíz, ayote, yuca, chile ayote, malanga, y viveros.

La institución ofrece las siguientes modalidades:

Tercer Ciclo básico técnico en tres orientaciones

1. Agrícola pecuario:
2. Educación para el hogar
3. Computación

En el área de diversificado con las siguientes carreras:

1. Bachillerato Técnico Profesional en Producción y Desarrollo Agropecuario
2. Bachillerato Técnico Profesional en Agroindustria
3. Bachillerato Técnico Profesional en Informática

También se cuenta con la Modalidad Alternativa para Jóvenes y Adultos a Distancia (MAJAD). Esta modalidad ofrece el Tercer Ciclo de Educación Básica y el Bachillerato Técnico Profesional en Administración de Empresas.

2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

2.2.1 TEORÍA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Actualmente no hay una teoría coherente única para el tratamiento de aguas residuales ya que es bien reciente la preocupación por tratar este recurso que por siglos ha sido desperdiciado, lo que se encuentra son investigaciones, tesis, diagnósticos, informes, evaluaciones que se han realizado sobre este tema, las que sugieren que el tema sobre el tratamiento de aguas debe ser considerado de mucha importancia para cada uno de los países.

UNESCO, (2017) Afirma: Una serie de presiones sobre los recursos hídricos están impulsando la necesidad de un mejor uso de las aguas residuales. El crecimiento de la población, la urbanización, los cambios en los patrones de consumo, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el crecimiento económico y la industrialización tienen impacto en los recursos hídricos y las corrientes de aguas residuales, con repercusiones en la contaminación atmosférica, terrestre y del agua. Un método mejorado para la gestión de aguas residuales ayudará a aliviar el impacto de algunas de estas presiones. Desde una perspectiva de recurso, la gestión sostenible de las aguas residuales requiere: i) Políticas propicias que reduzcan la carga de contaminación por adelantado; ii) Tecnologías personalizadas que permitan un tratamiento apto para el fin específico para optimizar la utilización de los recursos; y iii) Tener en cuenta los beneficios de la recuperación de recursos. (p.22).

2.2.1.1 TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Debido a la gran variabilidad del agua residual en términos físicos, químicos y biológicos a causa de factores como la población, el origen y uso del agua, el caudal y otros, el agua puede necesitar diferentes niveles de tratamiento. Los sistemas de tratamiento de agua se pueden clasificar como preliminares, primarios, secundarios y terciarios. También se puede incluir los métodos o procesos para la desinfección del agua y tratamiento de lodos. De acuerdo a (Valdez, 2003) los métodos usados para el tratamiento de aguas residuales se denominan operaciones unitarias o procesos unitarios. Las operaciones unitarias incluyen remoción de contaminantes por fuerzas físicas, mientras que los procesos unitarios consisten en reacciones biológicas y/o químicas. De esta manera podemos decir que un sistema de tratamiento está compuesto por una serie de operaciones y procesos unitarios, cuyo propósito es reducir hasta valores aceptables los constituyentes de agua residual.

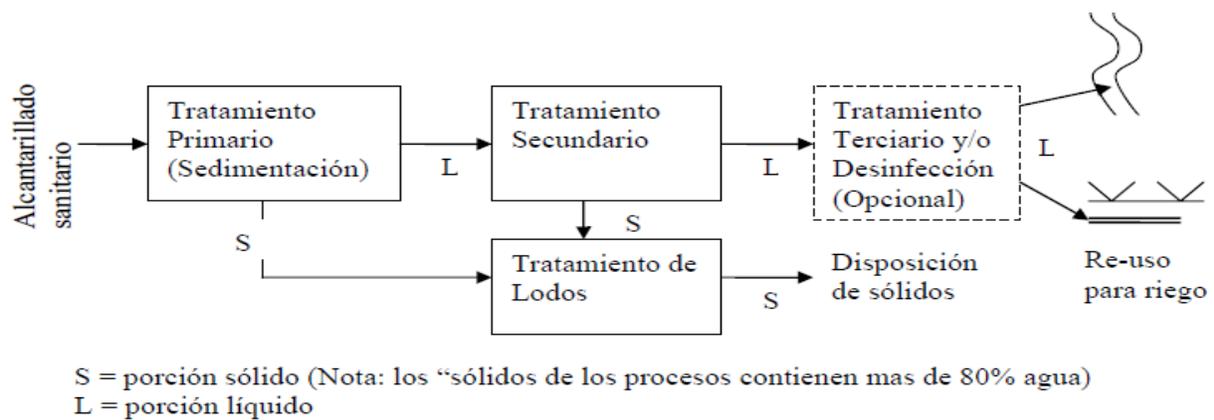


Figura 10. Componentes básicos de tratamientos de Aguas Residuales.

Fuente: (RODRIGUEZ & FONSECA, 2012)

Tabla 10. Clasificaciones de tratamientos de Aguas Residuales

<i>Clasificación</i>	<i>Descripción</i>
Tratamiento Preliminar o Pre-Tratamiento	Es el conjunto de unidades que tienen como finalidad de eliminar materiales gruesos, que podrían perjudicar el sistema de conducción de la planta. Las principales unidades son las rejas y el desarenador.
Tratamiento Primario	La finalidad de este es remover sólidos suspendidos removibles por medio de sedimentación, filtración, flotación y precipitación.
Tratamiento Secundario	La finalidad de este es remover material orgánico en suspensión. Se utiliza procesos biológicos, aprovechando la acción de micro-organismos, que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aeróbicos (en presencia de oxígeno) y los anaeróbicos (en ausencia de oxígeno).
Tratamiento Terciario	Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química-biológica alto para cuerpos de agua receptores sensibles o ciertos tipos de re-uso. Normalmente se trata de remover nutrientes (nitrógeno y fósforo) del agua, porque estos estimulan el crecimiento de las plantas acuáticas.
Desinfección	Es el tratamiento adicional para remover patógenos.
Tratamiento de lodos	Es el tratamiento de la porción “sólida” (actualmente, más de 80% agua) removido del agua contaminada. La finalidad del proceso es de secarlo y tratarlo con una combinación de tiempo y temperatura para matar los patógenos.

Fuente: (RODRIGUEZ & FONSECA, 2012).

TANQUE SÉPTICO

Este sistema individual para el tratamiento de aguas residuales producidas por familias que habitan en zonas residenciales poco pobladas, en ciudades donde no existe acceso a otros sistemas colectivos de tratamiento, es también utilizado para el tratamiento de efluentes provenientes de instituciones como escuelas y hospitales de pequeñas comunidades. Es un sistema de tratamiento apropiado para lugares donde se cuenta con abastecimiento domiciliar de agua (cañería); donde el agua llega en forma permanente y suficiente. Este sistema puede recibir tanto el agua con los excrementos humanos como aquella proveniente de cocinas y baños (aguas residuales, más aguas servidas).

Es un sistema que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber. Por lo tanto, su buen funcionamiento depende de que el tanque sedimentador cumpla apropiadamente con la retención de los sólidos más pesados y de las grasas, así como de que los terrenos donde se colocan estos sistemas de tratamiento tengan la capacidad de permitir que se infiltre el agua. (Escalante, 2005) p.26.

El uso de este sistema de tratamiento se define después de realizar pruebas de infiltración y conocer la capacidad de absorción del suelo. Y cuando en la comunidad o ciudades vecinas también se cuenta con los procedimientos y sistemas para la remoción, recolección y tratamiento de los lodos producidos. El sistema de tratamiento para aguas residuales, conocido como tanque séptico, consiste entonces, en tres etapas:

La primera es el tanque, el cual es un sedimentador de las partes gruesas que van al fondo y donde las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. En el tanque, al darse la

acumulación de partículas, se define una primera etapa de tratamiento, y al darse una primera descomposición de la materia, por las condiciones anaerobias y la biodigestión lograda, se entra en lo conocido como un avance de una siguiente etapa biológica de tratamiento.

El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, debiéndose entonces guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad que se construya; así como una profundidad mínima de 1,0 m. En estos tanques se definen varias capas. La zona de almacenamiento, en el fondo, sitio para la acumulación de los sólidos o lodos; en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos con materia orgánica disuelta, sobre estos se encuentran las grasas o natas y por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia.

El material sedimentado (los sólidos) forma una capa de lodos o fango en el fondo del depósito, que degrada biológicamente por el tiempo de permanencia y la acción de los microorganismos. Es un producto que debe extraerse periódicamente. Las figuras de entrada y salida son muy importantes. Deben colocarse T's con prolongaciones y el largo suficiente como para que sus puntos más bajos se ubiquen en la parte baja, en la capa de "solo" los líquidos, pero sobre la zona de almacenamiento de lodos. Los gases del tanque se evacuarán por la parte superior de esas T's de entrada y salida, y viajarán hacia las tuberías de ventilación que debieron colocarse en las tuberías de evacuación, en las edificaciones, o por las tuberías que van a los drenajes hacia los estratos sobre el campo de filtración.

La segunda etapa es la que se cumple con el drenaje. En esta etapa se dan dos situaciones: una de ellas es la continuación del tratamiento secundario, por medio de la biodegradación de la materia orgánica disuelta en el efluente del tanque. Este proceso es realizado por las bacterias adheridas a las piedras; la otra situación, es la que representa la capacidad de absorción del terreno existente.

Con el propósito de permitir la evapotranspiración que se obtendrá de la actividad biológica que se debe desarrollar y la interacción de esta etapa con los rayos solares que podrían incidir en esa zona.

La tercera etapa se refiere a la remoción, tratamiento y disposición de los lodos. De cualquier sistema de tratamiento que se aplique a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos orgánicos, siempre se obtendrá como materia básica sedimentada o mineralizada lo que comúnmente se llaman lodos. Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamiento integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida. Por su concentración de materia y de bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas que los traían. En un tanque séptico los lodos se ubican en dos secciones principales: algunos son pesados y se depositan en el fondo de los tanques, otros, de origen grasoso, son livianos y flotan como “natas” sobre las zonas o capas antes mencionadas. (Escalante, 2005)p28.

El procedimiento de cálculo con el que se apoya la determinación de las dimensiones de los tanques sépticos toma en cuenta las indicaciones, producto de las investigaciones realizadas por los señores Dr. D.D. Mara profesor de la Universidad de Leeds, Inglaterra y el Dr. G.S. Sinnatamby,

coordinador técnico del programa HÁBITAT, Naciones Unidas. Producto de sus trabajos, ellos definieron lo que llamaron procedimiento racional para el diseño de tanques sépticos para climas cálidos y tropicales. (Su trabajo aparece publicado en *The Public Health Engineer*, N.º 14, 4 de octubre de 1986, citado en Escalante, 2005, p. 31)). Con sus investigaciones ellos demuestran que los procesos anaerobios que se llevan a cabo en un tanque séptico en regiones con climas cálidos y de condiciones de temperatura muy “parejas” a lo largo de todo el año, permiten eficiencias de remoción, en promedio equivalentes al 70% de la DBO y al 80% de los SS. De esta manera, se presenta lo siguiente:

a) Volumen para sedimentación: $s = 10^{-3} (P) (q) t_h$, donde: “P” es la población o cantidad total de personas por atender; “q” el caudal de aguas por tratar; y “ t_h ” es el tiempo de retención hidráulica a considerar para este proceso.

b) Volumen para biodigestión: $v_d = (0,5)10^{-3} (P t_d)$ donde: “P” es la población por atender; “ t_d ” es el tiempo de retención requerido para la biodigestión de la materia orgánica, por calcular con la siguiente expresión: $(t_d = 28 (1,035)^{35 - T})$, en función de la temperatura en grados Celsius estimada del agua por tratar.

c) Volumen para el almacenamiento de lodos digeridos: $a = 10^{-3} r P(n - (t_d / 365))$ donde: “r” es un factor que caracteriza las aguas y en consecuencia los lodos que se producirán [esto es: cuando se llevan al tanque séptico solo las aguas de inodoros: $r = 30 \text{ lt}/(\text{pers-año})$; o cuando se envían todos los desechos líquidos de una vivienda, $r = 40 \text{ lt}/(\text{pers-año})$]; “P” es la población por atender; “n” es el período entre limpiezas o remoción de lodos que se desea definir en años; “ t_d ” es el tiempo de

retención requerido para la biodigestión de la materia orgánica, por calcular con la misma fórmula anterior y en función de la temperatura en grados Celsius estimada del agua por tratar.

d) Volumen total de líquido en este tanque: $t_l = s + d + a$ (m³) Operación y mantenimiento de un tanque séptico:

a) Debe realizarse mantenimiento preventivo mediante la inspección periódica de los tanques. Esta actividad debe ejecutarse por lo menos una vez al año.

b) Verificación del nivel de los lodos en el fondo: esto se hará a través de los registros (T's) a la entrada y salida del tanque. Por ahí, para evitar la contaminación con las grasas, es posible medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque: introduciendo por las T instaladas, una vara con un pedazo de tela o mechas amarradas en toda la parte por sumergir. De esta manera, por impregnación es posible registrar y medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque.

c) Verificación del espesor de la capa de natas flotando: en forma semejante, con la ayuda de un instrumento como una pieza de madera con un final en "L" y por medio de los registros o entradas superiores, se puede inspeccionar el espesor de la capa de natas. Se mide la profundidad a la que se encuentra la boca inferior de la T de salida y la profundidad de la parte inferior de las natas.

d) Ambas verificaciones de niveles se comparan con la posición de la boca de salida de aguas en el "niple" inferior de la T de salida. La cercanía de las natas o espacio libre entre el fondo de ellas y la salida de aguas, no debe ser menor a 5 cm, y la cercanía, con esa salida, de la parte superior del acumulado de los lodos no debe ser menor a 20 cm. e) Debe hacerse la limpieza de los

tanques al final del período de diseño (“n = número de años previsto para el almacenamiento”) o como consecuencia a una inspección previa que indique la necesidad de llevar a cabo tal función anticipadamente. Esto es cuando las natas o los lodos están muy cerca de la boca de la T de salida y se esté corriendo el riesgo de que lodos o natas se vayan hacia los drenajes.

f) Deben realizarse las limpiezas, preferiblemente en el período seco o no lluvioso de la región donde uno se encuentre. Esta condición de clima es conveniente porque al ubicar los lodos en otras unidades de tratamiento para su homogeneización de calidad o estabilización, una de ellas se utiliza con el propósito de eliminar el agua que contienen y la época seca es más favorable.

g) Al extraerse los lodos de un tanque, se sacan lodos “viejos” de los primeros días de funcionamiento, los cuales ya se estabilizaron, y lodos “frescos” de reciente deposición, siendo esta la razón básica (degradación no uniforme del material extraído) para que se realicen otros pasos de tratamiento

h) Deben extraerse los lodos o sólidos depositados en el fondo del tanque y las natas que flotan. Para las labores de limpieza se utilizará la apertura mayor ubicada en la tapa superior de los tanques. El primer paso por realizar es mezclar el contenido del tanque para revolver su contenido y poder luego extraer material “viejo” y material “fresco” simultáneamente.

i) Al hacer este trabajo, en el caso de no contar con equipo de bombeo apropiado, se podrán extraer los lodos y líquidos con baldes que se van depositando en recipientes mayores, con tapa (pueden ser estañones u otros similares).

j) De un tanque, se debe extraer solamente el 80% de su contenido, dejando dentro de él un volumen equivalente al 20% del total, este material se deja como “semilla” de bacterias activas, para que el funcionamiento del sistema de tratamiento continúe, con material biológico apropiadamente adaptado.

k) Los lodos y líquidos extraídos requieren de tratamiento. El proceso básico recomendado es la descarga de ese material en un sistema de tratamiento de desechos líquidos de una planta municipal, que, de no existir, el proceso requerido debe ser sustituido por otras etapas alternas de tratamiento como lo es un paso más de biodegradación y la eliminación de agua. (Escalante, 2005) p.33.

La siguiente tabla muestra las diferentes alternativas de tratamientos de aguas residuales según la población a la que se estará atendiendo según Ramón Collado

Tabla 11 Campo poblacional de aplicación de las diferentes alternativas de depuración

ALTERNATIVA	POBLACION EQUIVALENTE							
	100	200	500	1000	2000	5000	10000	>10000
FOSA SEPTICA	+++	++	+					
TANQUE IMHOFF	+++	+++	++	+				
ZANJA FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
LECHO FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
FILTRO DE ARENA	+++	+++	+++	++	+			
LECHO DE TURBA	++	+++	+++	+++	+++	++	+	
POZO FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
FILTRO VERDE	+	++	+++	+++	+++	++	++	+
LECHO DE JUNCOS	+	++	+++	+++	+++	++	+	+
FILTRACION RAPIDA	+	++	+++	+++	+++	++	+	+
ESC. SUPERFICIAL	++	+++	+++	+++	++	+	+	+
LAG. AIREADA			+	++	+++	+++	+++	+++
LAG. AEROBIA	+	+	++	+++	+++	+++	++	++
LAG. FACULTATIVA	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++
LAG. ANAEROBIA	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
LAG. ANAE.MODIFICADA				++	++	+++	+++	++
LECHO BACTERIANO	+	++	+++	+++	++	++	++	++
BIODISCO	+	+	++	+++	+++	+++		
AIREACION PROLONGADA	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
CANAL DE OXIDACION			++	+++	+++	+++	+++	+++
TRAT. FISICO QUIMICO	+	+	++	+++	+++	+++	++	

(+):poco, (++):medio, (+++):mucho

Fuente Collado, 1991, citado por Otto Flores

TANQUES IMHOFF

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades menores a 5000 habitantes, los tanques imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se le conoce como tanques de doble cámara. Los tanques imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, sin embargo, para su uso correcto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y de remoción de arenas. El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos: cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y área de ventilación y acumulación de natas. (Cardenas, 2012)p.16.

Durante la operación las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, sean desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación. Estas unidades no cuentan con unidades mecánicas que requieran mantenimiento y la operación consiste en la remoción diaria de espuma, en su evacuación por el orificio más cercano y en la inversión del flujo por lo menos dos veces al mes, con la finalidad de distribuir los sólidos de manera uniforme en los dos extremos del digestor y retirarlos periódicamente al lecho de secado. (Cardenas, 2012)p.16.

Ventajas:

- 1) Contribuye a la digestión del lodo, produciendo un líquido residual de mejores características.
- 2) No descargan lodo en el líquido efluente.
- 3) El lodo se seca y se evacua con más facilidad, esto se debe a que contiene de 90 a 95% de humedad.
- 4) Las aguas servidas que se introducen en los tanques imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenas.
- 5) El tiempo de retención de estas unidades es menor.
- 6) Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- 7) Para su construcción se necesita poco terreno.
- 8) Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos normados para evitar la contaminación de las fuentes hídricas.

Desventajas:

- 1) Son estructuras profundas (mayores a 6m).
- 2) Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando este vacío.

- 3) El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- 4) En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto.

El tanque Imhoff elimina del 40% al 50% de sólidos suspendidos y reduce el DBO en un 25 a 40%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque Imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados. Debido a esta baja remoción de DBO y coliformes, lo que se recomienda es enviar el efluente hacia un humedal artificial, con la finalidad de que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente.

El sedimentador se construirá de la misma forma que el digestor, la parte inferior tendrá forma de “V”, con una pendiente o ángulo de 50° a 60° , una abertura que puede variar de 0.15m a 0.20m y uno de los lados prolongados con una longitud de 0.15 m. a 0.20 m. La parte exterior de la pared del sedimentador deberá distar mínimo 1.00 m de la parte interior de la pared de la cámara de almacenamiento. a). Caudal de diseño (m^3 /hora) Q_p : = Dotación en litro/hab/día b). Área del sedimentador. A_s (m^2) Donde: C_s : carga superficial, igual a $1m^3 / (m^2 *hora)$ c). Volumen del sedimentador. V_s (m^3) R = Periodo de retención hidráulica, entre 1.5 a 2.5 horas (recomendable 2 horas). El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lodos respecto a la horizontal tendrá de 50° a 60° . - En la arista central se debe dejar una abertura para paso de sólidos removidos hacia el digestor, esta abertura será de .15 a .20m. - Uno de los lados deberá prolongarse de 15 a 20 cm, de modo que impida el paso de gases y sólidos desprendidos del digestor hacia el sedimentador, situación que reducirá la capacidad de remoción de sólidos en suspensión de esta unidad de tratamiento. (Cardenas, 2012)p.17.

HUMEDAL

Un humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración es un humedal construido que elimina una cantidad significativa de contaminantes de las aguas grises antes de que desemboca al agua subterránea, el río, o humedal natural. La adición de patógenos, de las bacterias, y de toxinas no-biodegradables al agua de superficie pueden ser evitados con este tratamiento biológico, y así promover un ecosistema más sano y condiciones más sanitarias. El sistema puede ser construido para una sola casa o un grupo de casas, típicamente con un costo bajo. (Dayna Yocum, 2013)p.1.



Figura 11. Sistema subterráneo típico de humedales construidos

Fuente: (Dayna Yocum, 2013) p.1.

La figura 11 es un esquema horizontal de un sistema subterráneo típico de humedales construido para el tratamiento de aguas grises. El agua fluye de la casa u otro sistema que produce aguas grises en el nivel de grava del humedal construido. Las aguas grises pasan por el humedal lentamente; agua limpia por el humedal sale del sistema en el mismo nivel como entró. Una

manguera o tubo baja el agua al suelo Los flujos de agua al agua superficial caen por gravedad, preferiblemente a través de una senda con vegetación.

El agua que es descargada en un humedal construido para el tratamiento biológico de las aguas grises será filtrada por ambos procesos mecánicos y biológicos por las plantas en el sistema y los microbios que viven alrededor de las raíces de la planta. En los humedales subterráneos de flujo, las aguas grises fluyen por el sistema bajo la superficie de tierra, lo cual elimina el riesgo de estancamiento y crecimiento de mosquitos. El sistema consiste en una capa delgada (5 cm) de arena cubierta por una capa gruesa (45-75cm) de grava de tamaño pequeño-medio, y con una capa delgada (5 cm) tierra. Las plantas que sobreviven bien en los humedales naturales y construidos (las aneas, las cañas, etc.) son plantados en la capa superficial del suelo y las raíces crecen en el sustrato de grava. La figura 11 muestra una sección transversal de una celda de humedal construido. (Dayna Yocum, 2013, pag.2)

Las aguas grises entran al humedal por la gravedad y son filtradas primero por procesos mecánicos. Las plantas del humedal transfieren oxígeno a la zona sumergida de la raíz, que permite la degradación biológica de contaminantes y materias orgánicas por microbios. La eficiencia de la eliminación varía, pero generalmente el humedal puede eliminar una buena porción de los contaminantes de las aguas grises. (Dayna Yocum, 2013, pag.2).

El tamaño de un humedal construido depende de la cantidad de efluente que va a entrar y de la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD) que se necesita reducir. En general, 1 metro cúbico de humedal puede procesar acerca de 135 litros de las aguas grises (Jenkins 2005, citado en Dayna Yocum, 2013, pag.3).

Los criterios para considerar antes de elegir un humedal construido como una facilidad de tratamiento de las aguas grises se mencionan a continuación:

1) El agua debe estar disponible durante todo el año para mantener las plantas y las bacterias vivas.

2) Los flujos grandes (causado por la lluvia torrencial) puede agobiar el sistema, y debe ser desaguado en el caso de una tormenta grande hasta que el agua esté debajo de la superficie de tierra.

3) Las aguas grises deben fluir naturalmente vía gravedad en el humedal o plantas domésticas.

4) El agua debe quedarse en el sistema por un promedio de 2-10 días (Jenkins 2005; Crites and Tchobanoglous 1998, citado en Dayna Yocum, 2013, pag. 6) para permitir el tratamiento por plantas.

5) Las aguas grises no deben estancarse (para evitar el crecimiento de mosquitos).

6) Las plantas de un humedal natural local pueden ser trasplantadas para el uso en el humedal construido (recomendados), o pueden ser comprado en un vivero local.

7) Una pared o capa impermeable debe rodear el humedal entero para prevenir que las aguas grises salgan antes de ser tratadas completamente. El desagüe apropiado permitirá que el agua salga del sistema después del tratamiento. Para determinar un tamaño más preciso para sistemas más grande, Crites and Tchobanoglous proponen completar una serie de cálculos para determinar el tamaño del humedal lo cual es descrito a continuación (Crites and Tchobanoglous 1998, citado en Dayna Yocum, 2013, pag. 6).

Un sistema de filtración biológico de las aguas grises puede servir las funciones siguientes:

1) Proporciona una manera sanitaria para desechar las aguas grises de casa

- 2) Previene los olores desagradables de las aguas grises estancadas
- 3) Previene la sobrecarga de alimento nutritivo de aguas superficiales
- 4) Previene la contaminación de agua subterránea y superficial

1) La localización/ubicación

Para decidir en una ubicación para el sistema del tratamiento de las aguas grises, es importante considerar lo siguiente:

1.1) Un sistema de filtración biológica de aguas grises debe ser ubicado para que reciba directamente el flujo efluente.

1.2) La exposición total al sol es ideal para un humedal construido (Dayna Yocum, 2013)p.6

2) Consideraciones para el tamaño

Para determinar el tamaño de un sistema biológico grande de filtración, se debe primero determinar la temperatura mínima del ambiente del sitio propuesto (°C), la cantidad de BOD producido actualmente, y el nivel de BOD deseado para el agua que sale del sistema. Se puede probar el cálculo con la profundidad variando de 55 a 85 centímetros para encontrar un tamaño apropiado. Por ejemplo, si hay una restricción en el área de terreno disponible para el humedal construido, una profundidad de 85 cm aminorará la huella del sistema. Estos cálculos están basados en la reducción de BOD, pero pueden estar adaptados para la reducción del nitrato por modificar los factores en el cálculo de la constante de [velocidad de reacción]. Típicamente, sin embargo, los

niveles de nitrógeno en las aguas grises son mucho menos que en las aguas negras, y debe concentrar más la reducción de BOD.

Calcular la constante de [velocidad de reacción], kT (día-1) para BOD en la temperatura apropiada que utiliza la ecuación siguiente. La constante de [velocidad de reacción] en 20°C (k_{20}) varía dependiendo del sistema. Un rango de valores ha sido utilizado en libros que indican el diseño de humedales construidos de flujos subterráneos. Un valor K más grande indica la descomposición más rápida de BOD. En el libro por Crites y Tchobanoglous 1998 citado en Dayna Yocum, 2013, pag.7) una fuente de información bien establecida, estima un (k_{20}) de 1.1 día-1, mientras Tchobanoglous y Burton (1991) estima un (k_{20}) de 1.35 día-1 para humedales construidos para el tratamiento de aguas negras. Un estudio en Suecia (Olsen et al 1967) demostró que la [velocidad de reacción] para humedales de las aguas grises fue 4.5 veces más alto que la [velocidad de reacción] para humedales para tratar las aguas grises debido a la disponibilidad más abundante de materia orgánica no procesada. Estos valores son basados en el desempeño del humedal, y no pueden ser obtenidos exactamente hasta que el sistema es construido y monitoreado. Se recomienda utilizar un valor conservador (bajo) por esta figura porque mucho del tratamiento depende de la actividad de los microorganismos en el humedal, que no puede ser determinado antes de la construcción. Más investigación es necesaria para mejor caracterizar la [velocidad de reacción] y parámetros de diseño ideales. (Dayna Yocum, 2013) p.7 (Ver ecuación 1).

$$Kr = K_{20}(1.06^{(T-20)}) \quad (1)$$

Calcule el tiempo de detención t (día), el tiempo que el agua debe quedarse en el sistema para alcanzar el nivel de BOD deseado, con la ecuación 2.

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{kr} \quad (2)$$

Dónde C_o es la concentración del DBO del agua que entra el sistema ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$) y C es la concentración de DBO deseada del agua ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$) que sale del sistema, o la meta. Las estimaciones típicas de los valores de DBO de son mostrados en. Una meta razonable es de 3-7 mg/L ; un humedal construido puede disminuir los niveles de DBO, pero no los puede eliminar.

3) Vegetación

Todas clases de plantas actúan sobre los contaminantes de la misma manera. Todas plantas pueden utilizar los nutrientes y DBO en las aguas negras y grises hasta cierto punto. Sin embargo, relativamente pocas plantas prosperan en las aguas negras o grises que tiene altas niveles de nutrientes y DBO, que son típicos de los humedales construidos (Mitch and Gosselink 2000). Hay unas pocas plantas que son utilizados normalmente para humedales de biofiltración de las aguas grises, muchos de los cuales pueden ser encontrados en humedales naturales.

Las plantas encontradas en humedales naturales cerca del área escogida para el humedal construido son muy beneficiosas ya que están adaptadas al clima local. Si estas plantas no pueden adquirirse localmente, cualquier planta de humedal que crezca bien puede estar utilizada. La figura 6 muestra las plantas comunes del humedal descrito abajo.

3.1) Las aneas (*Typha spp.*) son fuerte, fácil de propagar, y capaz de producir una biomasa anual grande. Típicamente quitan cantidades grandes del nitrato y del fosfato.

3.2) Juncos (*Schoenoplectus spp.*, *Scirpus spp.*) crecen en grupos y crecen bien en agua que tiene una profundidad de 5 cm a 3 m. Estas plantas agresivas logran una eliminación alta de contaminantes.

3.3) Céspedes de caña (*Phragmites australis*) son plantas altas con raíces profundas, que permiten más oxígeno a alcanzar la zona de raíz que las dos plantas descritos previamente.



Figura 12. Ejemplos de plantas de Humedal (Aneas, los Juncos, y Césped Común de Caña)

Fuente (Dayna Yocum, 2013)p.11.

4) El mantenimiento

Los humedales de tratamiento de aguas grises requieren mantenimiento limitado.

4.1) El ajuste de la profundidad de agua para alentar el crecimiento de raíz de planta: El nivel del agua siempre debe ser mantenido debajo de la capa de pajote. Esto será regulado naturalmente por el sistema de entrada-salida si es construido en la altura correcta. Durante el crecimiento inicial de la planta, el desagüe puede servir para bajar el nivel del agua para alentar la penetración más profunda de raíz de planta en el sustrato de grava. Finalmente, las raíces de planta deben extenderse al fondo de los medios.

4.2) Vegetación: Las aguas grises no son tóxicas a plantas, así que la vegetación prosperará en este ambiente rico en nutrientes. No es necesario para cosechar las plantas de humedal, sin

embargo, si las plantas están muy marchitas aún con agua suficiente, pueden sufrir de una sobrecarga de contaminantes y debe ser reemplazadas. Si muchas plantas marchitan, deben ser reemplazados con otras plantas.

4.3) Limpieza Periódica: La malla en la entrada y la salida debe ser limpiada para prevenir la obstrucción por sólidos suspendidos y grava.

4.4) Monitoreo de la calidad del agua: es recomendado que se monitoree periódicamente los niveles de nutrientes y BOD para estimar la reducción e identificar los problemas potenciales. Una institución local de laboratorio o investigación puede ayudar a organizar un programa de monitoreo. (Dayna Yocum, 2013)p.14.

LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días). Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización se realizarán en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido como autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable.

Los parámetros más utilizados para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de aguas residuales y la calidad de sus efluentes son la demanda bioquímica de

oxígeno (DBO) que caracteriza la carga orgánica; y el número más probable de coliformes fecales (NMP CF/100ml), que caracteriza la contaminación microbiológica. Además tienen importancia los sólidos totales sedimentables, en suspensión y disueltos. (Organización Panamericana para la Salud, 2005)p.23



Figura 13 Tipos de Lagunas de Estabilización

Fuente (Organización Panamericana para la Salud, 2005)p.23

Las lagunas que reciben agua residual cruda son lagunas primarias. Las lagunas que reciben el efluente de una primaria se llaman secundarias; y así sucesivamente las lagunas de estabilización se pueden llamar terciarias, cuaternarias, quinquenarias, etc.

A las lagunas de grado más allá del segundo también se les suele llamar lagunas de acabado, maduración o pulimento. Siempre se deben construir por lo menos dos lagunas primarias (en paralelo) con el objeto de que una se mantenga en operación mientras se hace la limpieza de los lodos de la otra. El proceso que se lleva a cabo en las lagunas facultativas es diferente del que ocurre en las lagunas anaerobias. Sin embargo, ambos son útiles y efectivos en la estabilización de la materia orgánica y en la reducción de los organismos patógenos originalmente presentes en las aguas residuales. La estabilización de la materia orgánica se llevará a cabo a través de la acción de organismos aerobios cuando hay oxígeno disuelto; éstos últimos aprovechan el oxígeno

originalmente presente en las moléculas de la materia orgánica que están degradando. Existen algunos organismos con capacidad de adaptación a ambos ambientes, los cuales reciben el nombre de facultativos. La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales se puede realizar en forma aeróbica o anaeróbica según haya o no la presencia de oxígeno disuelto en el agua. (Organización Panamericana para la Salud, 2005)p.23

PROCESO AEROBIO

El proceso aerobio se caracteriza porque la descomposición de la materia orgánica se llevará a cabo en una masa de agua que contiene oxígeno disuelto. En este proceso, en el que participan bacterias aerobias o facultativas, se originan compuestos inorgánicos que sirven de nutrientes a las algas, las cuales a su vez producen más oxígeno que facilita la actividad de las bacterias aerobias.

Existe pues una simbiosis entre bacteria y algas que facilita la estabilización aerobia de la materia orgánica. El desdoblamiento de la materia orgánica se lleva a cabo con intervención de enzimas producidas por las bacterias en sus procesos vitales. A través de estos procesos bioquímicos en presencia de oxígeno disuelto las bacterias logran el desdoblamiento aerobio de la materia orgánica. El oxígeno consumido es parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Las algas logran, a través de procesos inversos a los anteriores, en presencia de la luz solar, utilizar los compuestos inorgánicos para sintetizar materia orgánica que incorporan a su protoplasma. A través de este proceso, conocido como fotosíntesis, las algas generan gran cantidad de oxígeno disuelto.

Como resultado final, en el estrado aerobio de una laguna facultativa se lleva a cabo la estabilización de la materia orgánica putrescible (muerta) originalmente presente en las aguas

residuales, la cual se transforma en materia orgánica (viva) incorporada protoplasma de las algas. En las lagunas de estabilización el agua residual no se clarifica como en las plantas de tratamiento convencional pero se estabiliza, pues las algas son materia orgánica viva que no ejerce DBO. (Organización Panamericana para la Salud, 2005)p.24

PROCESO ANAEROBIO

Las reacciones anaerobias son más lentas y los productos pueden originar malos olores. Las condiciones anaerobias se establecen cuando el consumo de oxígeno disuelto es mayor que la incorporación del mismo a la masa de agua por la fotosíntesis de las algas y el oxígeno disuelto y que la laguna se torne de color gris oscuro. El desdoblamiento de la materia orgánica sucede en una forma más lenta y se generan malos olores por la producción de sulfuro de hidrógeno. En la etapa final del proceso anaerobio se presentan las cinéticas conocidas como acetogénica y metanogénica. (Organización Panamericana para la Salud, 2005)p.24

PROCESOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

Las capas de la laguna facultativa (aerobia y anaerobia) no son constantes, estas interactúan entre sí, dependen de la radiación solar. Durante el día la capa aerobia es la que predomina en la laguna y durante la noche la capa anaerobia. Las algas tienen un rol sumamente importante en el proceso biológico de las lagunas de estabilización, pues son los organismos responsables de la producción de oxígeno molecular, elemento vital para las bacterias que participan en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

La presencia de las algas en niveles adecuados, asegura el funcionamiento de la fase aerobia de las lagunas, cuando se pierde el equilibrio ecológico se corre con el riesgo de producir el

predominio de la fase anaerobia, que trae como consecuencia una reducción de la eficiencia del sistema. En las lagunas primarias facultativas predominan las algas flageladas, (Euglena, Pyrobotrys, Chlamydomonas), en lagunas secundarias se incrementa el número de géneros y la densidad de algas, predominan las algas verdes (Chlorella, Scenedesmus). En lagunas terciarias se presenta un mayor número de géneros de algas, entre las cuales predominan las algas verdes (Chlorella, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Microactiniums). En muchos casos, se ha observado la predominancia de algas verdes-azules (Rao, 1980, Uhlman 1971). La predominancia de géneros varía según la temperatura estacional. El zooplacton de las lagunas de estabilización está conformado por cuatro Grupos Mayores; ciliados, rotíferos, copédodos, y cladoceros. Ocasionalmente se presentan amebas de vida libre, ostracodos, ácaros, turbelarios, larvas y pupas de dípteros. La mayoría de individuos de estos grupos sólo están en las lagunas de estabilización durante algún estadio evolutivo, raramente tienen importancia cualitativa.

Los rotíferos predominan durante los meses de verano, dentro de este grupo, el género *Brachionus* se presenta con mayor frecuencia, siendo el más resistente aún en condiciones extremas. Cuando el número de rotíferos se incrementa a niveles superiores a los normales se observa un efecto negativo en la calidad del agua, ocasionando un aumento de los niveles de amonio, ortofosfato soluble, nitratos, y nitritos. Asimismo, la presencia de un gran número de estos organismos, que consumen algas, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a niveles de riesgo. Los géneros predominantes de cladóceros son *Moína* y *Daphnia* y en los ciliados son *Pleuronema* y *Vorticella*. . (Organización Panamericana para la Salud, 2005)p.26

FACTORES DETERMINANTES EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

1. Temperatura: A mayor temperatura, mayor será el crecimiento de microorganismos y viceversa.
2. Ph: A ph en un rango bajo, es decir ácido, va traer como consecuencia que los microorganismos no sobrevivan.
3. Coordinación microorganismos
4. Materia orgánica: Se tiene que cuidar el exceso de carga (DBO), porque originaría un mal funcionamiento de la laguna.
5. Inhibidores: Presencia de metales pesados, sulfatos, pesticidas, etc, ocasionan un decrecimiento de bacterias.
6. Nutrientes: Principales nutrientes son el nitrógeno y el fósforo. Cuidar que no estén en exceso porque puede producir la eutroficación.

DEFINICIONES

- a) Aerobio: Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
- b) Afluente: Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo, el agua que llega a una laguna de estabilización.
- c) Aguas servidas: Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen doméstico (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.
- d) Anaerobio: Condición en la cual no hay presencia de oxígeno.
- e) Bacterias: Grupo de organismos unicelulares con cromosoma bacteriano único, división binaria y que intervienen en los procesos de estabilización de la materia orgánica.

- f) Carga superficial: Cantidad de carga que se le puede aplicar a un área.
- g) Caudal: Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.
- h) Coliformes: Bacterias gram positivas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a 35±0.5°C (coliformes totales).
- i) Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.): Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.
- j) Eficiencia: Relación entre la capacidad real y la teórica total de la unidad o equipo. Usualmente se expresa en %.
- k) Efluente: Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo agua que sale de una laguna de estabilización.
- l) Infiltración: Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.
- m) Lodos: Sólidos que se encuentran en el fondo de la laguna de estabilización.
- n) Nata: Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en la laguna de estabilización, y compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.
- ñ) Periodo de retención: Tiempo teórico que tarda una partícula que entra a una unidad en salir de ella. Equivale al volumen de la unidad dividido por el caudal, y se expresa en unidades de tiempo.
- o) pH: Concentración de iones hidrógeno.

REACTORES ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE (UASB).

La abreviación U.A.S.B. se define como Upflow Anaerobic Sludge Blankett o Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente. Esta tecnología proveniente de Bélgica y Holanda, es aplicada especialmente al tratamiento de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica. El reactor anaerobio de flujo ascendente y manto de lodo describe un reactor de biopelícula fija sin medio de empaque o soporte, con una cámara de digestión que tiene flujo ascendente y a cierta altura se desarrolla un manto de lodos anaerobios que es altamente activa y en el cual se da la estabilización de la materia orgánica del afluente hasta CH_4 y CO_2 . (Caicedo, 2006). La operación de los reactores UASB se basa en la actividad autorregulada de diferentes grupos de bacterias que degradan la materia orgánica y se desarrollan en forma interactiva, formando un lodo biológicamente activo en el reactor. Dichos grupos bacterianos establecen entre sí relaciones simbióticas de alta eficiencia metabólica bajo la forma de gránulos cuya densidad les permite sedimentar en el digestor. La biomasa permanece en el reactor sin necesidad de soporte adicional. En la figura 3 se muestra un esquema general de uno de estos reactores, donde se distinguen 4 zonas: La zona 1 se llama lecho del lodo. La zona 2 se llama la manta de lodo. La zona 3 es la zona de bajo nivel de turbulencia. La pieza 4 del diagrama sirve como sedimentador. (Marjorie Márquez Vázquez et, 2011)

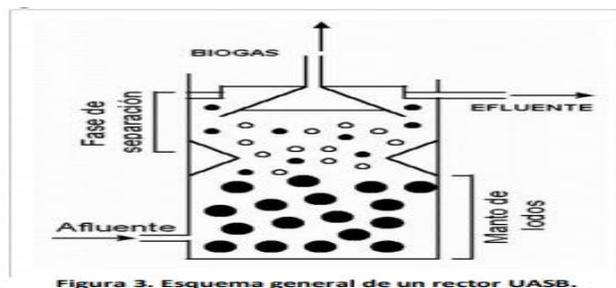


Figura 14. Esquema general de un reactor UASB

Fuente (Marjorie Márquez Vázquez et, 2011)

Debido a la formación de flóculos de lodos granulados, la concentración en la zona más difusa, en la parte superior del manto de lodos del RAFA es de 5 a 40 g / L. En la parte inferior del reactor, la concentración de sólidos puede variar de 50 a 100 g / L. Las partículas de lodo granulado tienen un rango de tamaño de 1.0 a 3.0 mm. La granulación es muy efectiva en aguas residuales con alto contenido de carbohidratos o azúcares, pero no tanto con las aguas residuales con gran contenido de proteínas, las cuales tienen como resultado flóculos más suaves difíciles de sedimentar. (Marjorie Márquez Vázquez et, 2011)p. 20

Ventajas de los UASB

Los reactores del tipo UASB presentan una serie de ventajas sobre los sistemas aerobios convencionales, la inversión principalmente es menor (costos de implantación y mantenimiento), producción pequeña de lodos excedentes, consumo pequeño de energía eléctrica y simplicidad del funcionamiento (Ramírez y Koetz, 1998). Son económicos energéticamente y ecológicamente. Los filtros anaerobios son relativamente pequeños, fáciles de construir y presentan buenas eficiencias de remoción de materia orgánica. (Castillo, et., al., 2006) También proporcionan una mejora en el grado de tratabilidad de las aguas residuales para las etapas subsecuentes, ya que en ellos hay mayor concentración de bacterias que en otros sistemas, lo cual permite operar con velocidades de carga orgánica más elevadas además de minimizar problemas de colmatación por sólidos y se reduce la posibilidad de cortos circuitos. La pantalla que hay en el RAFA crea una zona de bajo nivel de turbulencia donde aproximadamente el 99.9% del lodo en suspensión se sedimenta en el fondo del reactor. (Marjorie Márquez Vázquez et, 2011)p. 22

Desventajas.

Las limitaciones del proceso están relacionadas con las aguas residuales que tienen altos contenido de sólidos, o cuando su naturaleza impide el desarrollo de los lodos granulados. El arranque del proceso es lento, pues consiste en mantener las condiciones adecuadas para el crecimiento de la biomasa siendo los nutrientes necesarios lo más importante para su crecimiento. Las bacterias anaerobias (particularmente las metanogénicas) se inhiben por un gran número de compuestos. Su aplicación debe ser monitoreada y puede requerir un pulimiento posterior de su efluente, además se generan malos olores si no es eficazmente controlado. (Marjorie Márquez Vázquez et, 2011)p. 22.

Mantenimiento.

El operador debe revisar diariamente que las tuberías de entrada al RAFA no estén obstruidas por algún cuerpo extraño como botellas, plástico, madera o basuras. En caso de encontrar algún objeto debe proceder a retirarlo con una pala curva o con un rastrillo. El Operador lavará, la superficie del RAFA una vez a la semana como mínimo con la misma agua tratada a presión. El reactor anaerobio de flujo ascendente se purgará cuando se encuentre saturado, esto lo indicará la excesiva salida de lodos en el área de efluencia. La purga consistirá en la extracción de lodos del registro del RAFA mediante una bomba especializada para lodos o un equipo Vactor, esta purga se realizará aproximadamente tres años después de la fecha de arranque. El lodo generado podrá ser succionado (bombeado) dejando un residuo de unos 0.15 a 0.20 m, ya que esta capa contendrá suficientes bacterias para iniciar una nueva colonia digestora. (Escalante, et. al,2000, citado en Marjorie Márquez Vázquez et, 2011) p. 23

2.2.2 FACTORES QUE IMPULSAN EL ESTUDIO DE LAS AGUAS RESIDUALES

2.2.2.1 SALUD

Según estudios realizados en base al tratamiento de aguas residuales, encontramos que hay aspectos fundamentales a tomar en cuenta como lo especifica:

(Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002) afirma: “El modelo de sistema integrado de tratamiento y uso de aguas residuales domésticas incorpora aspectos sanitarios, ambientales, agrícolas, sociales, institucionales, legales y económicos que deberán ser abordados”.

La Organización de las Naciones Unidas habla sobre el tema al respecto: (UNESCO, 2017) afirma: “actuar con negligencia en relación con las aguas residuales puede tener impactos altamente perjudiciales para la sostenibilidad del abastecimiento de agua, la salud humana, la economía y el medio ambiente” (p.17).

ENFERMEDADES POR CONSUMO DE AGUA CONTAMINADA

La mayoría de las enfermedades transmitidas por el agua es causada por microorganismos encontrados en depósitos de agua dulce, generalmente después de la contaminación por las heces humanas o animales. La transmisión del agente infeccioso a través del agua puede ocurrir por contacto con la piel durante el baño, por ingestión o aspiración de los gérmenes presentes en el agua.

La forma más común de contaminación es a través de la ingestión, ya sea directamente bebiendo agua contaminada o por comer alimentos lavados en agua infectada. (Pinheiro, 2017).

En las regiones donde no hay saneamiento básico (falta de agua tratada o red de aguas residuales), las enfermedades infecciosas pueden ocurrir debido a la contaminación del agua de ríos, lagos, arroyos y, en algunos casos, inclusive del mar por desechos humanos y animales. El modo más común de contaminación del agua es a través de la descarga de aguas residuales sin tratamiento.

Solamente para tenerse una idea, cantidades mínimas de heces, como solamente un gramo, pueden contener aproximadamente 10 millones de virus, 1 millón de bacterias o inclusive 1000 parásitos. (Pinheiro, 2017).

Enfermedades infecciosas transmitidas por agua contaminada

1- Cólera

El cólera es una infección causada por la bacteria *Vibrio cholerae* y se caracteriza por un cuadro severo de diarrea acuosa, que rápidamente puede llevar a una deshidratación grave.

El cólera también se transmite por vía fecal-oral y puede ser adquirido a través de alimentos contaminados y agua. El *Vibrio cholerae*, después de ser ingerido, se instala en el intestino y pasa a producir una toxina que ataca a las células intestinales, provocando una diarrea severa.

2- Diarrea infecciosa

La diarrea es un síntoma de infecciones ocasionadas por muy diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos, la mayoría de los cuales se transmiten por agua con contaminación

fecal. La infección es más común cuando hay escasez de agua limpia para beber, cocinar y lavar. Las dos causas más frecuentes de diarrea moderada a grave en países de ingresos bajos son los rotavirus y *Escherichia coli*. Otros patógenos, como *Cryptosporidium* y *Shigella*, también pueden ser importantes. Asimismo, es necesario tener en cuenta etiologías específicas de cada lugar.

Se define como diarrea la deposición, tres o más veces al día (o con una frecuencia mayor que la normal para la persona) de heces sueltas o líquidas. La deposición frecuente de heces firmes (de consistencia sólida). Las intervenciones destinadas a prevenir las enfermedades diarreicas, en particular el acceso al agua potable, el acceso a buenos sistemas de saneamiento y el lavado de las manos con jabón permiten reducir el riesgo de enfermedad. Las enfermedades diarreicas deben tratarse con una solución salina de rehidratación oral (SRO), una mezcla de agua limpia, sal y azúcar. Además, el tratamiento durante 10 a 14 días con suplementos de zinc en comprimidos dispersables de 20 mg acorta la duración de la diarrea y mejora los resultados. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Hay tres tipos clínicos de enfermedades diarreicas:

- 2.1 La diarrea acuosa aguda, que dura varias horas o días, y comprende el cólera;
- 2.2 La diarrea con sangre aguda, también llamada diarrea disintérica o disentería; y
- 2.3 La diarrea persistente, que dura 14 días o más.

Alcance de las enfermedades diarreicas

Las enfermedades diarreicas son una causa principal de mortalidad y morbilidad en la niñez en el mundo, y por lo general son consecuencia de la exposición a alimentos o agua contaminados. En todo el mundo, 780 millones de personas carecen de acceso al agua potable, y 2500 millones a

sistemas de saneamiento apropiados. La diarrea causada por infecciones es frecuente en países en desarrollo. En países de ingresos bajos, los niños menores de tres años sufren, de promedio, tres episodios de diarrea al año. Cada episodio priva al niño de nutrientes necesarios para su crecimiento. En consecuencia, la diarrea es una importante causa de malnutrición, y los niños malnutridos son más propensos a enfermar por enfermedades diarreicas. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

3-Deshidratación

La amenaza más grave de las enfermedades diarreicas es la deshidratación. Durante un episodio de diarrea, se pierde agua y electrolitos (sodio, cloruro, potasio y bicarbonato) en las heces líquidas, los vómitos, el sudor, la orina y la respiración. Cuando estas pérdidas no se restituyen, se produce deshidratación. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

Prevención y tratamiento

Entre las medidas clave para prevenir las enfermedades diarreicas cabe citar las siguientes:

- a) El acceso a fuentes inocuas de agua de consumo;
- b) Uso de servicios de saneamiento mejorados;
- c) Lavado de manos con jabón;
- d) Lactancia exclusivamente materna durante los primeros seis meses de vida;
- e) Una higiene personal y alimentaria correctas;
- f) La educación sobre salud y sobre los modos de transmisión de las infecciones;
- g) La vacunación contra rotavirus.

Entre las medidas clave para tratar las enfermedades diarreicas cabe citar las siguientes:

- a) Rehidratación: con solución salina de rehidratación oral (SRO). Las SRO son una mezcla de agua limpia, sal y azúcar. Cada tratamiento cuesta unos pocos céntimos. Las SRO se absorben en el intestino delgado y reponen el agua y los electrolitos perdidos en las heces.
- b) Complementos de zinc: los complementos de zinc reducen un 25% la duración de los episodios de diarrea y se asocian con una reducción del 30% del volumen de las heces.
- c) Rehidratación con fluidos intravenosos en caso de deshidratación severa o estado de choque.
- d) Alimentos ricos en nutrientes: el círculo vicioso de la malnutrición y las enfermedades diarreicas puede romperse continuando la administración de alimentos nutritivos —incluida la leche materna— durante los episodios de diarrea, y proporcionando una alimentación nutritiva —incluida la alimentación exclusiva con leche materna durante los seis primeros meses de vida— a los niños cuando están sanos.
- e) Consulta a un agente de salud, en particular para el tratamiento de la diarrea persistente o cuando hay sangre en las heces o signos de deshidratación. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

4- Bacterias: *Escherichia coli*.

Escherichia coli (*E. coli*) es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas. Sin embargo, algunas de ellas, como *E. coli* productora de toxina Shiga, pueden causar graves enfermedades a través de los alimentos. La bacteria se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida,

leche cruda, y hortalizas y semillas germinadas crudas contaminadas. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

E. coli productora de toxina Shiga produce toxinas conocidas como toxinas Shiga por su semejanza con las toxinas producidas por *Shigella dysenteriae*. *E. coli* productora de toxina Shiga puede crecer a temperaturas que oscilan entre 7 °C y 50 °C, con una temperatura óptima de 37 °C. Algunas pueden proliferar en alimentos ácidos, hasta a un pH de 4,4, y en alimentos con una actividad de agua (a_w) mínima de 0,95.

E. coli productora de toxina Shiga se destruye cociendo los alimentos hasta que todas las partes alcancen una temperatura de 70 °C o más. *E. coli* O157: H7 es el serotipo de *E. coli* productora de toxina Shiga más importante por su impacto en la salud pública, pero hay también otros serotipos frecuentemente implicados en brotes y casos esporádicos. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

a) Síntomas

Entre los síntomas de la enfermedad causada por *E. coli* productora de toxina Shiga destacan los calambres abdominales y la diarrea, que puede progresar en algunos casos a diarrea sanguinolenta (colitis hemorrágica). También puede haber fiebre y vómitos. El periodo de incubación varía entre tres y ocho días, con una mediana de tres a cuatro días. La mayoría de los pacientes se recuperan en el término de diez días, pero en un pequeño porcentaje de los casos (especialmente niños pequeños y ancianos) la infección puede conducir a una enfermedad potencialmente mortal, como el síndrome hemolítico urémico (SHU). El SHU se caracteriza por una insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica y trombocitopenia (deficiencia de plaquetas). (Organización Mundial de la Salud, 2017)

Se estima que hasta un 10% de los pacientes con infección por *E. coli* productora de toxina Shiga pueden desarrollar síndrome hemolítico urémico, con una tasa de letalidad de 3%-5%. Globalmente, el SHU es la causa más común de insuficiencia renal aguda en los niños de corta edad. Pueden aparecer también complicaciones neurológicas (como convulsiones, accidente cerebrovascular y coma) en el 25% de los pacientes con SHU, así como secuelas renales crónicas, generalmente leves, en aproximadamente un 50% de los supervivientes.

Las personas que sufren diarrea sanguinolenta o calambres abdominales intensos deben buscar atención médica. Los antibióticos no deben formar parte del tratamiento de los pacientes con enfermedad por *E. coli* productora de toxina Shiga, y posiblemente aumentan el riesgo de SHU posteriormente. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

b) Fuentes y transmisión

La mayor parte de la información disponible sobre *E. coli* productora de toxina Shiga guarda relación con el serotipo O157: H7, pues es el más fácil de distinguir bioquímicamente de otras cepas de *E. coli*. El reservorio de este patógeno es principalmente el ganado bovino. También se consideran reservorios importantes otros rumiantes, como ovejas, cabras y ciervos, y se ha detectado la infección en otros mamíferos (como cerdos, caballos, conejos, perros y gatos) y aves (como pollos y pavos).

Un número creciente de brotes se asocian al consumo de frutas y verduras (como las coles de Bruselas, las espinacas, la lechuga, las ensaladas de col y de otro tipo) contaminadas por el contacto con las heces de animales domésticos o salvajes en algún momento durante su cultivo o manipulación. También se ha aislado *E. coli* productora de toxina Shiga en masas de agua

(estanques y arroyos), pozos y abrevaderos, y se ha observado que puede sobrevivir durante meses en el estiércol y en los sedimentos de recipientes de agua. Se ha informado de casos de transmisión por el agua, tanto por agua de bebida contaminada como por aguas de recreo. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Los contactos de persona a persona son una forma de transmisión importante por vía oral-fecal. Se ha informado de un estado de portador asintomático, en el que la persona no muestra signos clínicos de la enfermedad, pero puede infectar a otros. La excreción de *E. coli* productora de toxina Shiga dura aproximadamente una semana o menos en los adultos, pero puede prolongarse más en los niños. Se ha observado que otro factor de riesgo importante de infección por *E. coli* productora de toxina Shiga son las visitas a granjas y otros lugares donde el público en general puede entrar en contacto directo con el ganado. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

c) Prevención

Para prevenir la infección hay que aplicar medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agropecuaria en la granja hasta la elaboración, fabricación y preparación de los alimentos en las cocinas tanto de establecimientos comerciales como de los hogares. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

5- Salmonella.

Salmonella es un género de bacilos gramnegativos que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Hasta la fecha se han identificado más de 2500 serotipos o serovares diferentes en dos especies, a saber, *Salmonella bongori* y *Salmonella enterica*. *Salmonella* es una bacteria

omnipresente y resistente que puede sobrevivir durante varias semanas en un ambiente seco y varios meses en agua. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

La salmonelosis, que generalmente se caracteriza por la aparición brusca de fiebre, dolor abdominal, diarrea, náusea y, a veces, vómitos, es una enfermedad provocada por *Salmonella*.

Los síntomas de la enfermedad comienzan a manifestarse entre 6 y 72 horas (generalmente 12 a 36 horas) después de la ingesta de *Salmonella*, y la enfermedad dura entre 2 y 7 días.

En la mayoría de los casos, los síntomas de salmonelosis son relativamente leves y los pacientes se recuperan sin tratamiento específico. Sin embargo, en algunos casos, particularmente en niños pequeños y en ancianos, la deshidratación causada por la enfermedad puede ser grave y poner en peligro la vida. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

A) Fuentes y transmisión

a) Las salmonelas están muy presentes en animales domésticos y salvajes. Son prevalentes en animales comestibles como las aves de corral, los porcinos y vacunos, y también en mascotas, como gatos, perros, pájaros y reptiles como las tortugas.

b) Las salmonelas pueden atravesar toda la cadena alimentaria, desde los piensos para animales y la producción primaria hasta los hogares o los establecimientos e instituciones de servicios de comidas.

c) Por lo general, las personas contraen la salmonelosis a través del consumo de alimentos contaminados de origen animal (principalmente huevos, carne, aves de corral y leche), aunque también hay otros alimentos que se han vinculado a la transmisión, como por ejemplo las hortalizas contaminadas por estiércol.

d) También pueden transmitirse entre las personas por vía fecal-oral. Además, se pueden producir casos cuando las personas entran en contacto con animales infectados, incluidas las mascotas. A menudo, esos animales no presentan signos de enfermedad. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

B) Tratamiento

En los casos graves el tratamiento es la reposición de los electrolitos perdidos a raíz de los vómitos y la diarrea (suministro de electrolitos como iones de sodio, potasio y cloruro) y la rehidratación.

La terapia antimicrobiana sistemática no está recomendada para casos leves o moderados en personas sanas. Esto se debe a que los antimicrobianos podrían no eliminar completamente la bacteria y seleccionar cepas resistentes, con lo cual el fármaco se volvería ineficaz. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

Sin embargo, los grupos de riesgo, como los lactantes, los ancianos y los pacientes inmunodeprimidos, podrían necesitar tratamiento antimicrobiano. Los antimicrobianos se administran también si la infección se propaga desde el intestino a otras partes del organismo. Ante el aumento de la resistencia a los antimicrobianos a nivel mundial, las directrices de tratamiento deberían revisarse periódicamente, teniendo en cuenta los patrones de resistencia de la bacteria en función del sistema local de vigilancia. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

C) Métodos de prevención.

La prevención exige medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agrícola hasta la elaboración, fabricación y preparación de alimentos, tanto en establecimientos comerciales como en los hogares.

Las medidas de prevención en relación con *Salmonella* en el hogar son similares a las adoptadas contra otras enfermedades bacterianas de transmisión alimentaria (véanse más adelante las «Recomendaciones para los manipuladores de alimentos»).

Es preciso supervisar atentamente el contacto entre lactantes/niños pequeños y mascotas (como gatos, perros y tortugas), que pueden transmitir *Salmonella*.

Los sistemas nacionales y regionales de vigilancia sobre las enfermedades de transmisión alimentaria son medios importantes para determinar y seguir de cerca la situación relativa a esas enfermedades y para detectar tempranamente la salmonelosis y otras infecciones intestinales y darles respuesta con el fin de impedir su ulterior propagación. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Recomendaciones para el público y los viajeros

Las siguientes recomendaciones le permitirán viajar con seguridad:

- a) Asegúrese de que los alimentos estén debidamente cocinados y aún calientes al servirlos.
- b) Evite la leche cruda y los productos elaborados con leche cruda. Beba solo leche pasteurizada o hervida.

- c) Evite consumir hielo a menos que esté hecho con agua potable.
- d) Si el agua es de salubridad dudosa, hiérvala o, si no fuera posible, purifíquela con un desinfectante fiable de liberación lenta (habitualmente disponible en farmacias).
- e) Lávese a fondo y frecuentemente las manos con jabón, en particular después de haber tenido contacto con mascotas o animales de granja o haber utilizado el inodoro.

Lave cuidadosamente las frutas y hortalizas, especialmente si las consume crudas. De ser posible, las hortalizas y las frutas se deberían pelar. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

6- *Helicobacter pylori*.

Helicobacter pylori (Hp) se encuentra en la mitad de la población mundial. Su prevalencia muestra una alta variabilidad según la región geográfica, etnia, raza, edad, y factores socioeconómicos es alta en países en desarrollo y más baja en el mundo desarrollado. En general, sin embargo, en los últimos años se ha visto una tendencia decreciente en la prevalencia de Hp en muchas partes del mundo. (Organización Mundial de Gastroenterología , 2010)p.3.

En los países en desarrollo, la infección por Hp constituye un problema de salud pública. La alta prevalencia de la infección exige el desarrollo de intervenciones de salud pública. Es probable que la vacunación con una vacuna terapéutica sea la única estrategia que logre determinar una diferencia decisiva en la prevalencia e incidencia a nivel mundial. Sin embargo siempre y cuando los recursos lo permitan - el enfoque a corto plazo sería una estrategia de "diagnosticar y tratar la infección por *Helicobacter pylori*" para aquellos individuos en riesgo de desarrollar úlcera péptica o cáncer gástrico, así como para aquellos con dispepsia problemática. (Organización Mundial de Gastroenterología , 2010)p.3.

7- Epidemiología Aspectos a nivel mundial

A nivel mundial hay varias cepas de Hp que difieren en su virulencia, y los diferentes factores que intervienen, como los vinculados al huésped y al ambiente, determinan diferencias en la expresión de la enfermedad. La edad, etnia, género, geografía y condición socioeconómica son todos factores que influyen en la incidencia y prevalencia de la infección por Hp.

La prevalencia general es alta en los países en desarrollo y más baja en los países desarrollados; además, dentro de un mismo país puede haber una variación igualmente amplia de la prevalencia entre las poblaciones urbanas de mayor nivel económico y las poblaciones rurales.

Las principales razones de estas variaciones tienen que ver con las diferencias socioeconómicas entre las poblaciones. La transmisión de Hp tiene lugar fundamentalmente por las vías oral-oral o fecal-oral. Son muchos los factores que intervienen en la prevalencia general de la infección, como la falta de una adecuada higiene, agua potable segura, higiene básica, dietas pobres y superpoblación. • La prevalencia mundial de la infección por Hp es mayor a 50%.

La prevalencia de Hp puede variar significativamente entre y dentro de los países • En general, las tasas de seropositividad de Hp aumentan progresivamente con la edad, reflejando un fenómeno de cohorte • En los países en desarrollo, la infección por Hp es marcadamente más prevalente en edades más jóvenes que en los países desarrollados. (Organización Mundial de Gastroenterología , 2010)p.4.

8- Vasca

El vómito es una contracción forzada del estómago que empuja su contenido a través del esófago para salir por la boca. El vómito vacía el estómago de su contenido y a menudo hace que una persona con náuseas se sienta considerablemente mejor, por lo menos durante un tiempo. El vómito es bastante incómodo, y puede ser violento. Un vómito intenso puede lanzar el contenido estomacal a varios metros de distancia (vómito en escopetazo). (Greenberger, 2017)

El vómito es un reflejo natural que a menudo ocurre como una forma de protección. En el caso de que consuma algo que está contaminado o con virus, el vómito es la forma en que su cuerpo los desecha. Al principio es probable que experimente náuseas, que es una sensación desagradable a las náuseas de vomitar. El vómito se refiere al común vaciado involuntario del contenido estomacal por la boca. Las náuseas y los vómitos no son una enfermedad, sino más bien síntomas de un problema de salud subyacente.

A menudo, un virus, como un noro-virus, es el culpable, pero los vómitos también pueden deberse a las bacterias, parásitos e intoxicación alimentaria. Otras condiciones, incluyendo el mareo por movimiento, el embarazo, reflujo e incluso el estrés, también pueden causar vómitos. (Mercola, 2016).

2.2.2.2 FACTORES SANITARIOS

El agua como un recurso vital para la vida, el tema del agua cada día toma más importancia en cada sector de la población y a nivel mundial, por el desperdicio de este líquido, que no se le está dando la importancia que cada país debe de tomar en cuenta como es el tratamiento de las aguas residuales.

Organizacion Mundial de la Salud, (2015) afirma: La Resolución WHA64.24 sobre el agua potable, el saneamiento y la salud reconoce la importancia del agua y saneamiento para el control de las enfermedades y la salud de la población en general. Exhorta a los Estados Miembros “a que, junto con todos los interesados directos, formulen y fortalezcan estrategias nacionales de salud pública que les permitan relevar la importancia del agua potable, el saneamiento y la higiene como la base de la prevención primaria y que estén basadas en un enfoque integrado de los procesos de planificación, las políticas, los programas y los proyectos sectoriales en relación con el agua y el saneamiento” (p.11).

Organizacion Mundial de la Salud (2016) afirma: Unas 842 000 personas de países de ingresos bajos y medianos mueren cada año como consecuencia de la insalubridad del agua y de un saneamiento y una higiene deficientes. Estas muertes representan el 58% del total de muertes por diarrea. Se considera que un saneamiento deficiente es la principal causa de unas 280 000 de estas muertes. La diarrea sigue siendo una de las principales causas de muerte, pero es en gran medida prevenible. La mejora de la calidad del agua, de las instalaciones de saneamiento y de la higiene podría prevenir cada año la muerte de unos 361 000 niños menores de 5 años.

Organizacion Mundial de la Salud (2017) afirma: Casi el 80% de los países reconocen el derecho al agua y algo más de la mitad el derecho al saneamiento. El ejercicio de estos derechos puede hacerse realidad progresivamente a medida que los países reconocen su obligación legal a establecer y aplicar políticas y programas que garanticen la igualdad, la participación pública y la rendición de cuentas. Otros aspectos importantes de la materialización de los derechos relativos al agua y el saneamiento son la focalización de los recursos a las poblaciones desatendidas y el garantizar que dichos recursos se utilicen de forma eficaz e imparcial, sin discriminación. Sin

embargo, tan solo uno de cada cinco países aplica sistemáticamente criterios de equidad en la asignación de financiación para el saneamiento, mientras que uno de cada tres los aplica a las inversiones en agua potable. Más del 60% de los países han definido criterios de equidad, pero la mayoría indica que no se monitorean de forma sistemática.

Más de la mitad (el 57%) de los países indica que los proveedores de servicios informan sobre su desempeño a sus clientes. El refuerzo de procedimientos participativos mediante los que se informa a las comunidades sobre sus derechos puede conducir a un mayor sentido de apropiación, a una mayor implicación en la operación y el mantenimiento, y a la mejora de la sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento (p.43).

Medio ambiente la contaminación del medio ambiente por las diversas actividades que realizamos a diario, cada día se vuelve más un problema para cada uno de los países con el cambio climático que hemos venido experimentando y que cada año se agudiza más, provocando graves daños a los ecosistemas.

UNESCO, (2017) afirma: El vertido de aguas residuales no tratadas puede tener efectos sumamente nocivos para la salud humana y el medio ambiente, incluyendo brotes de enfermedades transmitidas por vectores, el agua y los alimentos, así como la contaminación y pérdida de la diversidad biológica y servicios de los ecosistemas. La exposición de los grupos vulnerables, en especial mujeres y niños, a aguas residuales no tratadas o tratadas en forma parcial requiere de nuestra especial atención. La falta de información sobre los riesgos para la salud asociados al uso de aguas residuales, ya sea por falta de educación o por vivir en condiciones de pobreza, contribuye a su existencia, especialmente en los países en desarrollo. En aquellos casos donde consideremos

que la exposición humana es más factible (por ejemplo, por alimentos o contacto directo) será necesario contar con medidas de gestión más estrictas (p.7).

2.2.2.3 FACTORES EN EDUCACIÓN

En el aprendizaje de los niños influyen numerosos factores, pero las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento, como la deshidratación, las enfermedades diarreicas y las infecciones intestinales por helmintos, hacen que aumente el absentismo, se deteriore la capacidad cognitiva y disminuya el rendimiento. Los países indican que las escuelas, en particular las de las zonas rurales, a menudo carecen de agua potable y de instalaciones de saneamiento o las instalaciones están en mal estado.

Aproximadamente un tercio de los países que participaron en el GLASS no pudieron aportar datos sobre la cobertura del saneamiento en las escuelas y una quinta parte notificaron una cobertura menor del 50% en las escuelas primarias (...). Esto concuerda con información diversa, principalmente anecdótica, que indica que muchas escuelas o bien carecen por completo de instalaciones de saneamiento o tienen sus instalaciones en un estado deplorable. (GLASS 2012, pág. 64)

La mayoría de los países han establecido metas nacionales relativas al saneamiento en las escuelas, pero muchos no monitorean los avances hacia esas metas. Muy pocos países pudieron proporcionar datos acerca de la cobertura del saneamiento en las escuelas. Para que las metas sean significativas han de crearse y ponerse en marcha urgentemente sistemas nacionales de monitoreo. Diversos documentos de orientación abordan el monitoreo del ASH en las escuelas; por ejemplo, un documento titulado “WASH en Escuelas. Paquete de herramientas para el monitoreo”,

publicado por el UNICEF en abril de 2011 (UNICEF, 2011). La inversión en sistemas de monitoreo de este tipo puede ayudar a garantizar la realización de los objetivos de los programas y debería considerarse una contribución pública que beneficia al conjunto de la población.

Reconociendo la existencia de lagunas en los datos y que el acceso a instalaciones saneamiento es probablemente menor si se tienen en cuenta los países que no, se han logrado, no obstante, según los datos, pequeños avances en la cobertura del saneamiento en las escuelas en los países que proporcionaron información para los informes del GLAAS de 2010 y 2012. (GLASS 2012, pág. 64)

“Tan solo el 14% de los sistemas de saneamiento de las escuelas urbanas está situado dentro de los edificios. En la mayor parte de los casos, los inodoros son viejos, están sucios, se han construido con tablas, bloques de escoria o ladrillos en condiciones antihigiénicas y no están desinfectados.” Respuesta a la encuesta a los países para el GLAAS de 2011 Además de proporcionar instalaciones adecuadas en las escuelas, es fundamental que haya un programa de limpieza y mantenimiento de las instalaciones para garantizar que se puedan seguir utilizando y sean higiénicas. Una partida presupuestaria independiente para el mantenimiento de las instalaciones de saneamiento de las escuelas será, con toda probabilidad, un factor determinante para garantizar la sostenibilidad de los servicios. Actualmente solo 29 países de 70 (el 41%) informaron de que disponían una partida presupuestaria independiente para el mantenimiento de las instalaciones de saneamiento de las escuelas. Cada vez se reconoce más que cuidar la higiene menstrual de forma íntima y digna es particularmente difícil cuando las instalaciones de saneamiento de las escuelas son inadecuadas: este problema puede hacer que las niñas pierdan clases o se ausenten de la escuela durante la menstruación. Para mejorar a largo plazo la situación

de la higiene menstrual de las niñas es necesario que la gestión de este aspecto de la higiene se integre en el sector del ASH, pero también se necesitan políticas y estrategias educativas (House, Mahon & Cavill, 2012 citado en GLASS 2012, pág. 65)

Las enfermedades relacionadas con condiciones inadecuadas del suministro de agua, el saneamiento y la higiene representan una enorme carga para los países en desarrollo. Se estima que el 88 por ciento de las enfermedades diarreicas son causadas por el suministro de agua no apta para el consumo y por falta de saneamiento e higiene (OMS, 2004c, citado en John Adams et, 2010). Muchas escuelas sirven a comunidades que tienen una alta prevalencia de enfermedades relacionadas con condiciones inadecuadas del agua, el saneamiento y la higiene (en particular la falta de lavado de manos) y en las que son frecuentes la desnutrición infantil y otros problemas de salud subyacentes. Si todas las personas tuvieran acceso a agua corriente y saneamiento regulados en su vivienda, no se perderían 1.863 millones de jornadas escolares a causa de enfermedades diarreicas (OMS, 2004c, citado en John Adams et, 2010)). Las escuelas, en particular las de zonas rurales, suelen carecer por completo de instalaciones de agua potable y saneamiento, o bien tienen instalaciones inadecuadas, tanto en calidad como en cantidad. Las escuelas con malas condiciones de agua, saneamiento e higiene y con intensos contactos interpersonales constituyen ambientes de alto riesgo para los alumnos y el personal y exacerbaban la susceptibilidad de los niños a los riesgos de salud ambiental. Estas directrices pretenden ayudar a mejorar el suministro de agua, el saneamiento y las medidas de higiene en particular, sin dejar de reconocer la importancia de otras esferas de la salud ambiental, como la calidad del aire, la seguridad física y los vínculos con ellas. (John Adams et, 2010) pág. 5.

La capacidad de los niños de aprender puede verse afectada de varias maneras. En primer lugar, las infecciones helmínticas, que afectan a cientos de millones de niños en edad escolar, pueden atrofiar su desarrollo físico y reducir su desarrollo cognitivo a causa del dolor y la incomodidad, la competencia del organismo con los parásitos por los nutrientes, la anemia y el daño a tejidos y órganos. La exposición prolongada a 2. Importancia de la prestación adecuada de servicios de agua, saneamiento e higiene en escuelas 6 contaminantes químicos en el agua (por ejemplo, plomo y arsénico) también puede afectar la capacidad de aprendizaje. Las enfermedades diarreicas, el paludismo y las infecciones helmínticas obligan a muchos escolares a faltar a la escuela. Las malas condiciones ambientales del aula de clase también pueden hacer muy difícil la enseñanza y el aprendizaje. El efecto de las enfermedades en los docentes- en cuanto a desempeño e incremento del ausentismo- también tiene un impacto directo en el aprendizaje, lo que hace que el trabajo de los maestros sea más duro debido a las dificultades de los escolares para aprender. (John Adams et, 2010) pág. 6.

2.2.2.4 FACTORES AMBIENTALES

Si bien el uso de aguas residuales tratadas y la optimización del aporte de nutrientes a los suelos regados con aguas residuales pueden ofrecer múltiples beneficios para el medio ambiente, el uso de aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas para el riego conlleva algunos riesgos ambientales. Estos riesgos incluyen la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas, así como la degradación del agua superficial. El intercambio de aguas residuales de origen urbano parcialmente tratadas (para riego) por acceso a fuentes de agua dulce (para otros usos en zonas urbanas y periurbanas) puede ayudar a mejorar en gran medida el manejo de los recursos hídricos y a reducir los impactos negativos en la salud y el medio ambiente (Hanjra *et al.*, 2012). (UNESCO, 2017).

Desde la década de los 90, la contaminación de las aguas ha empeorado en casi todos los ríos de América Latina, África y Asia. Entre las principales causas están el aumento de los vertidos de aguas residuales no tratadas en las corrientes de agua dulce (ríos y lagos) y las prácticas no sostenibles de uso del suelo que aumentan la erosión y conducen a un aumento de las cargas de abonos y sedimentos. Esta tendencia es impulsada por el crecimiento demográfico, la urbanización y el aumento del número de estructuras industriales y agrícolas de pequeñas dimensiones que no siempre están bien gestionadas y generan aguas residuales no tratadas. En el año 2010 se calcula que la contaminación orgánica grave (con concentraciones mensuales de DBO superiores a 8 mg/l) afectó a entre el 6% y el 10% de los ríos de América Latina, entre el 7% y el 15% de los ríos de África y entre el 11% y el 17% de los ríos de Asia (PNUMA, de próxima publicación). UNESCO 2016 pág. 26.

Las poblaciones directamente afectadas por la contaminación orgánica incluyen a las personas pobres de las zonas rurales que dependen principalmente del pescado de agua dulce como fuente de proteínas, y los pescadores y trabajadores de bajos recursos que dependen de la pesca de agua dulce para su subsistencia. La pesca continental es, de hecho, una importante fuente de subsistencia en los países en Aunque la contaminación del agua es grave y está empeorando en América Latina, África y Asia, hay grandes oportunidades para revertir esta tendencia. Esto implica la adopción de medidas para evitar que aumente la contaminación, restaurar los ecosistemas degradados (con medidas de rehabilitación como la reforestación) y adoptar un enfoque integral de la gestión de aguas residuales. Este último incluye la implementación de esquemas de tratamiento de las aguas residuales convencionales y no convencionales y la consideración de la posibilidad de reutilizar las aguas residuales (por ejemplo, para el riego y la acuicultura), ofreciendo todas las garantías para la salud (OMS, 2006). El seguimiento y evaluación de la calidad del agua también

son esenciales para entender la intensidad y el alcance del desafío global de la calidad del agua y para implementar acciones correctivas adecuadas que sustenten la salud del ecosistema. UNESCO 2016, pág.26.

2.2.2.5 FACTORES ECONÓMICOS

Naciones Unidas, (2016) afirma: El agua es una componente esencial de las economías nacionales y locales, y es necesaria para crear y mantener los puestos de trabajo en todos los sectores de la economía. La mitad de la mano de obra mundial está empleada en ocho sectores que dependen del agua y de los recursos naturales: agricultura, bosques, pesca, energía, producción con uso intensivo de recursos, reciclaje, construcción y transportes. La gestión sostenible del agua, las infraestructuras (p.2).

UNESCO, (2017) Dado que la disponibilidad de agua dulce es fundamental para mantener el bienestar económico de cualquier comunidad humana, la mala calidad del agua constituye un obstáculo adicional al desarrollo económico. La mala calidad del agua dificulta la productividad agrícola en entornos rurales y periurbanos. El agua contaminada puede afectar directamente a las actividades económicas que utilizan el agua, como la producción industrial, la pesca, la acuicultura y el turismo y puede limitar indirectamente la exportación de ciertas mercancías debido a restricciones, e incluso prohibiciones, de productos contaminados (p.43).

2.2.2.6 LA AGRICULTURA USO DE AGUAS RESIDUALES

Ante la creciente demanda de productos agrícolas básicos, los agricultores están investigando fuentes de agua no convencionales. Debido a su alto contenido de nutrientes, las aguas residuales

domésticas y municipales son una opción atractiva, especialmente en los lugares en los que los recursos hídricos convencionales son escasos o insuficientes. Si se usan aguas residuales en la agricultura sin tomar las precauciones de seguridad necesarias, los contaminantes microbiológicos y químicos pueden acumularse en los cultivos, los productos animales, el suelo o los recursos hídricos, esto puede afectar gravemente la salud de los consumidores de alimentos y los trabajadores expuestos. Sin embargo, si se tratan adecuadamente y se utilizan en forma segura, las aguas residuales constituyen una valiosa fuente tanto de agua como de nutrientes y su uso contribuye a la seguridad alimentaria y a mejorar los medios de subsistencia. Las aguas residuales pueden usarse directa o indirectamente en la agricultura. (UNESCO, 2017).

Tabla 12. Ejemplos de impactos negativos de las aguas residuales no tratadas en la salud

Impactos en	Ejemplos de impactos
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la carga de morbilidad debido a la reducción de la calidad del agua potable • Aumento de la carga de morbilidad debido a la reducción de la calidad del agua de baño • Aumento de la carga de morbilidad debido a alimentos nocivos (pescado contaminado, verduras y otros productos de regadío) • Aumento del riesgo de morbilidad cuando se trabaja o se juega en un área irrigada por aguas residuales
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la biodiversidad • Degradación de los ecosistemas acuáticos (por ejemplo, eutrofización y zonas muertas) • Olores desagradables • Disminución de oportunidades recreativas • Aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero • Aumento de la temperatura del agua • Bioacumulación de toxinas
Economía	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la productividad industrial • Reducción de la productividad agrícola • Reducción del valor de mercado de los cultivos cosechados, si se usan aguas residuales peligrosas para el riego • Reducción de las oportunidades de actividades recreativas acuáticas (reducción del número de turistas o reducción de la disposición a pagar por los servicios recreativos) • Reducción de las capturas de peces y mariscos, o reducción del valor de mercado de pescados y mariscos • Aumento de la carga financiera sobre la asistencia sanitaria • Aumento de las barreras al comercio internacional (exportaciones) • Costos más altos del tratamiento del agua (para el suministro humano y otros usos) • Reducción de precios de propiedades cerca de masas de agua contaminadas

Fuente: Adaptado del PNUMA, 2015b, Tabla 1, p.15, citado en UNESCO, 2017).

2.2.2.7 FACTORES DE AMBIENTE LEGAL

Ambiente legal incluye las políticas públicas, las leyes, las agencias gubernamentales y los grupos de presión que influyen y regulan a diversas organizaciones e individuos en la sociedad. Las áreas legales importantes incluyen patentes, marcas registradas, regalías, acuerdos comerciales, impuestos y aranceles. Las leyes federales tienen repercusión en cada elemento de la mezcla de marketing. Además, se han aprobado leyes para regular industrias específicas. El ambiente legal puede tener una influencia importante en la definición del problema de investigación de mercados, igual que el ambiente económico. (Malhotra, 2008) pag. 47.

2.2.3 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

BACA URBINA (2010) Afirma “Aunque cada estudio de inversión es único y distinto a todos los demás, la metodología que se aplica en cada uno tiene la particularidad de adaptarse a cualquier proyecto”.

Aunque las técnicas de análisis empleadas en cada una de las partes de la metodología sirven para hacer una serie de determinaciones, tales como mercado insatisfecho, costos totales, rendimiento de la inversión, etc., esto no elimina la necesidad de tomar una decisión de tipo personal; es decir, el estudio no decide por sí mismo, sino que proporciona las bases para decidir, ya que hay situaciones de tipo intangible para las cuales no hay técnicas de evaluación y esto hace, en la mayoría de los problemas cotidianos, que la decisión final la tome una persona y no una metodología, a pesar de que ésta tenga aplicación generalizada. La estructura general de la metodología de la evaluación de proyectos se representa como muestra la figura 15. (BACA URBINA, 2010)

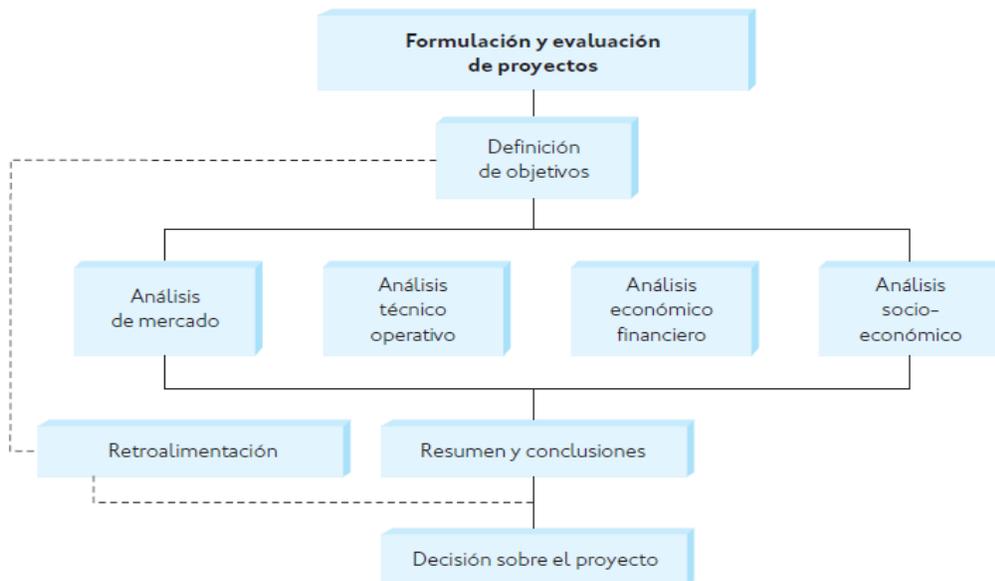


Figura 15. Estructura general de la evaluación de proyectos.

Fuente: (Baca Urbina, 2010).

En la figura 15 muestra los distintos elementos que forman parte de una evaluación de proyectos definiendo el objetivo general del proyecto y específicos, así como los distintos tipos de análisis tanto de mercado, técnico, financiero y socioeconómico, los que dan una base para poder tomar decisiones y conclusiones sobre un proyecto.

Según Baca Urbina la evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que éste sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Sólo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.

Según Baca Urbina describe la evaluación económica en los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto; se anotan sus limitaciones de aplicación y se comparan con métodos

contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ambos se muestra su aplicación práctica. Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica. Ahí radica su importancia. Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista.

2.2.4 MÉTODO DE EVALUACIÓN SROI

Según Jeremy Nicholls, et, all., (2012). El Retorno Social de la Inversión (SROI) es un marco para medir y cuantificar este concepto, mucho más amplio, de valor; busca reducir la desigualdad y la degradación medioambiental, y mejorar el bienestar incorporando costos y beneficios sociales, medioambientales y económicos.

El SROI mide el cambio en formas que son relevantes para las personas u organizaciones que lo experimentan o contribuyen con él. Cuenta cómo se genera el cambio midiendo los resultados (outcomes) sociales, medioambientales y económicos, y usa términos monetarios para representar dichos outcomes. (Jeremy Nicholls, et, all. 2012).

El SROI trata de valor, en lugar de dinero. El dinero es simplemente una unidad común y, como tal, es la forma más útil y comúnmente aceptada de expresar valor. De la misma manera que un plan de negocio contiene mucho más que proyecciones financieras, el SROI es mucho más que

un simple número. Es una historia acerca del cambio, sobre la cual basar decisiones, que incluye el estudio de casos y de información cualitativa, cuantitativa y financiera.

Un análisis SROI puede adoptar formas diferentes. Puede agrupar el valor social generado por toda una organización, o enfocarse solamente en un aspecto específico de su trabajo. Igualmente, hay varias formas de hacer el análisis SROI, ya que puede ser realizado en gran parte como un ejercicio interno de la compañía o, alternativamente, puede ser liderado por un investigador externo. (Jeremy Nicholls, et, all. 2012).

Según Jeremy Nicholls, et, all. (2012). Hay dos tipos de análisis SROI:

1. Evaluativo, el cual es conducido retrospectivamente y basado en outcomes reales que ya han tenido lugar.
2. Prospectivo (de pronóstico), el cual predice cuánto valor social será creado si las actividades alcanzan los outcomes esperados.

Los SROI prospectivos son especialmente útiles a la hora de planificar una actividad en la organización. Ellos pueden ayudar a mostrar cómo la inversión puede maximizar el impacto y además contribuyen a identificar qué es lo que debería ser medido una vez que el proyecto se ha puesto en marcha.

La falta de una buena información sobre los outcomes es uno de los principales desafíos cuando se está haciendo un SROI por primera vez. Para permitir que un SROI evaluativo esté bien fundamentado usted necesitará información sobre los outcomes, y el SROI prospectivo le dará las bases para poder captar esa información. Es por eso que es preferible empezar a usar el SROI

pronosticando cuál puede ser el valor social, en lugar de evaluando cuál fue, ya que así se asegura de tener todos los sistemas correctos de recolección de datos para realizar un análisis completo en el futuro.

Las etapas en el SROI

1. Establecer el alcance e identificar a los stakeholders clave. Es importante tener límites claros acerca de qué cubrirá su análisis SROI, quién estará involucrado en el proceso y cómo.

2. Hacer el mapa de outcomes. Durante la interacción con sus stakeholders usted elaborará un mapa de impacto, o teoría del cambio, que muestra la relación entre inputs, outputs y outcomes.

3. Evidenciar los outcomes y darles un valor. Esta etapa supone encontrar información para mostrar si los outcomes han sucedido y luego valorarlos.

4. Establecer el impacto. Habiendo recogido información sobre los outcomes, y habiéndolos monetizado, esos aspectos de cambio que habrían sucedido de todos modos o que son consecuencia de otros factores se dejan fuera de consideración.

5. Calcular el SROI. Esta etapa supone añadir todos los beneficios, sustrayendo lo negativo y comparando el resultado con la inversión.

6. Reportar, usar y certificar. Fácilmente olvidado, este último paso fundamental supone compartir conclusiones con los stakeholders y responder a ellos, incorporar buenos procesos para los outcomes y verificar el reporte. (Jeremy Nicholls, et, all. 2012).

El SROI es desarrollado a partir de un análisis tradicional de costo-beneficio y la contabilidad social, el SROI es un enfoque participativo que permite capturar en forma monetaria el valor de una amplia gama de resultados, tengan estos un valor económico o no. Un análisis SROI produce un relato de cómo una organización crea valor a la hora de introducir cambios en el mundo, y un coeficiente que indica cuánto valor social (en \$) se crea para cada \$ 1 invertido. Zigla Consultores 2015, citado en Justiniano Castillo et, al. 2016.

El coeficiente de SROI se convierte en una comparación entre el valor generado por una iniciativa y la inversión necesaria para lograr ese impacto. Sin embargo, un análisis SROI no debe limitarse a un número, lo que en principio se utiliza para expresar el valor. Por el contrario, presenta un marco para explorar el impacto social de una organización, en el que la monetización desempeña un papel importante, pero no exclusivo.

2.2.5 GUÍA METODOLÓGICA GENERAL PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE HONDURAS.

Un Proyecto de inversión pública, es una alternativa de inversión cuyo propósito es generar una rentabilidad económica con el objetivo de dar solución a algún problema identificado en un área específica o en una población determinada, buscando una rentabilidad social con su ejecución. En este sentido, resulta evidente la importancia de evaluar todo proyecto de inversión pública, a fin de determinar si realmente alcanza una rentabilidad social mínima deseable, dados los recursos económicos con los que cuenta el Estado (Secretaria de Finanzas, 2015, p. 1).

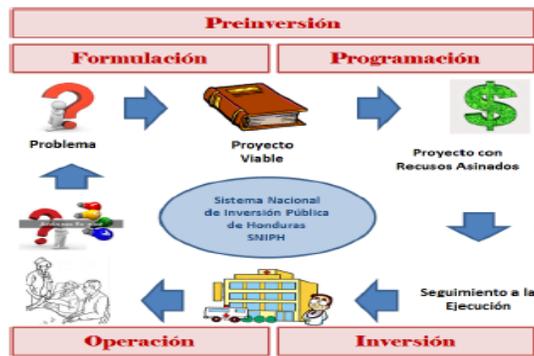


Figura 16. Fases del Ciclo de Inversión Pública de Honduras.

Fuente: (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 7).

2.2.5.1 TIPOLOGÍA DE PROYECTOS

Para efectos de determinación de los modelos de evaluación ex-ante, el SNIPH contempla tres tipologías de proyectos:

1. Proyectos que generan “Bienes Meritorios”,
2. Proyectos que generan “Beneficio Económico” y
3. Proyectos “Generadores de Ingresos.

Proyectos que generan “Bienes Meritorios”: Son los proyectos cuyos efectos producen un beneficio incuestionable, pero de difícil valoración. Los llamados bienes o servicios “meritorios” son aquellos cuya bondad de hecho es aceptada sin discusión por la sociedad. No hay que demostrar en cuánto se beneficia la sociedad al educar un niño, o en salvarle la vida a una madre.

Su beneficio social es de común aceptación, no requiere ser demostrado, y por lo tanto la preocupación del análisis se desfasa hacia la selección de la alternativa (o del proyecto) que presente el mínimo costo. Por ello el Análisis de Costo Eficiencia (ACE) es de gran aplicación en este tipo de proyectos. Ejemplos de proyectos de esta tipología son Escuelas, Puestos de Salud, Acueductos, Alcantarillados, etc. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 11).

Proyectos que generan “Beneficios Económicos”: Son los proyectos cuyos efectos directos agregan valor a la economía, impulsan procesos productivos, aumentan la capacidad del país para las actividades agrícolas, industriales o comerciales, mejoran las condiciones de eficiencia de los medios productivos, o trasladan ahorros valorables monetariamente a determinados sectores de la población (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 12).

La Evaluación de estos proyectos generalmente se hace mediante el Análisis de Costo Beneficio (ACB), donde se identifican, miden y valoran tanto los costos como los beneficios.

Ejemplos de proyectos de esta tipología:

Proyectos de desarrollo vial (ahorro de tiempo de los usuarios, menores costos de combustible, disminución de costos de mantenimiento de vehículos, mayores ingresos por salida de productos agrícolas a los mercados).

Proyectos de energía (mayor producción local, menores costos de producción, menores costos de consumo para las familias, impulso a nuevas empresas, acceso a nuevas tecnologías de la información y la comunicación). (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 12).

Proyectos “Generadores de Ingresos”: Estos proyectos operan bajo la lógica privada, en los siguientes dos sentidos:

1. Son acometidos por particulares, individualmente o en procesos asociativos, bajo la perspectiva empresarial, con el fin de obtener lucro como condición para la sostenibilidad del negocio. Desde la perspectiva de la inversión pública estos proyectos pueden ser fomentados por el Estado para impulsar la productividad en sectores prioritarios, la competitividad territorial y el

mejoramiento del ingreso familiar. En tales casos, el equipo formulador debe hacer los análisis de los proyectos productivos que apoyará, con el fin de verificar que ellos serán rentables como consecuencia de la intervención. Ejemplos:

1) Proyecto de fomento a microempresas

2) Asistencia técnica para impulsar procesos de asociativismo entre productores rurales.

2. Son acometidos por instituciones públicas para propiciar beneficios económicos (o aún sociales-meritorios), pero requieren generar ingresos para su sostenimiento. Ejemplos:

1) Proyectos de concesión vial, que se financian por peaje.

2) Proyectos de capacitación con cobro de derechos de matrícula para su sostenibilidad.

3) Proyectos que cobran tarifas para cruzar subsidios de los grupos de mayores ingresos a los beneficiarios de menor capacidad económica. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 12).

La Evaluación de estos proyectos generalmente se hace mediante el Análisis de Rentabilidad Financiera (ARF) con la estimación del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los proyectos pueden pertenecer a varias de las tres tipologías, por lo que ellas no son excluyentes entre sí. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 12).

El análisis de acuerdo con los criterios económicos se realizará utilizando dos métodos:

- El análisis costo eficiencia (ACE).
- El análisis costo beneficio (ACB).

ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO

En todos los casos, los costos, beneficios e ingresos serán expresados en valores “actuales” utilizando la tasa social de descuento establecida por el Gobierno de Honduras que actualmente es del 12% anual (Secretaria de Finanzas, 2015).

El Análisis Costo Beneficio (ACB) es un análisis que integra los beneficios económicos que se generarán como consecuencia del proyecto, así como la valoración de todos los costos necesarios para la ejecución y operación del proyecto. De acuerdo con lo indicado en las tipologías presentadas en la parte introductoria de esta guía, se sugiere que el ACB se aplique solo para los proyectos cuyos impactos sean valorables económicamente y cuyo tamaño produzca efectos significativos. (Secretaria de Finanzas, 2015, p. 56).

El ACB requiere de la comprensión del sistema en el que se enmarca el proyecto, así como de sus encadenamientos económico-productivos hacia atrás y hacia adelante, de manera que se identifiquen, cuantifiquen y valoren adecuadamente los impactos positivos y negativos directos e indirectos del proyecto.

Un buen ACB se basa en la comprensión de la situación sin proyecto y de la situación con proyecto, con lo cual se puede visualizar cuáles son verdaderamente los costos y beneficios incrementales, es decir los atribuibles al proyecto. (Secretaria de Finanzas, 2015, p. 56).

En las últimas décadas, la evaluación económica de los programas y proyectos sociales mediante el ACB ha facilitado las decisiones de inversión de los recursos públicos, buscando que su aplicación sea rentable en términos de beneficios económicos a toda la sociedad y que se realice de manera eficiente.

Un indicador que se utiliza con frecuencia para expresar el ACB, es la Relación /Beneficio/Costo: B/C, la cual deberá ser superior a 1 para asegurar que los beneficios para la sociedad superen a los costos en los que se debe incurrir para generarlos; para el ACB deberá tenerse en cuenta el valor del dinero en el tiempo, y tasas sociales de descuento que reflejen adecuadamente el costo de oportunidad de los recursos públicos y de los recursos naturales que en muchas ocasiones están involucrados. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 56).

La razón beneficio/costo relaciona la sumatoria de todos los costos actualizados del proyecto (inversión y operación) con la sumatoria de todos los benéficos actualizados que genera el proyecto durante su vida útil. Los resultados pueden ser los siguientes:

- 1) $R-B/C > 1$. El proyecto genera más beneficios que costos, por lo que el proyecto es factible de ser considerado para su ejecución.
- 2) $R-B/C = 1$ Los beneficios del proyecto son iguales a su costo, por lo que el proyecto no tiene ninguna importancia, es indistinto ejecutarlo o no.
- 3) $R-B/C < 1$. El proyecto incurre en más costos que beneficios, por lo que no debe ser considerado para su ejecución. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 56).

El Análisis Costo Beneficio requiere determinar el Valor Actual Neto (VAN). El VAN de un proyecto representa el beneficio o ingreso que tendrá la Unidad Ejecutora del Proyecto si se toma la decisión de ejecutarlo. Su cálculo consiste en la actualización del flujo neto de fondos, utilizando la tasa social de descuento que representa el costo de oportunidad de capital, el cual como se ha indicado para Honduras es del 12%. El flujo neto de fondos se obtiene de deducir a los

ingresos o beneficios de los egresos por concepto de la inversión y los costos de operación y mantenimiento. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 57).

La interpretación del resultado del Valor Actual Neto se interpreta de la siguiente manera:

- 1) Si el VAN es mayor que 0, entonces el proyecto debe aceptarse
- 2) Si el VAN es igual que 0, es indiferente si se realiza o no
- 3) Si el VAN es menor que 0, entonces el proyecto no debe aceptarse

Cuando se tienen dos alternativas de inversión se tomará aquella que tenga el VAN mayor. (Secretaría de Finanzas, 2015, p. 57).

En este estudio se utilizará la teoría del método de investigación es la del SROI, para evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión social donde no tiene tasa interna de retorno. Por lo que se evalúan los beneficios tanto económicos como sociales, y los costos de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S, sirve de fundamento para definir las variables de estudio, donde se determinará si es rentable si el SROI es mayor que uno.

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

En este apartado se analiza los conceptos fundamentales y las dimensiones e indicadores de las variables definidas a lo largo de la investigación. Se han fundamentado de manera clara y precisa cada variable con el objetivo de brindar una definición concreta.



Figura 17. Relación entre variable dependiente y variables independientes.

Fuente: Propia.

2.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE (SROI)

La variable dependiente es la variable respuesta o variable resultante. La variable dependiente, representa la consecuencia de los cambios en el sujeto bajo estudio o en la situación que se está estudiando.

El Retorno Social de la Inversión (SROI) mide los resultados e impactos sociales, medioambientales y económicos valorizando los beneficios los cuales permiten determinar el análisis de Costo-Beneficio con el objetivo de determinar la viabilidad del proyecto haciendo referencia a la siguiente fórmula. (Ver ecuación 3).

$$SROI = \frac{\text{Valor actual neto de los impactos}}{\text{Valor actual neto de la inversión}} \quad (3)$$

2.3.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Son la variable que se miden, manipulan o seleccionan para determinar su relación con el estudio o investigación observada. Estas variables son conocidas también como variable estímulo o input.

2.3.2.1 VOLUMEN DE AFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES

Es la cantidad de espacio que ocupa un cuerpo. El volumen es una magnitud física derivada, la unidad para medir volúmenes en el Sistema Internacional es el metro cúbico (m^3) que corresponde al espacio que hay en el interior de un cubo de 1 m de lado. Sin embargo, se utilizan más sus submúltiplos, el decímetro cúbico (dm^3) y el centímetro cúbico (cm^3). Sus equivalencias con el metro cúbico son: $1 m^3 = 1,000 dm^3$, $1 m^3 = 1, 000,000 cm^3$. Para medir el volumen de los

líquidos y los gases también podemos fijarnos en la capacidad del recipiente que los contiene, utilizando las unidades de capacidad, especialmente el litro (l) y el mililitro (ml).

El volumen de almacenamiento de aguas residuales de las fosas será igual a la multiplicación de las dimensiones de las fosas, el largo, ancho, alto dando como resultado metros cúbicos de agua. El volumen del afluente de aguas residuales se medirá en base al 80% del consumo de agua potable utilizado por la población a servir, bajo una dotación estimada diaria de galones por día, midiendo el volumen de los tanques de almacenamiento de agua potable y el tiempo de vaciado. Tiene una afectación negativa, ya que esto impacta en las dimensiones de la planta por lo que aumenta los costos de inversión.

2.3.2.2 POBLACIÓN

Es la cantidad de personas que viven en un área determinada, ocupando un espacio en común, donde comparten de los distintos servicios públicos en una Comunidad, Ciudad, País y Continente.

La población es uno de los factores que afectan directamente al cálculo del volumen de agua residual a tratar, ya que depende de la dotación de consumo que se tenga en base al número de personas que atenderá. La afectación de esta variable al SROI, influye de manera negativa, ya que a mayor número de personas, el volumen de agua aumenta, por lo capacidad de la planta de tratamiento debe ser mayor, el costo de inversión aumente, así como los costos de mantenimiento.

2.3.2.3 TERRENO

El área disponible, extensión de una superficie, expresada en unidades de medida denominadas unidades de superficie. El espacio físico con el que se puede disponer para poder realizar obras de infraestructuras, utilización del suelo para uso agrícola entre otras.

En la E.A.V.S se cuenta con un amplio terreno disponible para la construcción de una planta de tratamiento, sin embargo, a mayor área de terreno aumenta el costo, lo que tiene un impacto negativo en el proyecto.

2.3.2.4 EQUIPO

“Conjunto de maquinaria e instalaciones necesarias para realizar el proceso transformador” (Baca Urbina, 2013, p. 113).

Los equipos forman parte de los procesos que intervienen en la obtención de servicios y los tipos y cantidades requeridos dependen de los resultados del estudio de mercado. El factor más determinante para la elección de los equipos es su eficiencia en el consumo de energía eléctrica. La adquisición de los equipos representa erogaciones de dinero y forman parte de la inversión inicial, disminuyendo los flujos de efectivo y la tasa interna de rendimiento del negocio. (MEJÍA & PAREDES, 2016).

El costo del equipo que utilizará en la construcción de la PTAR afecta de manera negativa al SROI, ya que aumentan los costos de mantenimiento y costo de inversión.

2.3.2.5 COSTO

“Desembolso en efectivo o en especie hecho en pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual” (Baca Urbina, 2013, p. 171). Es la suma de dinero que se desembolsa por la compra de equipo, herramienta, mano de obra de la realización de una actividad en un determinado tiempo.

Los costos administrativos están relacionados con las funciones de administración e incluyen sueldos y salarios, gastos generales como papelería, entre otros. Los costos de venta representan no solamente el costo de vender un servicio, sino todas las actividades de marketing que se emplean para dar a conocer el servicio, hacerlo llegar al consumidor, búsqueda de nuevos mercados, monitoreo del entorno, entre otros. Los costos financieros son los intereses que genera un préstamo y que deben ser pagados a la fuente de financiamiento.

El costo de mantenimiento en la PTAR, son todos aquellos relacionados con las trabajos preventivos o correctivos que permiten el buen funcionamiento operativo de la PTAR, que son necesarios para el cuidado de las misma, y evitar el deterioro en el equipo instalado e infraestructura.

2.3.2.6 INFLACIÓN

Es el aumento sostenido y generalizado en los precios de bienes y servicios de una economía a través del tiempo, medido frente a un poder adquisitivo estable, que representa la pérdida del valor del dinero a medida que aumenta el nivel general de los precios.

Para medir la inflación se utiliza el Índice de Precios al Consumidor (IPC) que sirve como indicador para calcular la variación porcentual que han tenido, entre dos períodos, los precios de un conjunto de bienes y servicios representativo de las compras de una familia para satisfacer sus necesidades.

El Banco Central de Honduras es la autoridad encargada de medir las variaciones en los precios de 282 productos que conforman la canasta básica. Según la Serie Mensual y Promedio

Anual del Índice de Precios al Consumidor, Honduras en agosto del año 2017 presenta una inflación anual de 3.84%; el Índice de Precios al Consumidor presentó una variación mensual de 0.33% en comparación a 0.14% de agosto del 2016.

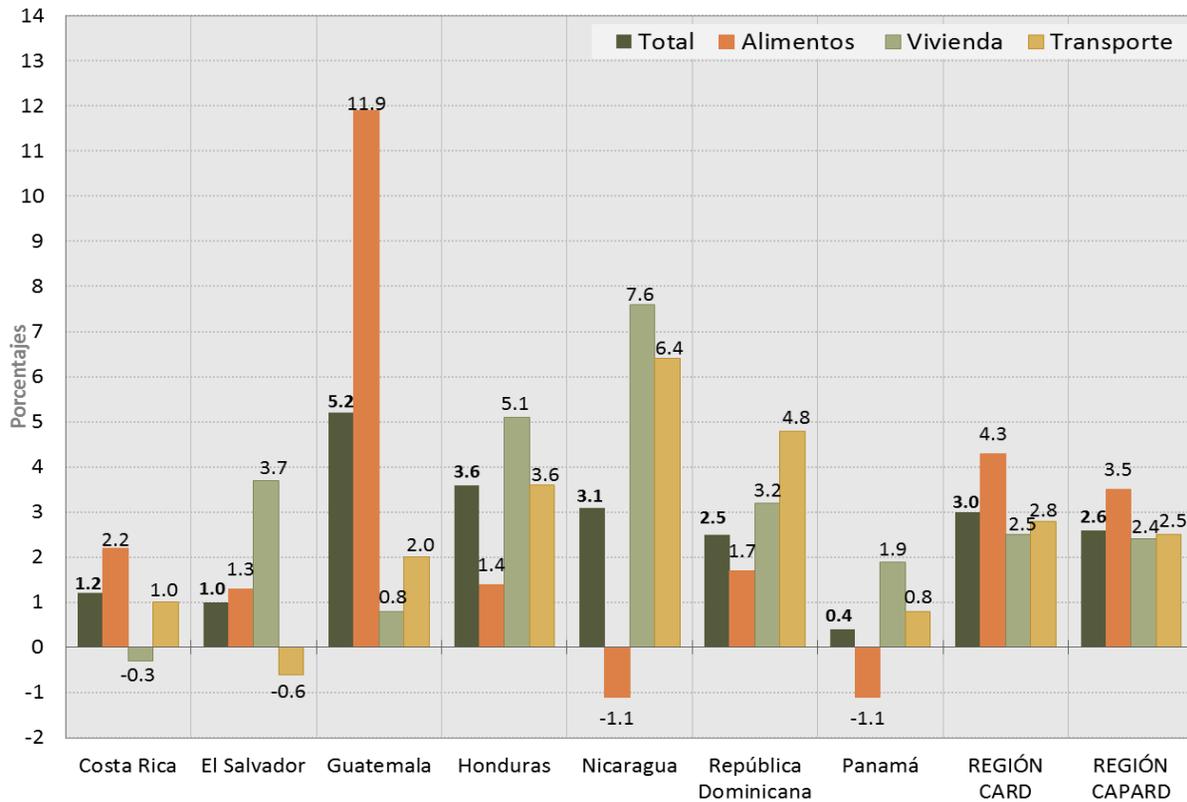


Figura 18. Inflación interanual en la región al mes de Julio de 2017, por grupo.

Fuente: (Consejo Monetario Centroamericano, 2017).

En la figura 18 demuestra que el país supera el promedio de la región y se adjudica la segunda inflación interanual más alta de la región a julio de 2017, superada solamente por Guatemala y seguida por Nicaragua.

2.3.2.7 DEVALUACIÓN

También conocida en el ámbito económico como deslizamiento o depreciación de la moneda y se produce cuando se reduce el tipo de cambio oficial de un país; es decir, existe una

caída en el precio de una moneda en términos de otra. Baca Urbina (2013) hace referencia a que representa un riesgo financiero ya que hace que el costo de mantenimiento sea mayor sin que la E.A.V.S puedan evitar ese aumento. Un aumento en los costos operativos genera una reducción en la relación costo beneficio, para el cálculo del SROI, tiene un impacto negativo en el proyecto.

2.3.2.8 DEPRECIACIÓN

(Moyer, McGuigan, & Kretlow (2005) la definen como: Asignación sistemática del costo de un activo durante más de un año que permite a la organización repartir los costos de sus activos fijos durante un período de varios años para adecuar mejor sus costos e ingresos en cada período contable. (p. 284).

Los métodos de depreciación que admite la ley en Honduras son el de línea recta, suma de los números dígitos, saldos decrecientes y otros basados en la producción y en horas de uso o desgaste normal; de los cuales se utilizará el método de línea recta para depreciar los activos fijos adquiridos en la construcción de la PTAR.

La tasa de depreciación ejerce un impacto significativo en los flujos de efectivo ya que representa un gasto no efectivo que es deducible de impuestos y que debe ser sumado a las utilidades después de impuestos. Es decir que a mayor monto de depreciación cargado en un período, menor será el ingreso gravable y, por ende, menor el pago de impuestos; lo que a su vez se traduce en un aumento en los beneficios, por lo que afecta positivamente al SROI. (MEJÍA & PAREDES, 2016).

2.3.2.9 COSTO DE INVERSIÓN

“Comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo” (Baca Urbina, 2013, p. 175).

Se refiere a la sumatoria del valor en moneda local de todos los bienes propiedad de la empresa adquiridos para iniciar operaciones. Los activos fijos se relacionan con los bienes necesarios para ejercer las actividades de los servicios, como ser el mobiliario, equipo, insumos, entre otros. Los activos diferidos se relacionan con los bienes necesarios para el funcionamiento del negocio, como ser el diseño, licencia de marcas, diversos contratos, la puesta en marcha, entre otros. (MEJÍA & PAREDES, 2016).

Esta variable interviene en el cálculo del SROI y su grado de afectación es negativa; por lo tanto, una mayor inversión inicial, es un aumento en los costos, por lo que se traduce en un menor valor del SROI.

2.3.2.10 BENEFICIO DE SALUD

En los beneficios de salud se toma en cuenta el impacto de las enfermedades estomacales en la comunidad de la E.A.V.S. relacionado a las aguas residuales, la disminución de este riesgo de contaminación de afluentes, de pozos de agua y derrames vendrán a impactar de manera positiva, ya que se disminuirán los casos de enfermedades en la E.A.V.S.

2.3.2.11 BENEFICIO AMBIENTAL

En el beneficio ambiental, el cuidado de los recursos naturales, uno de los más vitales como lo es el agua, es una de los temas que a nivel mundial donde se han realizado diversos estudiando, generando propuestas de reutilización en distintas áreas.

El ahorro en consumo de agua es uno de los beneficios de la planta de tratamiento con la reutilización de las mismas en sistema de riego por lo que esta variable tiene un impacto positivo en la E.A.V.S.

2.3.2.12 BENEFICIO LEGAL

El cumplimiento con las leyes del estado, en cualquier instancia para una institución pública se torna de gran importancia por lo que impacta de manera positiva evitando cualquier multa o sanción que pueda causar el infringir con las leyes, y en este caso con la Ley del Ambiente.

2.3.2.13 BENEFICIO DE EDUCACIÓN

La educación en cualquier país es un tema de mucha relevancia, ya que es un derecho de los niños el tener la posibilidad de aprender y desarrollarse en el ámbito educativo. El mejoramiento de la contaminación de las aguas residuales impacta de manera positiva ya que al evitar enfermedades que puedan provocar que los alumnos pierdan clases o exámenes, así como los maestros y personal tengan ausentismo, genera un ahorro positivo a la E.A.V.S.

2.4 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS UTILIZADOS

2.4.1 AFORO

Aforar el agua consiste en medir el caudal del agua. En vez de caudal también se puede emplear los términos gasto descarga y a nivel de campo riegos. Son varios los métodos que se pueden emplear para aforar el caudal del agua, estando la mayoría de ellos basados en la determinación del área de la sección mojada transversal y la velocidad media, para lo cual se utiliza la fórmula clásica: (Ver ecuación 4).

$$Q = AxV \quad (4)$$

Donde:

Q = caudal en m³/s.

A = Área de la sección mojada transversal en m².

v = velocidad en m/s.

2.4.2 AUTOCAD

Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a dibujo asistido por computadora (por sus siglas en inglés Computer Assisted Drawing), teniendo su primera aparición en 1982. AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

Es un programa donde permite realizar modelaciones de áreas, y espacios, en una escala definida con dimensiones reales. Una vez introduciendo datos de campos se puede conocer el espacio territorial disponible, la ubicación y modelación de espacios.

2.4.3 DATOS ESTADÍSTICOS

Los datos estadísticos permiten conocer cuál ha sido el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo. A través de modelos donde se pueden realizar una proyección de población a un determinado tiempo.

2.4.4 COTIZACIONES

Es el documento o información que el departamento de compras usa en una negociación. Es un documento informativo que no genera registro contable. Cotización es la acción y efecto de cotizar (poner precio a algo, estimar a alguien o algo en relación con un fin, pagar una cuota). El término suele utilizarse para nombrar el documento que informa y establece el valor de productos o servicios.

Más específicamente, cotización de un valor mobiliario o título valor es su admisión a negociación en un mercado bursátil o de una divisa. Más exactamente, la cotización es la tasación oficial que se hace de su valor (normalmente a diario), en función de criterios pre-establecidos que dependen de las órdenes de compra y de venta de ese título y también puede estar regulada por el Estado.

2.4.5 ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA

Es la herramienta principal de algunos de los tipos de entrevista por la cual se recolecta la información de los encuestados a través de diferentes mecanismos persuasivos hacia los mismos. Cabe destacar que las encuestas estructuradas no son las únicas que existen, también existen las semi estructuradas y las no estructuradas.

Estructuradas: Es el tipo de encuesta que está previamente elaborada y tiene unos parámetros fijos y que no cambian con el tiempo, así mismo las preguntas mantienen un orden específico y son meramente de tipo cerradas.

Semi estructuradas: Es el intermedio entre las encuestas estructuradas y las no estructuradas ya que éste contiene preguntas de tipo abierta y cerradas por lo que proporcionan dos puntos de vista diferentes del mismo encuestado.

No estructuradas: Son aquellas que no cuentan con un orden en específico ni una jerarquía propia de las encuestas, por lo que las preguntas son meramente abiertas y exploratorias.

2.4.6 MEDICIÓN DE CAMPO

La medición es considerado uno de los procesos básicos en los estudios científicos la cual es utilizada para determinar la proporción que existe en la comparación de dos patrones, donde uno de ellos ya está previamente establecido (es conocido a través de una magnitud física) y el otro se desea conocer. Es necesario recalcar que para que pueda existir una medición correcta tanto la

dimensión de lo que se quiere como la unidad con la que se va a comparar correspondan a la misma naturaleza o magnitud.

En el campo de la medición la posibilidad de que existan los errores es amplia, los cuales pueden ser dados por imperfecciones que pueda tener el instrumento medidor o errores experimentales (humanos), a pesar de que siempre se debe tener en cuenta la existencia del error, debe tratarse en lo posible de que sea mínimo, casi imperceptible, por esta razón es conocido que es muy difícil realizar una medición exacta.

La medición debe ser comparada con un patrón preexistente, el cual es conocido como unidad de medida, y para que pueda ser considerada de este modo debe contar con las siguientes características, universalidad (debe poder ser empleado en cualquier país), reproducibilidad (debe ser fácil su de imitar y representar) e Inalterabilidad (no puede presentar alteraciones ni modificaciones en el tiempo ni por la persona que realice la medición).

2.4.7 ENCUESTAS

Una definición técnica de la encuesta, la define como: una herramienta o instrumento estandarizada/o que permite obtener información acerca de una muestra de la población total.

Por su parte, Cecilia Blanco, menciona que Campbell y Katona, señalan que la encuesta es una técnica que depende del contacto directo o indirecto con todas las personas cuyas actitudes, conductas o características son significativas para una determinada investigación. (Blanco, 2011 citado en Dewin Justiniano, 2016).

2.4.8 MATRIZ DE DECISIÓN

La matriz de priorización de problemas es una herramienta para seleccionar las distintas alternativas de soluciones, en base a la ponderación de opciones y aplicación de criterios.

Se trata de un instrumento clave para tomar decisiones y clasificar problemas. Nos enseña a cómo ser más productivo en el trabajo y a cómo tomar decisiones importantes. Y nos ayuda a definir las causas y efectos de situaciones problemáticas para aplicar estrategias más acertadas.

En la gestión de proyectos, son muchas las ventajas que podemos aplicar con esta herramienta. Identificamos todo lo que puedes ganar si aplicar esta matriz de priorización en situaciones de crisis o momentos de bloqueo en la toma de decisiones. (SINNAPS, 2015)

Identificamos todo lo que se puede ganar si se utiliza la matriz de priorización de problemas en la gestión de procesos y proyectos.

1. Soluciones eficaces
2. Valoración de expectativas
3. Identificación de criterios de selección
4. Exploración de diferentes alternativas
5. Soluciones contrastadas bajo los mismos criterios
6. Identificación de riesgos
7. Posibilidad de aplicar simulaciones de proyecto guardadas en tu aplicación
8. Planificaciones flexibles y orientadas a los requerimientos reales. (SINNAPS, 2015)

2.4.9 RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN (SROI).

Este modelo tiene capacidad explicativa para valorizar impactos de proyectos sin fines de lucro como los proyectos de desarrollo en donde la principal dificultad es obtener aproximaciones monetarias para impactos intangibles. Aunque este tipo de valorización no siempre puede obtenerse, o en ocasiones resulta en un esfuerzo impráctico, la New Economics Foundation (nef, 2006, citado en Jeremy Nicholls, 2012).

Según (Jeremy Nicholls, 2012). En el desarrollo de las etapas según la guía para la implementación del SROI se describen cada uno de los pasos para poder llevarla a cabo.

En la etapa 1 establecer el alcance e identificar a los stakeholders clave se tiene pasos para su desarrollo:

1. Establecer el alcance

El alcance de un análisis SROI es una declaración explícita acerca del límite que está siendo considerado. Es a menudo el resultado de discusiones acerca de lo que a usted le es factible medir y de lo que le gustaría ser capaz de mejorar o comunicar. Usted necesitará tener claridad sobre por qué está dirigiendo este análisis y qué recursos están disponibles, y definir las prioridades para la medición. Esta etapa le ayudará a asegurar que lo que usted está proponiendo es viable.

2. Identificar a los stakeholders

Al tener claro el alcance del análisis, el paso siguiente es identificar e involucrar a sus stakeholders. Los Stakeholders (conocidos además como grupos de interés) son definidos como personas u organizaciones que experimentan cambio o afectan la actividad, de forma positiva o negativa, como resultado de la actividad que está siendo analizada. En el análisis SROI nos preocupa principalmente averiguar cuánto valor ha sido creado o destruido y por quién.

3. Decidir cómo involucrar a los stakeholders

En el método utilizado en el involucramiento de los stakeholder para poder recolectar información puede ser tan simple como llamar a alguien por teléfono o tan complejo como la celebración de una sesión de grupo. Al recopilar información de los participantes, se pregunta al personal que trabaja con ellos sobre la mejor manera de comprometerlos.

Involucrar a los stakeholders no tiene que ser necesariamente una tarea onerosa o que requiera demasiado tiempo y frecuentemente es una manera de verificar y refinar su trabajo. Sin embargo, usted puede limitar el tiempo invertido siendo creativo.

En la etapa 2 de crear mapa de Outcomes se desarrollan los siguientes pasos:

1. Empezar el Mapa de Impacto determinando la información necesaria que será llenada una vez se recolecten los datos.

2. Identificar inputs cuales están relaciones directamente con el proyecto.

3. Valorar inputs considerando cada una de los factores intangibles.

4. Clarificar outputs que son un resumen cuantitativo de una actividad.

5. Describir outcomes el SROI es una herramienta de medición basada en outcomes, pues medir los outcomes es la única forma de estar seguro de que los cambios para los stakeholders están teniendo lugar.

En la etapa 3 se debe evidenciar los outcomes y darles un valor.

1. Desarrollar indicadores para los outcomes son formas de saber que ha ocurrido un cambio. En el SROI son aplicados a los outcomes ya que estas son las medidas de cambio en las que estamos interesados.

2. Recoger información de los outcomes como parte de su análisis SROI prospectivo, es importante cambiar la forma de recoger datos para que usted tenga la información correcta y disponible para llevar a cabo un SROI evaluativo en el futuro.

3. Establecer cuánto duran los outcomes se necesitará un estimado de la duración de cada uno de sus outcomes.

4. Poner un valor al outcome el objetivo de la valoración es revelar el valor de los outcomes y mostrar lo importante que son en relación al valor de otros outcomes.

En la etapa 4 establecer el impacto donde se desarrollan los siguientes pasos:

1. Peso muerto y desplazamiento es una medida de la cantidad de outcome que habría pasado aun si la actividad no hubiera tenido lugar. Es calculado como un porcentaje.

2. Atribución es una evaluación de cuánto del outcome fue causado por la contribución de otras organizaciones o personas.

3. Decrecimiento es usado para contabilizar esto y se calcula sólo para outcomes que duran más de un año.

4. Calcular el impacto todos estos aspectos del impacto son normalmente expresados en porcentajes.

En la etapa 5 Calcular el SROI.

1. Proyectar hacia el futuro en el primer paso para calcular el ratio es proyectar hacia el futuro el valor de todos los outcomes obtenidos.

2. Calcular el valor actual neto a fin de calcular el valor actual neto (VAN) los costos y beneficios pagados o recibidos en diferentes periodos de tiempo deben ser añadidos.

3. Calcular el ratio Usted está ahora en posición de calcular el ratio SROI inicial. Esta es una operación muy simple. Se divide el valor descontado de los beneficios por la inversión total.

4. Análisis de sensibilidad después de calcular el ratio, es importante evaluar hasta qué nivel cambiarían sus resultados si usted cambiara alguno de los supuestos que hizo en las etapas anteriores. El propósito de un análisis como éste es probar cuáles supuestos tienen el mayor efecto en su modelo.

5. Periodo de retorno describe cuánto tiempo tomaría para que una inversión fuera pagada en su totalidad.

2.5 MARCO LEGAL

Se han identificado leyes y normas legales relacionadas con los servicios de agua y saneamiento, de las cuales se destacan las que seguidamente se han de citar y analizar en los aspectos vinculados a esta investigación:

2.5.1 LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS

Considerada Ley Primaria, Carta Magna o fundamental en donde están determinados los derechos de Honduras, la forma de gobierno y la organización de los poderes públicos de que éste se compone; dicha Constitución fue emitida bajo el decreto legislativo No. 131 del 11 de enero de 1982 y publicada en el Diario Oficial la Gaceta el 20 de enero de 1982. En su artículo No. 145. “Se reconoce el derecho a la protección de la salud”.

Considerando que el acceso al agua es un derecho humano fundamental, la Constitución de la República reconoce el derecho a la protección de la salud, sin embargo, es de relevante prioridad que el agua tiene que ser de calidad para la preservación de la salud y evitar de esta manera las enfermedades provenientes de agua contaminada. (Constitución de la República, 1982).

2.5.2 LA LEY MARCO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Fue emitida por el Soberano Congreso Nacional de la República mediante el Decreto No. 118 del año 2003 de fecha 20 de agosto de 2003 y publicado en el Diario Oficial la Gaceta el 8 de octubre de 2003. (LEY MARCO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, 2003).

2.5.3 EL REGLAMENTO DE LA LEY MARCO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Emitido por el Poder Ejecutivo a través de la Secretaría de Salud mediante el Acuerdo No. 006 de fecha 03 de febrero de 2004. En su artículo No. 16. Establece que “Corresponde a las Municipalidades, en su carácter de titulares de los servicios de agua potable y saneamiento, disponer la forma y condiciones de prestación de dichos servicios en su respectiva jurisdicción, observando lo prescrito en la presente Ley y demás normas aplicables. La titularidad a que se refiere este artículo es permanente e intransferible”.

Artículo No. 17. “Las Juntas Administradoras de Agua y organizaciones comunitarias tendrán preferencia en el otorgamiento de la autorización municipal para la operación total o parcial de los servicios de agua potable y saneamiento en su respectiva comunidad”.

Asimismo, el artículo No. 29 establece que las Municipalidades como titulares del servicio aprobarán los reglamentos de prestación del servicio y su régimen tarifario, deberán, además, facilitar las actividades de los prestadores, realizando las acciones necesarias para apoyar las tareas de prestación y la ejecución de obras y proyectos de gestión ambiental.

Artículo No. 48. “Los sistemas actualmente a cargo del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) y los bienes directamente afectados a su prestación, serán transferidos gradualmente a las municipalidades correspondientes, sus condiciones para asumir la operación, serán evaluadas y dictaminadas por el Ente Regulador”.

2.5.4 REGLAMENTO DE LA LEY MARCO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.

El Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento fue emitido por el Poder Ejecutivo por medio de la Secretaría de Salud mediante Acuerdo No. 006-2004 y publicado en el diario oficial La Gaceta el 8 de mayo de 2004. En su Artículo No. 25 se reitera la titularidad municipal de los servicios de agua y saneamiento en donde reitera la decisión sobre el modelo de gestión más adecuado, como también acuerda los contratos de prestación y fija las tarifas. Es responsabilidad de las Municipalidades establecer las políticas locales de los servicios de provisión de agua potable y saneamiento.

2.5.5 LEY GENERAL DE AGUAS

La Ley General de Aguas, fue emitida por el Soberano Congreso Nacional de la Republica de Honduras mediante Decreto No. 181-2009 y publicada en el diario oficial la Gaceta el 14 de diciembre de 2009.

En su Artículo No. 3. “Principios y Fundamentos de la Gestión Hídrica establece que la gestión del recurso hídrico se ajustará a los principios y fundamentos siguientes Principios:

- El agua es un recurso esencial para la vida, el desarrollo social y económico. Su protección y conservación constituye una acción prioritaria del Estado;
- El consumo humano tiene relación preferencial y privilegiada sobre los demás usos;
- El agua es un recurso social, su acceso será equitativo.

La Ley General de Agua, crea la Autoridad del Agua como un órgano desconcentrado de la administración pública adscrita a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).

2.5.6 LEY GENERAL DEL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO

En su Artículo No. 74 se establece que el Estado, a través de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública y con la colaboración de la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente, vigilará el cumplimiento de las leyes generales y especiales atinentes al saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelos, con el objeto de garantizar un ambiente apropiado de vida para la población. (LEY GENERAL DEL AMBIENTE, 1993)

2.5.7 NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES Y ALCANTARILLADO SANITARIO

Artículo 6. Cada descarga a un cuerpo receptor en forma directa o indirecta deberá cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas generales cuyos rangos y concentraciones máximas permisibles, se especifican en la Tabla #1.

Artículo 7. Se prohíbe la utilización de aguas superficiales y/o subterráneas, de las redes públicas y aguas lluvias con el propósito de diluir la descarga al cuerpo receptor.

Artículo 8. Cuando los usuarios, aun cumpliendo con las normas de descarga produzcan concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para uso asignado, las Entidades Reguladoras podrán exigirles valores más restrictivos en la descarga. (Salud, 1996).

Tabla 13. Normas técnicas de descargas de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores

GRUPO A

PARÁMETRO	VALOR PERMISIBLE
Temperatura	<25.00 Grados Centígrados
Color	<200.00 uc
PH	6.00 a 9.00
Volumen Descargado	<10% del caudal o volumen promedio del cuerpo receptor

GRUPO B

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE
Sólidos Sedimentales (S.Sed)	1.00 ml/h
Sólidos Suspendidos (S.sus)	100.00 mg/l
Material Flotante y Espuma	AUSENTE

GRUPO C

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE
DBO	50 mg/l
DQO	200.00 mg/l
Grasas y Aceites	10.00 mg/l

Continuación Tabla 13.

GRUPO D

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE
Nitrógeno Total Kjeldahl	30.00 mg/l
Nitrógeno Amoniacal	20.00 mg/l
Fósforo Total	5.00 mg/l
Sulfuros	0.25 mg/l
Sulfatos	400.00 mg/l
Aluminio	2.00 mg/l
Bario	5.00 mg/l
Hierro	1.00 mg/l
Manganeso	2.00 mg/l
Zinc	2.00 Mg/l
Cobre	0.50 mg/l
Estaño	2.00 mg/l
Níquel	2.00 mg/l
Plata	0.10 mg/l
Plomo	0.50 mg/l
Mercurio	0.01 mg/l
Cadmio	0.05 mg/l
Cromo Total	1.00 mg/l
Cromo Hexavalente	0.10 mg/l
Cobalto	0.50 mg/l
Arsénico	0.10 mg/l
Cianuro	0.50 mg/l
Fluoruros	10.00 mg/l
Selenio	0.20 mg/l

GRUPO E

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE
Bifenilos Policlorados	AUSENTE
Tricloroetileno	0.30 mg/l
Tetracloroetano	0.10 mg/l
Tetracloruro de Carbono	1.00 mg/l
Dicloroetileno	1.00 mg/l
Cloroformo	0.03 mg/l
Sulfuro de Carbono	1.00 mg/l
Pesticidas Órgano Clorados	0.05 mg/l
Pesticidas Órgano Fosforados	0.10 mg/l
Hidrocarburos	0.50 mg/l
Fenoles	0.50 mg/l
Detergentes	2.00 mg/l

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE
Coliforme Fecal	5000/100 ml

GRUPO G

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE
Isótopos Radioactivos	AUSENTE

Artículo 20. Según lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, las Municipalidades del País previo informe técnico de la Secretaría del Estado en el Despacho de Salud Pública o la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente, podrán establecer e imponer sanciones a las infracciones que se produzcan en contravención con estas Normas, sin perjuicio de la aplicación de sanciones establecidas en otras leyes y reglamentos, evitándose en todo caso la duplicación de sanciones por la misma infracción.

2.5.8 CÓDIGO DE SALUD

El Código de Salud, fue promulgado por el Congreso Nacional de la República mediante Decreto Legislativo No. 65-91 y publicado en la Gaceta diario oficial de la Republica de Honduras el 6 de agosto de 1991. Dicho Código, asigna atribuciones a la Secretaría de Salud en relación al manejo de agua pluviales y servidas para consumo humano incluyendo medidas de protección y control. (Codigo de Salud, 1991).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se desarrollará la metodología con la que se llevará a cabo la investigación, relacionando el planteamiento del problema y la operacionalización de las variables de estudio, las dimensiones, especificando técnicas y procedimientos para que se puedan validar los resultados.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.

En esta sección se realiza el planteamiento y diseño de la metodología del proceso de investigación, ya que es necesario que sean bien estructurada y congruente en cada una las secciones durante el desarrollo de la investigación, con el propósito de brindar respuesta a las preguntas de investigación y probar la hipótesis formulada. También se detallarán los instrumentos para garantizar la coherencia entre las variables y la hipótesis planteada.

Tabla 14. Matriz metodológica

Titulo	Problema	Preguntas de investigación	Objetivos		Variables	
			Generales	Específicos	Independiente	Dependiente
Tratamiento de aguas residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula	Es el SROI mayor que uno en el estudio de rentabilidad social de costo beneficio de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.	1. ¿Cuál es el volumen de aguas residuales en la EAVS?	Analizar la rentabilidad social de una planta de aguas residuales que cumpla con las normas y condiciones del ambiente para la descarga en cuerpos hídricos la E.A.V.S.	Analizar el proceso de tratamiento que se da a las aguas servidas en la institución.	Volumen de aguas residuales	RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN (SROI)
		2. ¿Cómo mejorar el proceso de tratamiento de agua residual?			Población a servir	
		3. ¿Se puede reutilizar el agua siendo tratada para riego?			Costo Operativo	
		4. ¿Qué tipo de tratamiento es necesario?			Costo de Mantenimiento	
		5. ¿Qué tipo de plantas de tratamiento existen?			Terreno	

Continuación Tabla 14

Titulo	Problema	Preguntas de investigación	Objetivos		Variables	
			Generales	Específicos	Independiente	Dependiente
Tratamiento de aguas residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula	Es el SROI mayor que uno en el estudio de rentabilidad social de costo beneficio de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.	6. ¿Existe suficiente espacio para una planta de tratamiento?	Analizar la rentabilidad social de una planta de aguas residuales que cumpla con las normas y condiciones del ambiente para la descarga en cuerpos hídricos la E.A.V.S.	Realizar un estudio técnico del diseño de una planta de tratamiento	Devaluación	RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN (SROI)
		7. ¿Qué son tanques imhoff?			Costo de Inversión Inicial	
		8. ¿Qué son las fosas sépticas?			Inflación	
		9. ¿Qué son lodos activados?			Depreciación	
		10. ¿Cuál es el mantenimiento de las plantas de tratamiento?			Beneficio de Salud	
		11. ¿Es necesaria la ampliación de la red de servicios sanitarios?			Equipo	
		12. ¿Qué enfermedades son por consumo de agua contaminada en la E. A.V.S?			Beneficio Ambiental	
		13. ¿Cuántos alumnos se enferman por ingerir alimentos contaminados por aguas residuales?				
		14. ¿Cuál es el impacto de las aguas residuales en la contaminación del medio ambiente?				
		15. ¿Resulta muy oneroso para la institución implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales?				
		16. ¿Cuánto me cuesta el metro cúbico de agua tratada siendo reutilizada en irrigación?				
		17. ¿Qué hacer con el agua después de tratada?				
		18. ¿Qué criterio hay que tomar en cuenta para las determinar una solución?				

Continuación Tabla 14

Titulo	Problema	Preguntas de investigación	Objetivos		Variables	
			Generales	Específicos	Independiente	Dependiente
Tratamiento de aguas residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula	Es el SROI mayor que uno en el estudio de rentabilidad social de costo beneficio de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.	19. ¿Qué es un humedal?	Analizar la rentabilidad social de una planta de aguas residuales que cumpla con las normas y condiciones del ambiente para la descarga en cuerpos hídricos la E.A.V.S.	Elaborar un análisis financiero de la construcción de una planta de tratamiento.	Beneficio Legal	RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN (SROI)
		20. ¿Cuál es la penalidad legal por contaminar con aguas residuales los recursos hídricos?				
		21. ¿Cuál es la afectación de las enfermedades estomacales en el rendimiento de los alumnos en la E.A.V.S?			Beneficio Educación	
		22. ¿Qué impacto tiene en los costos de la E.A.V.S el ausentismo de los maestros por enfermedades estomacales?				

3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Una vez identificadas las variables de investigación dan paso a su operacionalización, determinando que el proyecto sea tangible, medible, operativo y aplicado a la realidad. En esta sección se especifican las variables independientes y dependientes que serán motivo de análisis para el desarrollo de la investigación. Existe una relación entre ellas y un grado de afectación. Es necesario comprender cuáles serán las dimensiones de cada una de las variables independientes que afectan directamente la variable dependiente SROI.

La técnica de la evaluación SROI sirve para determinar la rentabilidad de proyectos donde no se tiene un retorno, ya que son proyectos sociales o de inversión pública. Ésta variable dependiente se ve afectada por las variables independientes de los estudios de técnico y financiero determinando los costos y beneficios, realizados en la investigación, que componen el estudio de rentabilidad social que se muestran en la figura 19.



Figura 19. Diagrama de los estudios que afectan la variable dependiente.

El diagrama de la figura 20 muestra la agrupación de las variables independientes que se analizan en el estudio de técnico y las dimensiones que éstas abarcan.

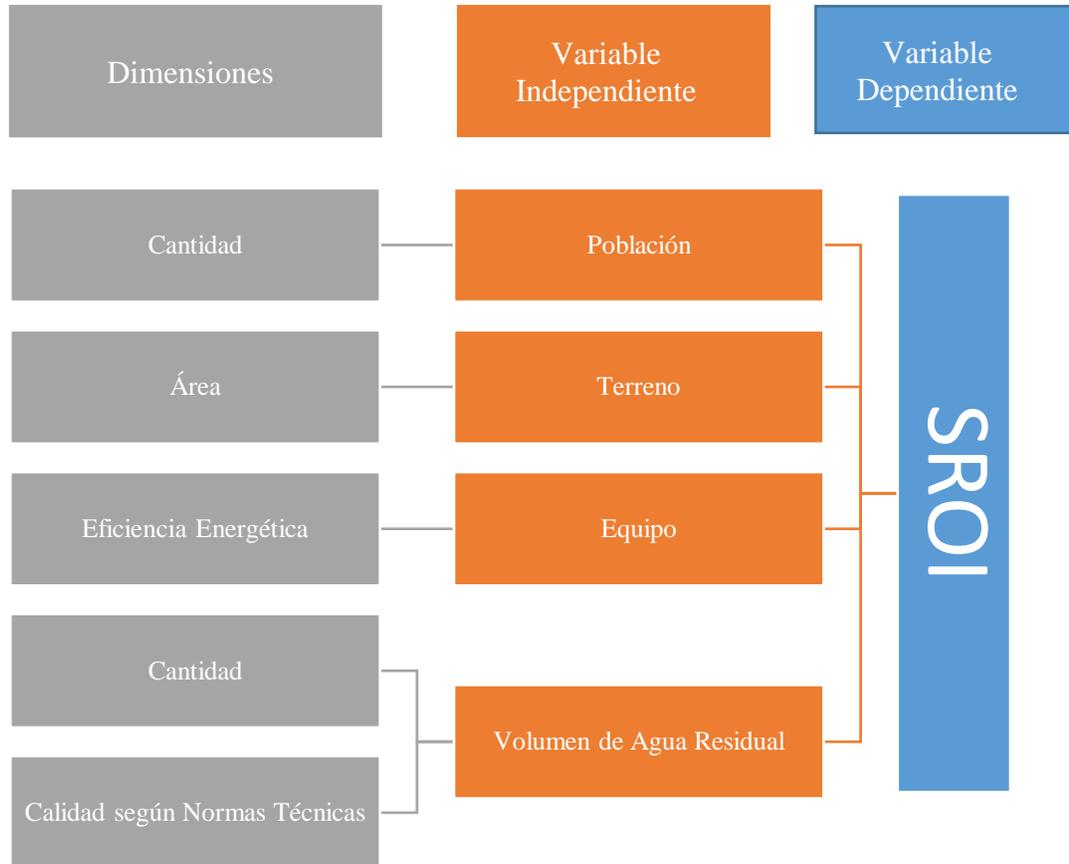


Figura 20. Variables independiente, dependiente y dimensión del estudio técnico.

Fuente: Propia

El diagrama de la figura 21 se muestra la agrupación de las variables independientes que se analizan en el estudio de financiero, y las dimensiones que éstas abarcan.

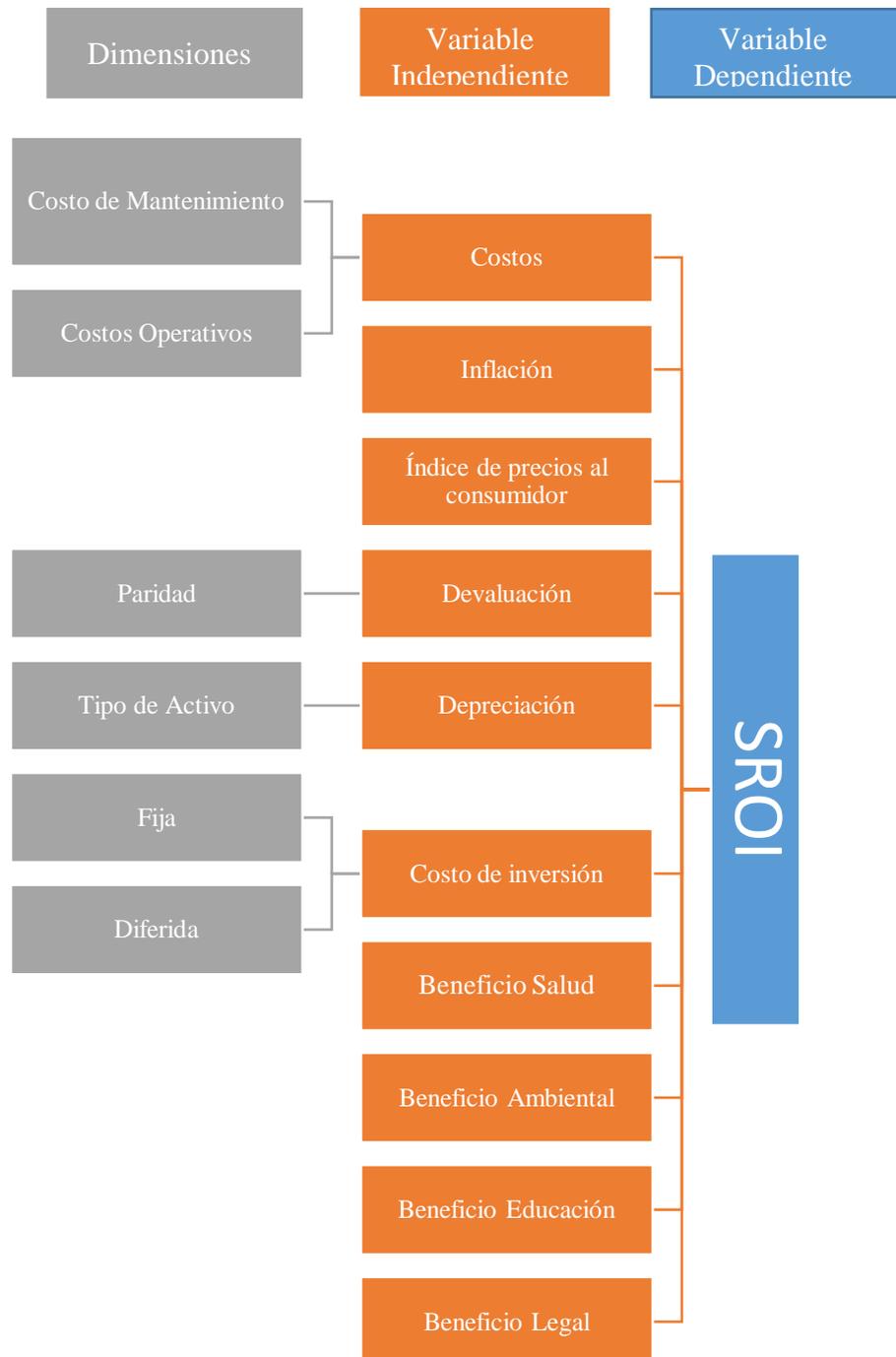


Figura 21. Variables independiente, dependiente y dimensión del estudio financiero.

Fuente: Propia

Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables

VAR. INDEP.	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL	Es la cantidad de Aguas y demás líquidos de desecho, de composición variada, provenientes de actividades domésticas, comerciales, institucionales, industriales, agrícolas, pecuarias, acuícolas, turísticas, mineras o de cualquier otra actividad capaz de engendrar aguas de desecho.	Es el volumen de las aguas residual proveniente s de los sanitarios y lavamanos, duchas, cocinas en las E.A.V.S.	Cantidad	M3	¿Cuál volumen de aguas residuales en la EAVS?	Continua	Razón	Teoría Fundamenta da
POBLACIÓN	Grupo formado por las personas que viven en un determinado lugar o incluso en el planeta en general. También permite referirse a los espacios y edificaciones de una localidad u otra división política, y a la acción y las consecuencias de poblar.	Es la cantidad de personas en la E.A.V.S, incluyendo alumnos y maestros que utilizan las instalaciones durante la semana completa.	Datos de matrícula	Cantidad de personas	¿Cuál volumen de aguas residuales en la EAVS?	Continua	Razón	Teoría Fundamenta da
			Índice de crecimiento	% Porcenta je de Crecimi ento Anual	¿Cuál volumen de aguas residuales en la EAVS?	Continua	Razón	Teoría Fundamenta da
TERRENO	Es una porción de espacio generalmente plano, de tierra, en el que no se tiene nada construido, solo se trata de un área en la que no existe un edificio o algo que cubra la superficie del mismo.	Es el área disponible con el que cuenta la E.A.V.S, para poder realizar la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.	Área	M2	¿Existe suficiente espacio para una planta de tratamiento ?	Continua	Razón	Teoría Fundamenta da

Continuación de Tabla 15.

VAR. INDEP.	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica	
	Conceptual	Operacional							
EQUIPO	Conjunto de maquinaria e instalaciones necesarias para realizar los procesos.	Selección de equipo con mejor eficiencia energética, para el bombeo de las aguas tratadas para la reutilización en irrigación	Eficiencia energética	kw/hr	¿Cuál es el mantenimiento de las plantas de tratamiento?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada	
	COSTO	El Costo es una variable del sector económico que representa la totalidad del gasto económico de una producción, Esta suma, es la más importante que se realiza en la estadística de las empresas, puesto que luego de realizada esta, se establece cual será el precio del producto manufacturado que saldrá a la venta al público. El costo representa la inversión que se hace para la producción. De la misma manera que los bienes, los servicios también aplican esta herramienta para sus cuentas, pues se establece de la misma manera cual será el uso de los bienes monetarios disponibles en la empresa para ejecutar sus funciones.	Costo operativo +Costo Mantenimiento de Infraestructura e instalación de equipo	Operativo	Lempiras/mes	¿Cuál es el mantenimiento de las plantas de tratamiento?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
				Mantenimiento	Lempiras/mes	¿Cuál es el mantenimiento de las plantas de tratamiento?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
Infraestructura planta de tratamiento e instalación de equipo				Lempiras/mes	¿Resulta muy oneroso para la institución implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada	

Continuación de Tabla 15.

VAR. INDEP.	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
DEVALUACIÓN	Reducción en el precio de la moneda de un país en términos de otra.	Tasa de depreciación que experimenta el lempira frente al dólar.	Paridad	Tasa de depreciación (%)	¿Resulta muy oneroso para la institución implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
DEPRECIACIÓN	Valor monetario que pierden los activos fijos en el tiempo debido a su uso.	(Costo total de activo - Valor residual) * Tasa de depreciación	Tipo de activo	Lempiras/año	¿Resulta muy oneroso para la institución implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
COSTO DE INVERSIÓN	Cantidad monetaria destinada a la adquisición de todos los activos necesarios para iniciar las operaciones.	Valor de activos fijos + Valor de activos diferidos	Fija	Lempiras	¿Cuánto me cuesta el metro cúbico de agua tratada siendo reutilizada en irrigación?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
			Diferida	Lempiras	¿Cuánto me cuesta el metro cúbico de agua tratada siendo reutilizada en irrigación?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
INFLACIÓN	Inflación hace referencia al aumento generalizado y sostenido de bienes, servicios y factores productivos dentro de una economía en un periodo determinado.	Tasa aplicable a los costos	Índice de Precios al Consumidor	Tasa de Inflación (%)	¿Resulta muy oneroso para la institución implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada

Continuación de Tabla 15.

VAR. INDEP.	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
BENEFICIOS SOCIALES	El beneficio de salud creado por un proyecto que mejora las condiciones, previniendo enfermedades que puede tener un impacto en una población o comunidad	Beneficios de Salud	Salud	Lempiras	¿Qué enfermedades son por consumo de agua contaminada en la E.A.V.S?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
	El beneficio ambiental creado por un proyecto disminuyendo el impacto ambiental, el cuidado de los recursos naturales, y el entorno en el que se desarrolla.	Beneficio Ambiental	Ambiental	Lempiras	¿Cuál es el impacto de las aguas residuales en la contaminación del medio ambiente? ¿Qué hacer con el agua residual tratada?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
	El beneficio en Educación creado por un proyecto es la mejora del nivel de desarrollo social, brindado condiciones donde los alumnos y maestros de centros educativos puedan llevar a cabo sus funciones sin tener retrasos o ausencias.	Beneficio Educación	Educación	Lempiras	¿Cuál es la afectación de las enfermedades estomacales en el rendimiento de los alumnos en la E.A.V.S? ¿Qué impacto tiene en los costos de la E.A.V.S el ausentismo de los maestros por enfermedades estomacales?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada
	El beneficio legal creado por un proyecto con el cumplimiento de las normas y leyes establecidas por el estado, previendo incurrir en multas legales que pueda afectar a una empresa o institución.	Beneficio Legal	Legal	Lempiras	¿Cuál es la penalidad legal por contaminar con aguas residuales los recursos hídricos?	Continua	Razón	Teoría Fundamentada

Fuente propia

3.1.2 HIPÓTESIS

Las hipótesis son explicaciones previas, que pueden contener información relevante digna de estudio que buscan convertirse en conclusión a un determinado problema, son la clave fundamental en una investigación. (Hernández Sampieri & et al, 2010) afirma: “que las hipótesis son explicaciones tentativas del fenómeno investigado y surgen del planteamiento del problema y la revisión bibliográfica. Con el propósito de pronosticar un hecho, se plantean las hipótesis de investigación y nula que serán sometidas a prueba”, (p.91).

A continuación, se presentan la hipótesis de Investigación e hipótesis nula del presente estudio:

Hipótesis de investigación (Hi) = Retorno Social de la Inversión > 1

Hipótesis nula (Ho) = Retorno Social de la Inversión ≤ 1

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

La investigación se desarrollará mediante un enfoque mixto, donde se desarrollará un enfoque cuantitativo y cualitativo, con un diseño concurrente, el tipo de diseño no experimental que se aplica en la investigación es el transaccional o transversal, ya que la recolección de datos se realizará en único tiempo y luego se debe analizar las variables en el momento que se está llevando a cabo la investigación.

En el alcance del estudio es de carácter descriptivo ya que la investigación busca únicamente medir y recopilar información, de manera independiente o en conjunto, sobre las dimensiones o variables en estudio sin necesidad de relacionarlas entre sí. (Vara Horna, 2010),

indica que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características o perfiles importantes de personas, grupos, empresas, comunidades, etc.; Existe bibliografía sobre el tema, pero pocos estudios empíricos (p.188).

Es un estudio no probabilístico ya que la selección de la muestra se realizó a conveniencia, según la disposición de tiempo, espacio y disponibilidad para la aplicación de las encuestas. En el estudio mixto se emplean técnicas propias de cada estudio que componen el de rentabilidad social para facilitar su realización. Se realizan mediciones de campo, entrevistas no estructuradas para la obtención de datos estadísticos, encuestas, ya que se busca recopilar y registrar datos e información relevante sobre las variables de interés en el estudio. Se hace uso del análisis de las dimensiones para calcular y evaluar las variables del diseño técnico. La evaluación de costos-beneficios se aplica para calcular y analizar las variables económicas que intervienen en la rentabilidad social.

En el estudio técnico se realizará un análisis del tipo de tratamiento que se utilizará en la planta de tratamiento, el diseño de la planta, determinando la calidad del efluente que será reutilizado en sistemas de riego de cultivos.

En el estudio financiero se realizará un análisis de costos de la planta de tratamiento de aguas residuales, y el análisis de la encuesta de los beneficios sociales que obtendrán en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, reduciendo el impacto ambiental, prevención de enfermedades en los alumnos y maestros, personal de servicio civil.

Se utiliza un enfoque cualitativo que sirve para la recolección de datos no numéricos que permiten soportar el análisis de la investigación. En el estudio cualitativo se realiza a través de la

teoría fundamentada donde se generan proposiciones teoricas de los datos obtenidos en las encuesta de investigacion, ya que no existen estudios previos en la E.A.V.S. con respecto al tema de investiacion.

La integraci3n de estos datos contribuye a tener una visi3n m1s amplia y profunda sobre el tema de investigaci3n.

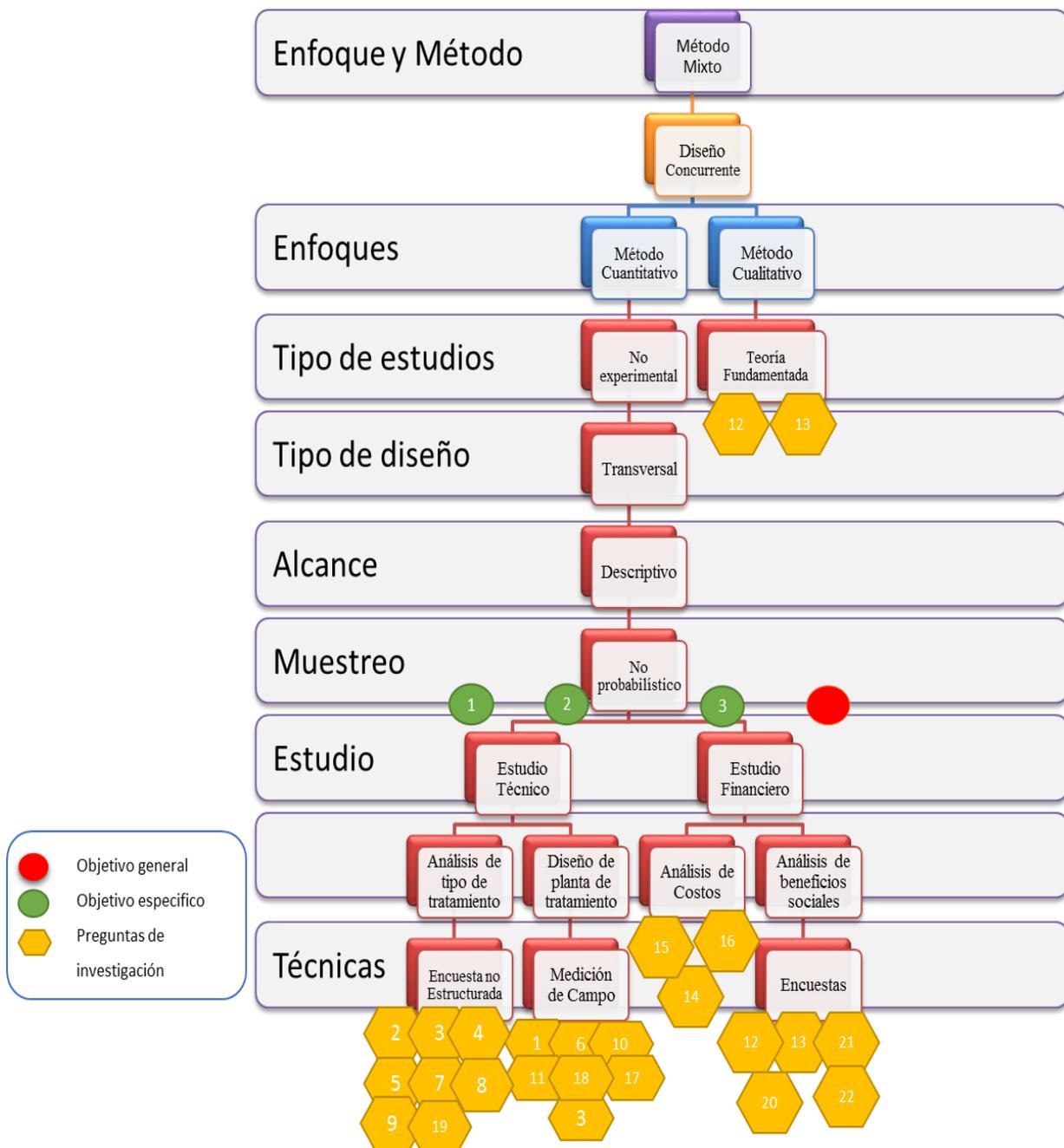


Figura 22. Enfoque de la Investigaci3n

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Vara-Horna (2010) establece que un diseño de investigación es un plan estratégico adaptado a la investigación y elaborado para responder las preguntas de investigación. Consiste de un conjunto de actividades sucesivas y organizadas que se deben llevar a cabo e indican las técnicas requeridas para la recolección y análisis de los datos. En la tabla 16 se consolidan las estrategias que se implementarán en la investigación para cumplir con la realización de los estudios cuantitativos y cualitativos.

Tabla 16. Plan estratégico de la investigación.

Estrategia	Actividades	Recursos		Tiempo de Ejecución	Responsables
		Humanos	Materiales		
Medición de Campo	Medición de Fosa 1	2 Personas	Metros Papel Bolígrafo	2 Horas	Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Medición de Fosa 2	2 Personas	Metros Papel Bolígrafo	2 Horas	Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Medición de Volumen de tanques de agua potable	1 Persona	Metros Papel Bolígrafo Escalera	2 día	Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Medición de Volumen de estanque de peces	2 Personas	Metros Papel Bolígrafo	1 Hora	Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Cantidad de servicios sanitarios	1 Persona	Metros Papel	2 Horas	Oneyda Oliva
	Medición de área disponible	1 Persona	Plano de levantamiento topográfico, Computadora (AutoCAD)	1 Hora	Elvin Zepeda
Encuesta no estructura	Recolección de datos estadísticos de Matricula	2 Personas	Papel Bolígrafo	3 Horas	Oneyda Oliva Elvin Zepeda
	Datos de Análisis de Agua Residual	2 Personas	Papel Bolígrafo	1 Hora	Oneyda Oliva
Encuesta de Beneficios Sociales	Prueba piloto	2 Personas	Encuesta impresa Bolígrafo	1 Día	Oneyda Oliva Elvin Zepeda

Continuación tabla 16.

	Encuesta	2 Personas	Encuesta impresa Bolígrafo	2 Días	Oneyda Oliva
Procesamiento de resultados, análisis	Tabulación de Información de Tamaño de fosas	1 Persona	Computadora (Excel)	1 Hora	Elvin Zepeda
	Tabulación de volumen de tanques	1 Persona	Computadora (Excel)	1 Hora	Elvin Zepeda
	Tabulación de datos estadísticos	2 Persona	Computadora (Excel)	6 Horas	Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Gráfico de resultado de análisis de agua residual	1 Persona	Computadora (Excel)	1 Hora	Oneyda Oliva
	Cálculo de población futura	1 Persona	Computadora (Excel)	1 Hora	Oneyda Oliva
	Cálculo de Volumen de agua residual	1 Persona	Computadora (Excel)	1 Hora	Elvin Zepeda
	Diseño de tipo de tratamiento de agua residual	3 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Asesor Temático Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Diseño de tanque de captación de efluente tratado de aguas grises	3 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Asesor Temático Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Diseño de líneas de distribución de agua para irrigación	3 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Asesor Temático Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Diseño de tanque de captación de efluente tratado de aguas residuales	3 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	1 Días	Asesor Temático Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Análisis de resultados de encuesta y cálculo de beneficios sociales	3 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Asesor Temático Elvin Zepeda Oneyda Oliva

Continuación tabla 16.

	Análisis de costos de planta de tratamiento	3 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Asesor Temático Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Análisis financiero y cálculo del SROI	2 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Elvin Zepeda Oneyda Oliva
	Conclusiones y recomendaciones en base los resultados	2 Personas	Papel, Bolígrafo, Computadora (Excel, AutoCAD, Word)	2 Días	Elvin Zepeda Oneyda Oliva

3.3.1 POBLACIÓN

Hernández Sampieri et al. (2010) menciona que la población es conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. La población para este estudio son 781 alumnos, 31 maestros y 21 personal de servicio civil con un total de población actual de 833 personas, con una proyección de población futura a 10 años de 2174 en la E.A.V.S.

3.3.2 MUESTRA

Según Hernández Sampieri et al. (2010): “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población” (p.173).

La ecuación de la muestra del proyecto de rentabilidad social de la construcción de una planta de tratamiento en la E.A.V.S. donde se evaluarán los beneficios sociales en los maestros,

alumnos, y personal de servicio civil en la E.A.V.S. ubicada en la ciudad de Choloma, Cortés, se calcula según la ecuación 5:

$$n = \frac{Z * p * q}{e^2} \quad (5)$$

La ecuación 5 muestra los símbolos de la fórmula, que corresponde a las variables donde:

n= tamaño de la muestra.

Z= valor correspondiente al nivel de confianza, = 1.96.

p= prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p=0.5), que hacer mayor el tamaño muestral, proporción de respuesta en una categoría.

q= 1-p proporción de respuesta en la otra categoría (no es, ceros en la condición usual).

e= error muestral, error que se prevé cometer. Es un margen de error que aceptamos.

En la tabla 17 se presentan la aplicación de la fórmula para el cálculo de la muestra óptima para el trabajo de investigación de las variables de beneficio social.

Tabla 17. Datos de las variables

Variable	Valores
n	833
Nivel de confianza	95%
Porcentaje de error:	5%
Z	1.96
p	0.5
q	0.5

Fuente propia

$$n = \frac{1.96_{0.05}^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

La cantidad de encuestas para el análisis de los beneficios sociales que se serán aplicadas en este proyecto de investigación son 264, de acuerdo al resultado obtenido de la ecuación 5.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

En la presente investigación se analizará las variables de investigación independientes que afectan directamente a la variable dependiente el SROI. Dentro de las variables se analizará el volumen de agua a tratar, el terreno disponible, la población a servir, la salud, costo del agua tratada, multas por incumplimiento de leyes, agua tratada en Riego, enfermedades, contaminación ambiental, analizando la información recopilada de las encuestas.

3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

En esta unidad de respuesta se busca poder cuantificar los beneficios sociales y costos del proyecto obtenidos del estudio técnico y el estudio financiero, evaluando a través de la metodología del SROI, siendo evaluado el resultado mayor a uno que determina la rentabilidad social de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S., en cambio sí es menor o igual a uno el proyecto no es rentable socialmente.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

El instrumento aplicado en esta investigación es el estudio de rentabilidad social, con sus estudios de técnico y estudio socio económico-financiero bajo los lineamientos de la metodología SROI.

3.4.1 INSTRUMENTOS

Un instrumento de medición se refiere a cualquier recurso o material que dispone un investigador para registrar información que se recolecta de los elementos de la población y datos sobre las variables independientes sometidas a estudio. Para respaldar la fiabilidad de la información, se requiere que éstos cumplan con los tres requisitos esenciales de confiabilidad, validez y objetividad.

Los principales instrumentos de medición y recolección de datos que se utilizan en el desarrollo de la investigación son los siguientes:

1. Entrevista no estructurada: para la recolección de datos estadísticos en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, el número de estudiantes, maestros y personal.

2. Encuesta Beneficio Social: lo cual es una herramienta o instrumento estandarizada/o que permite obtener información a profundidad acerca de una muestra de la población total.

3. Medición en campo: se utilizará en la recolección de información técnica, para el cálculo de volumen de agua residual, y el volumen de agua que se reutilizará en el riego, así como el espacio físico de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.

4. SROI constituye un marco útil para medir y contabilizar muchos de los beneficios que quedan fuera de la frontera de lo habitualmente valorizable. Estas mediciones concluyen con el cálculo de una ratio que compara los beneficios generados con los costos. La metodología se desarrolla a partir de un análisis tradicional de costo-beneficio y la contabilidad social, el SROI es un enfoque participativo que permite capturar en forma monetaria el valor de una amplia gama de resultados, tengan estos un valor de mercado o no. (Jeremy Nicholls, 2012)

3.4.1.1 PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Para validar el instrumento de recolección de datos se utilizó el método de Cronbach, que es el promedio de todos los coeficientes divididos posibles que resultan de distintas formas de dividir los reactivos de la escala, el coeficiente vario de 0 a 1, y un valor de 0.6 o menos por lo general indica confiabilidad de consistencia interna insatisfactoria. (Malhotra N, 2004, p. 268).

1. Prueba Piloto: consiste en administrar un instrumento a una pequeña muestra para probar su pertinencia y eficacia. (Incluyendo instrucciones), así como las condiciones de la aplicación y los procedimientos involucrados. A partir de esta prueba se calculan la confiabilidad y validez iniciales del instrumento.

2. Alfa de Cronbach: es un coeficiente que sirve para medir la confiabilidad de un instrumento, para que el instrumento sea confiable debe arrojar un resultado mayor a 0.7.

Tabla 18. Validación de fiabilidad del instrumento para encuesta.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,700	,669	10

3. SPSS: Es un programa estadístico que cubre casi todas las necesidades del cálculo estadístico en la investigación de cualquier campo de actividad en el que se precise el tratamiento estadístico de la información.

3.4.2 TÉCNICAS

Las técnicas de recolección de datos están muy relacionadas con las herramientas de medición. A diferencia de las herramientas que refieren a dónde se registrarán los datos, las técnicas hacen mención a las distintas maneras, formas o estrategias que se emplearán para llevar a cabo la recolección de los datos.

1- Encuestas: se realiza una encuesta piloto para ser aplicada personalmente en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, luego de ser validada esta encuesta piloto, se procede a realizar el levantamiento de los datos en físico de la población en estudio. Una vez tabuladas, se conformará una base de datos con las cual se trabajará para realizar los diferentes análisis estadísticos que requiere la investigación haciendo uso del SPSS (por sus siglas en inglés Statistical Product and Service Solutions).

2- Aforar el agua consiste en medir el caudal del agua. Se realizará la medición del caudal del efluente tratado, para ser reutilizado en el sistema de irrigación por goteo con el que cuenta la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.

3- Método de SROI: para determinar la rentabilidad social del proyecto, se realizará el cálculo del costo de inversión en valor presente y los beneficios el valor presente. Encontrando un valor mayor que uno siendo rentable, y un valor menor que uno no siendo rentable.

De acuerdo a la metodología del SROI se desarrolla a través de 4 etapas.

Etapas 1: Determinación del alcance de los impactos y mapeo de stakeholders

Etapa 2: Recolección de información: Esta etapa comprende también tres pasos, a saber: 4) seleccionar indicadores de tipo outcome (intangibles y tangibles), en función de los tipos de impacto que se pueden identificar conjuntamente con los stakeholders relevantes.

Etapa 3: Modelamiento y cálculo de impacto: Esta etapa contiene seis pasos: analizar los inputs para estimar la inversión realizada e incorporar una valorización de los recursos no financieros empleados.

Etapa 4: Reporte y monitoreo: Esta última etapa contiene dos pasos que son elaborar el reporte SROI, que incluye el procedimiento seguido, el mapa de indicadores valorizados e intangibles, la descripción de los indicadores, entre otros, y comunicar los resultados y monitorear el flujo de esta información en la organización

4- Matriz de decisión: nos permite poder determinar de manera ordenada y sistemática asignando los valores de los criterios para poder seleccionar el tipo de tratamiento que se adecua a las condiciones de la E.A.V.S.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son funcionales para la revisión de la literatura, estas pueden obtenerse pendiente la consulta de bibliografía y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer la información relevante y necesaria que atañe al problema de investigación. Esta revisión debe ser selectiva, puesto que cada año en diversas partes del mundo se publican artículos en revistas, periódicos, libros y otra clase de materiales en las áreas del conocimiento. La consulta tendrá mayor enfoque y sentido en términos de búsqueda precisos al planteamiento del problema, la búsqueda se hace tanto en el idioma español y en inglés, porque

gran cantidad de fuentes primarias se encuentran en estos idiomas. ((Hernández Sampieri & et al, 2010)(p. 54).

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

(Malhotra, 2008) Afirma: “Los datos primarios son aquellos que un investigador reúne con el propósito específico de abordar el problema que enfrenta” (p. 106).

Los datos primarios de la investigación se recaban básicamente de lo siguiente:

1. Medición de Campo de las fosas.
2. Entrevista no Estructurada, recopilación de estadística de matrícula en E.A.V.S.
3. Encuestas

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Los datos secundarios son aquellos que ya fueron reunidos para propósitos diferentes al problema en cuestión. Estos datos se pueden localizar con rapidez y a bajo costo. Los datos secundarios son de fácil acceso relativamente barato y de fácil obtención. Algunos datos secundarios, apoyan con la identificación del problema de investigación, definición del problema, desarrollo del enfoque del problema, elaboración del diseño de la investigación y responder a ciertas preguntas de investigación. ((Malhotra, 2008)(p.107).

Los datos secundarios son los siguientes:

1. Datos secundarios internos: Las fuentes internas deben ser el punto de partida para la búsqueda de datos secundarios. Puesto que la mayoría de organizaciones cuentan con una gran

cantidad de información propia. Los datos proporcionados por Aguas de Choloma ayudaron a comprender mejor la temática de investigación.

2. Datos secundarios externos publicados: Las fuentes de datos secundarios externos publicados incluyen agencias gubernamentales federales, estatales y locales; organizaciones sin fines de lucro, por ejemplo, cámaras de Comercio, asociaciones mercantiles y organizaciones profesionales; editores comerciales y empresas profesionales de investigación de mercados. (Malhotra, 2008)(p.114). Los datos recopilados de estas entidades, portales educativos, reportes e informes internacionales fueron de suma importancia en la recolección de información para el proyecto de investigación.

3. Base de datos digitalizados: se utilizó gran cantidad de libros electrónicos, informes y escritos, libros del CRAI de UNITEC.

4. Libros físicos: se utilizaron algunos libros físicos como ser: Metodología de Investigación de Sampieri, Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Programas y Proyectos de Inversión Pública Secretaria de Finanzas Honduras, Evaluación de proyectos de Baca Urbina, entre otros.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el siguiente capítulo brinda la descripción de la recolección de datos, y el análisis de los mismos, que se realizó con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación y el cumplimiento de los objetivos. El análisis del estudio técnico y financiero evaluado a través de la metodología del SROI permitirá comprobar la hipótesis establecida y responder a las preguntas de investigación.

4.1 ESTUDIO TÉCNICO

En esta sección se realiza el análisis del tipo de tratamiento de aguas residuales, el dimensionamiento y diseño de la planta de tratamiento, los costos de construcción, mantenimiento, costos operativos, equipos de la planta de tratamiento.

4.1.1 POBLACIÓN A SERVIR

En la E.A.V.S. tiene una población de alumnos, maestros y personal de servicio civil de 833 personas.

El cálculo de la población futura utilizando la ecuación 6:

$$Pf = Pa(1 + \Delta)^n \quad (6)$$

Pf= Población Futura

Pa= Población actual

Δ = Tasa de crecimiento Anual

n= Años

$$Pf= 833(1+0.1)^{10}= 2,161$$

La población futura en la E.A.V.S. proyecta en 10 años según el índice de crecimiento anual de 10% basado en los datos estadísticos en la tabla 4 es de 2,161 personas entre alumnos, maestros y personal de servicio civil.

4.1.2 VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL

Para el cálculo del volumen de agua residual que se tendrá en la E.A.V.S. se utilizará una dotación por persona por día de 102.20 litros/por persona/ día de consumo de agua potable debido a que el consumo de agua potable domésticas según normas de Choloma es de 227.10 lts/p/p/d (60g/p/p/d), pero ya que se trata de una institución donde el consumo de agua solo en los baños sanitarios y cafetería se toma un 45% del consumo. Se multiplicará por un factor del 80% para el cálculo de agua residuales por el consume medio diario de agua potable según las normas de urbanismo de Choloma. (Ver Anexo 9).

Para el cálculo del volumen de agua residual se utiliza la ecuación 7.

$$VAR = Dot * P * 0.45 * 0.8 \quad (7)$$

VAR= Volumen de agua residual

Dot= Dotación por persona por día

P= Población

$$\text{VAR}=227.10*2,161*0.45*0.8= 176,674.72 \text{ litros / día} \approx 176.67 \text{ m}^3/\text{ día}$$

El caudal es el volumen total de agua $Q= 176,674.72/86,400= 2.04 \text{ litros/ Seg}$

4.1.3 TERRENO DISPONIBLE EN LA E.A.V.S.

El terreno de la E.A.V.S. es de 27 Hectáreas, teniendo un área ocupada de cuatro Hectáreas, teniendo disponible para cultivo y otras actividades 23 Hectáreas que equivalen a 230,000 m².

4.1.4 TIPO DE TRATAMIENTO

El análisis de selección del tipo de tratamiento a utilizar se realiza en base a los siguientes criterios según el nivel de importancia y que se adecuen a las necesidades en la E.A.V.S.

1. Volumen de agua a tratar
2. Población a servir
3. Tamaño
4. Costo de Construcción
5. Costo de Mantenimiento
6. Costo Operativo

Tabla 19. Matriz de selección de planta de tratamiento

CRITERIOS	POND.	TANQUE SÉPTICO		HUMEDAL		TANQUE IMHOFF		LAGUNA DE OXIDACIÓN		REACTORES UASB	
		Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
Volumen de agua	0.1	10	1	10	1	9	0.9	7	0.7	7	0.7
Población a Servir	0.2	10	2	10	2	9	1.8	6	1.2	6	1.2
Tamaño	0.3	10	3	9	2.7	8	2.4	5	1.5	5	1.5
Costo de Construcción	0.2	10	2	10	2	8	1.6	7	1.4	5	1
Costo de Mantenimiento	0.1	9	0.9	10	1	7	0.7	5	0.5	4	0.4
Costo operativo	0.1	8	0.8	8	0.8	7	0.7	4	0.4	5	0.5
	1	57	9.7	57	9.5	48	8.1	34	5.7	32	5.3

En la tabla 19 de selección de planta de tratamiento debido a las condiciones que se encuentran en la E.A.V.S. se determina las calificaciones de cada uno de los tipos de plantas de tratamientos. Según los resultados obtenidos en la tabla de selección con mayor puntuación se tiene el tanque séptico como tratamiento primario. Sin embargo, tomando con soporte la recomendación en la Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización según la OPS/CEPIS, donde es necesario que se tenga un tratamiento secundario para eliminar los agentes patógenos, que son fuentes de infección para poder reutilizar el agua en riego de cultivo.

4.1.5 DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

En el diseño de la planta de tratamiento seleccionada que consta un sistema de fosa séptica, pozo de absorción y conexión con el humedal para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de los baños sanitarios y el agua de las peceras de las E.A.V.S.

4.1.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO

La población de diseño del tanque séptico se tomará del resultado del cálculo de población futura que es de 2,174, con una proyección de 10 años. La dotación de diseño es 102.20 litros por persona por día (60GPPD).

Para el cálculo del tiempo de retención se utiliza la siguiente fórmula ver ecuación 8:

$$Tr = 1.5 - 0.3 \log(PxDx0.8) \quad (8)$$

Tr= Tiempo de retención

P= Población

Dot= Dotación

$$Tr = 1.5 - 0.3 \log(2,161x102.20x0.8) = 0.07$$

El tiempo de retención de diseño es de 0.25 días (6 horas), ya que el tiempo mínimo según las normas de diseño.

Para el cálculo del volumen de sedimentación se utiliza la siguiente fórmula ver ecuación 9:

$$Vs = 10^{-3} x (P * d) * Tr \quad (9)$$

Vs= Volumen de sedimentación en m³

P= Población

Tr= Tiempo de retención

$$Vs = 10^{-3} x (2161 * 102.2) * 0.25 \quad (9)$$

El volumen de sedimentación es igual a 55.21 m³.

Para el cálculo del volumen de lodos en m³ se utiliza la siguiente fórmula ver ecuación 10:

$$Vd = GxPxNx10^{-3} \quad (10)$$

Vd= Volumen de lodos en m³

G= Volumen de lodos producidos por persona

P= Población

N= Intervalo de limpieza en años

$$Vd = 40x2161x1x10^{-3} \quad (10)$$

El volumen de lodos es 86.44 m³.

El volumen de nata como valor normal se considera un volumen mínimo de 0.7 m³.

El área de superficie de la fosa séptica se determina en siete metros de largo y seis metros de ancho.

Para el cálculo del tirante de agua se utiliza la relación de volúmenes de sedimentación, lodos y natas con respecto al área de la fosa séptica que es 27 m². Se considera una altura entre la nata y la tubería Tee de ingreso de agua residual de 0.30 mts. Ver ecuación 11.

$$H1 = 55.21/42 = 1.31$$

$$H2 = 86.44/42 = 2.06$$

$$H3 = 0.7/42 = 0.016$$

$$HT = H1 + H2 + H3 \quad (11)$$

$$HT = 1.31 + 2.06 + 0.016 + 0.30 = 3.70 \text{ mts}$$

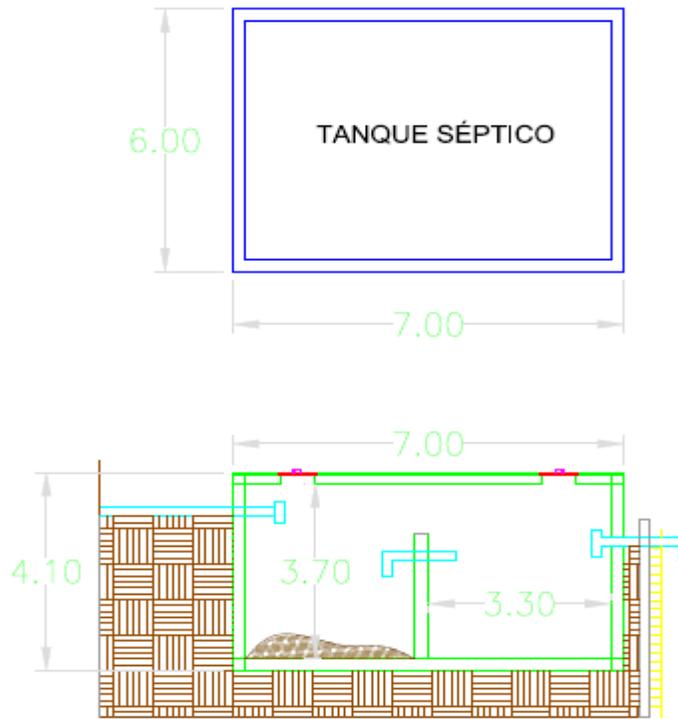


Figura 23. Dimensiones de tanque séptico

Fuente: Ing. Otto Flores.

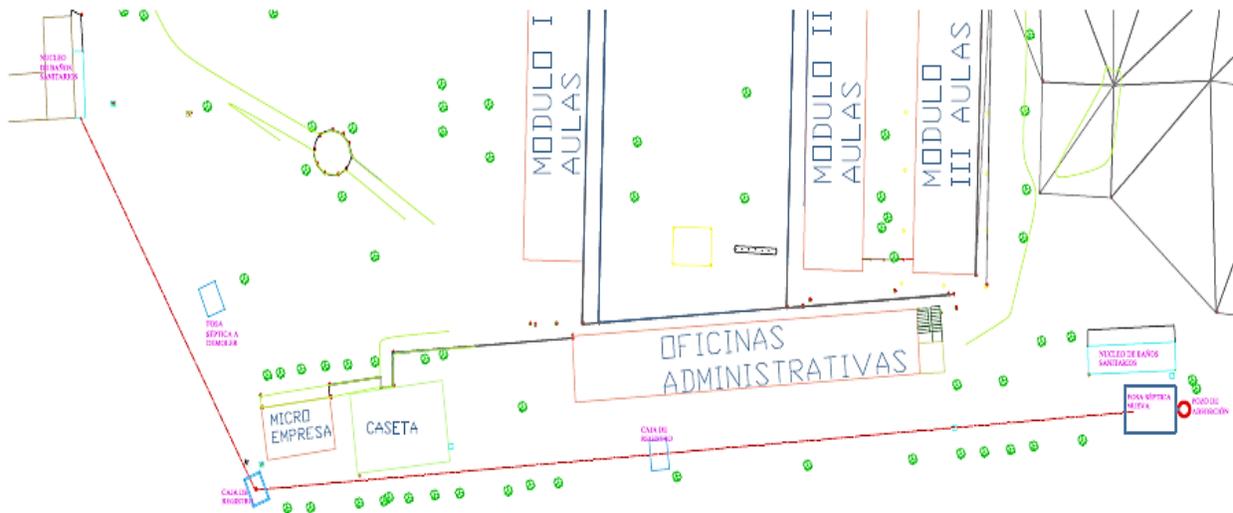


Figura 24. Ubicación de planta de tratamiento en la E.A.V.S

Fuente: Ing. Otto Flores.

4.1.5.2 DISEÑO DE HUMEDAL

Se utilizará el humedal para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de estanques de peces, con un volumen de 144.97m³/día que será almacenado y utilizado en el sistema de riego de cultivo por goteo en la E.A.V.S.

4.1.5.3 DIMENSIONAMIENTO DEL HUMEDAL

El caudal de diseño del humedal: (Ver ecuación 12)

1) $Q = 321.64 \text{ m}^3/\text{día}$

$$K_r = K_{20} (1.06)^{(T - 20)} \quad (12)$$

2) $T = 23 \text{ °C}$ en Choloma $K_{20} = 1.35$

$$K_r = 1.35 (1.06)^{(23-20)} = 1.60787$$

3) Tiempo de retención ver ecuación 12.

$$T_r = -\ln\left(\frac{C_o}{C}\right) / k_r \quad (13)$$

$C = \text{DBO, actual} = 71 \text{ mg/l}$

$C_o = \text{DBO, norma} = 50 \text{ mg/l}$

$$T_r = -\ln(50/71) / (1.60787) = 0.20 \text{ días} = 5 \text{ horas}$$

4) Tasa de carga orgánica ver ecuación 14.

$$\text{Tasa de carga orgánica} = \frac{Co(e)(n)}{tr} \quad (14)$$

Co=71

e= espesor de capa

n= Porosidad

tr= tiempo de retención

$$TCG= 71(0.4) (0.35) / (1) =9.94 \text{ g DBO/M}^2\text{*DIA}$$

5) Área humedal ver ecuación 15.

$$An = \frac{Q(tr)}{(e)(n)} \quad (15)$$

Q= Caudal de diseño

Tr=Tiempo de retención

e= Espesor de capa

n= Porosidad

$$An = \frac{321.64 (1)}{(0.4)(0.35)} = 2297.43 = 2297 \text{ m}^2$$

La relación larga por ancho L/a=2

A= L*a

$$a = \sqrt{\frac{A}{2}} = \sqrt{\frac{2297}{2}} = 33.89 \quad L=67.78$$

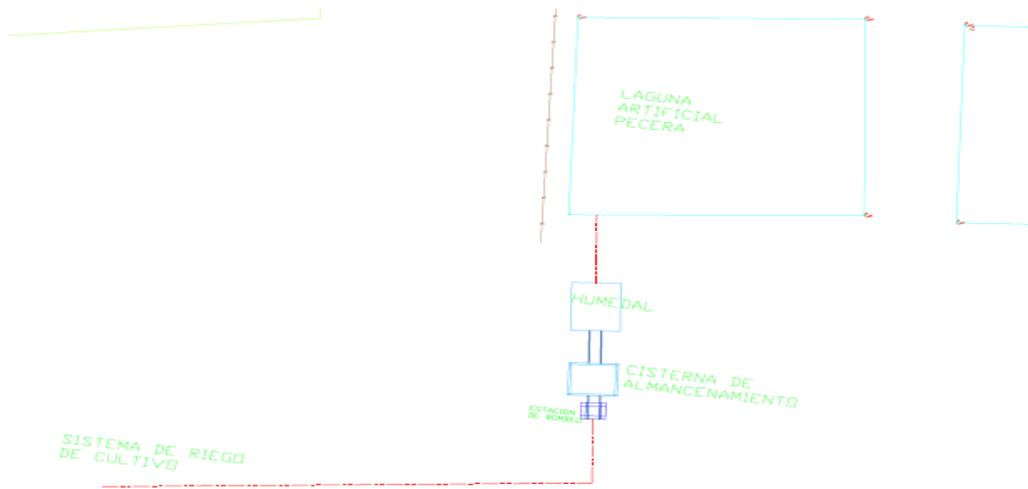


Figura 25. Ubicación de humedal

Fuente: Propia

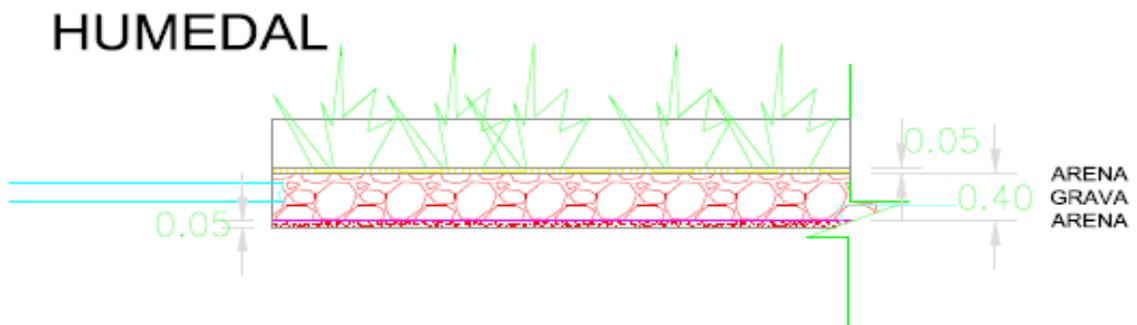
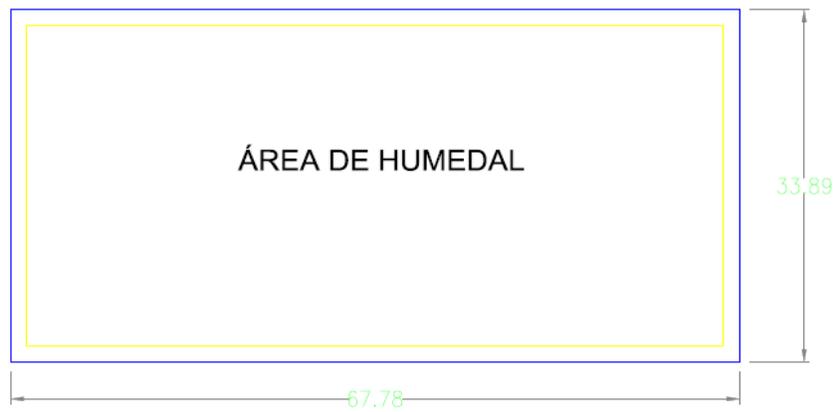


Figura 26. Dimensión de humedal

Fuente: Propia

4.1.5.4 DESCARGA Y ALMACENAMIENTO AL SISTEMA DE RIEGO DE CULTIVO

El agua residual proveniente las peceras se conectarán al humedal teniendo un efluente tratado a un punto de almacenamiento y una estación de bombeo que se conectará con el sistema de riego por goteo con el que cuenta la E.A.V.S., esto permitirá la reutilización del agua creando un ahorro energético y de recurso natural.

4.1.6 EQUIPO

El equipo que se utilizará en la planta de tratamiento es un sistema de bombas de impulsión para la distribución del efluente tratado al sistema de riego de cultivo por goteo. Se utilizará una bomba de 5hp para limpieza de las fosas sépticas, remoción de los lodos sedimentados. (Ver tabla 20).

4.2 ESTUDIO DEL RETORNO SOCIAL DE LA INVERSIÓN – SROI

El siguiente estudio contiene los parámetros para cumplir con las etapas propuestas por la Guía del Retorno Social de la Inversión, las cuales cubren cuatro etapas para la verificación de los impactos cuantificados en beneficios en comparación con los costos en los que incurre la implementación del proyecto.

Para este estudio, se realiza un análisis de SROI de tipo prospectivo o de pronóstico, el cual predice cuanto valor social será creado si las actividades alcanzan los costos esperados. Es de gran utilidad para que una vez ejecutado el proyecto poder evaluar y optimizar el impacto en los beneficios que se generarían.

4.2.1 ETAPA 1 - ALCANCE Y STAKEHOLDERS

En el alcance de un análisis SROI se establecen los límites específicos, teniendo la claridad de lo contemplado en el proyecto, proponiendo del resultado de discusiones sobre lo que es rentable medir, en lo que se puede mejorar y que tendrá un impacto.

4.2.1.1 ESTABLECER EL ALCANCE

El propósito principal del estudio del SROI está en determinar la rentabilidad social de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.

El estudio va dirigido al mejoramiento del proceso de tratamiento de las aguas residuales en la E.A.V.S, beneficiando a la población estudiantil, maestros y personal civil de la institución. Teniendo como objetivo a través de las proyecciones del valor de los beneficios cuantificado de salud, educación, legales y ambientales que son intangibles, y analizando las tendencias a través de los años obteniendo los resultados generados con respecto a los costos de la inversión, determinando la rentabilidad del proyecto de la construcción de la planta de tratamiento en la E.A.V.S.

4.2.1.2 IDENTIFICAR A LOS INTERESADOS

Los interesados conocidos también como grupos de interés, siendo personas u organizaciones tienen una incidencia o afectación en la actividad que se desea realizar, ya sea de forma positiva o negativa, que está siendo analizada. En el estudio realizado se identificaron los interesados del proyecto tales como la Comunidad, Patronato, Alcaldía Municipal, Docentes, Alumnos, Personal de servicio civil, Padres de familia, Centro de Salud, Secretaría de Educación.

Una vez identificados los interesados es necesario decidir cuáles deben ser incluidos o excluidos con el objetivo de verificar su participación, qué relación tienen, el impacto que pueden generar en el proyecto ya sea una afectación positiva o negativa, en el análisis del SROI.

4.2.1.3 INVOLUCRAR A LOS INTERESADOS

Con el objetivo de involucrar directamente a los stakeholders del proyecto se han realizado encuestas personales con el objetivo de verificar la postura y recepción de cuáles serán los beneficios o outcomes esperados en el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.

A continuación, se presenta el proceso planteado para involucrar a los stakeholders identificados a través de las encuestas realizadas en la E.A.V.S. en el municipio de Choloma, con el fin de conocer el grado de afectación que tiene las aguas residuales en la población de la institución, el impacto que generan la situación actual, en las distintas áreas como ser salud, ambiente, educación y legal, así como el grado de conocimiento del problema y las consecuencias del mismo.

En el anexo 5 se muestra las preguntas realizadas en las encuestas aplicadas a 264 personas dentro las cuales se tomaron los estudiantes de último año de bachillerato en todas las modalidades, ciclo básico técnico, los maestros y personal de servicio civil, obteniendo los resultados de cada una de las preguntas en relación a salud, ambiente, educación, y el impacto que tienen las aguas residuales y la contaminación de la mismas, que nos permitirán la valorización de los beneficios intangibles, de la construcción de la planta de tratamiento con el mejoramiento del sistema de tratamiento, integrado con la reutilización del agua en riego de cultivo. Ver Anexo 5,6 y 7.

4.2.2 ETAPA 2 - MAPA DE OUTCOMES

En esta sección se construye un mapa donde se determinan los recursos necesarios para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S. traducidos en costos de inversión inicial, costos de mantenimiento anual y costos operativos, para poder obtener los resultados esperados.

Tabla 20. Costo de Inversión Inicial

INVERSIÓN INICIAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO			
Inversión	Monto	Vida Útil	Depreciación
Plan de Socialización del proyecto	L. 500.00		
Terreno de Planta de tratamiento en la E.A.V.S.	L. 250,000.00		
Conexión de aguas residuales de Fosa sépticas a Humedal	L. 73,500.00	20	L. 3,675.00
Construcción de Humedal	L. 38,000.00		
Construcción de Tanque de almacenamiento	L. 23,700.00	20	L. 1,185.00
Estación de Bombeo	L. 48,000.00	20	L. 2,400.00
Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo existente	L. 12,000.00	20	L. 600.00
Tanque séptico	L. 75,900.00	20	L. 3,795.00
Plan de mantenimiento Anual de Equipo	L. 8,500.00		
Plan de Concientización	L. 5,000.00		
Cierre de Proyecto	L. 3,150.00		
TOTAL	L. 538,250.00		L. 11,655.00

Fuente propia

Los costos de infraestructura y equipos mencionados en la tabla 20 reflejan el costo de suministro e instalaciones cuantificadas para la construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales en la E.A.V.S. Ver Anexo 8, detalle de costos unitarios de actividades.

Se presenta cada uno de los costos tomando en consideración en la construcción de la infraestructura como el equipo de sistema de bombeos para el funcionamiento de la planta de tratamiento en la E.A.V.S. El presupuesto presenta cantidades de obra por unidad, metro lineal y unidades globales los cuales deberá cumplir el contratista que realice cada actividad.

A continuación, se presentan los costos operativos necesarios para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y la reutilización en el sistema de riego de cultivo.

Tabla 21. Costos operativos de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.

CUADRO DE COSTO OPERATIVO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL ANUAL
1.1	Siembra y corte de vegetación de Humedal	GLB	6.00	L. 1,200.00	L. 7,200.00
1.2	Limpieza de tanque de almacenamiento	GLB	2.00	L. 2,500.00	L. 5,000.00
1.3	Limpieza de Cajas de registros	GLB	2.00	L. 1,600.00	L. 3,200.00
1.4	Costo de energía de sistema de bombeo	SEMANA	52.00	L. 770.00	L. 40,040.00
COSTO OPERATIVO ANUAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO					L. 55,440.00

Los costos operativos en la tabla 21 reflejan los costos operativos durante el primer año, de los cuales incluye la limpieza de cajas de registro, corte de césped, costos de energía de sistema de bombes de la planta de tratamiento en la E.A.V.S.

Tabla 22. Costos de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.

CUADRO DE COSTO DE MANTENIMIENTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL ANUAL
1.1	Mantenimiento de aceite, bujillas, empaques, de bomba de impulsión, bridas de unión.	GLB	2.00	L. 2,500.00	L. 5,000.00
1.2	Mantenimiento de galera de bomba de impulsión	GLB	1.00	L. 6,800.00	L. 6,800.00
1.3	Mantenimiento de tanque séptico de lodos sedimentado	GLB	1.00	L. 5,000.00	L. 5,000.00
1.4	Mantenimiento tanque de almacenamiento	GLB	1.00	L. 2,500.00	L. 2,500.00
1.5	Mantenimiento de Capa filtrante de Humedal	GLB	1.00	L. 4,500.00	L. 4,500.00
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO ANUAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO					L. 23,800.00

Los mantenimientos en la planta de tratamiento constituida por el tanque séptico y humedal, serán ejecutados por parte de los alumnos en los programas de formación de la carrera de bachillerato técnico profesional en producción y desarrollo agropecuario conjuntamente con el coordinador académico del área técnica.

4.2.3 ETAPA 3 - EVIDENCIA DE LOS OUTCOMES Y VALORIZACIÓN

El mapa de resultados e impacto es una de las principales herramientas para el cálculo del retorno social de la inversión. A través de esta herramienta se puede ver en una sola grilla cómo y sobre qué involucrados se verifica el impacto del proyecto.

4.2.3.1 BENEFICIOS LEGALES

Uno de los beneficios que generará la construcción de la planta de tratamiento, es el cumplimiento con las normas técnicas de descarga de aguas residuales en cuerpos receptores hídricos, donde la Ley General del Ambiente en su reglamento establece multas de L.600, 000. En infracciones por el incumplimiento de las mismas.

MULTAS DE INFRACCIONES

En el artículo 112 de la Ley General Del Medio Ambiente en el inciso ñ) Efectuar vertidos de sustancias contaminantes líquidas, sólidas o gaseosas a los cursos o depósitos de agua o al alcantarillado sanitario sin previo permiso de autoridad competente y sin cumplir con los procesos de depuración o neutralización prescritas en las normas técnicas ocasionando impactos negativos distintos a los previstos en el Artículo 92, inciso b) de la Ley;

En Artículo 124: Infracciones graves previstas en el Artículo 112 se sancionarán con multa, de la siguiente forma:

- a) Las señaladas en las letras a), b), c) y ch con una multa que no será inferior ni igual a Cien Mil Lempiras (L.100,000.00) ni superior a Doscientos Mil Lempiras (L. 200,000.00).

- b) Las establecidas en los incisos d), e), f), g), h) e i), con multa que no será inferior ni igual a Doscientos Mil Lempiras (L. 200,000.00) ni superior a Seiscientos Mil Lempiras (Lps. 600,000.00).
- c) Las contenidas en las letras j), k), l), ll), m), ñ), o), p), q), r) y s) con multa que no será igual ni inferior de Seiscientos Mil Lempiras (L. 600,000.00) ni superior a Un Millón de Lempiras (L. 1, 000,000.00).

En los casos determinados en los incisos d), e), f), g), h) e i) del Artículo 112 se aplicara la multa prevista en el inciso b) de este artículo, en su cuantía máxima, cuando el servidor público que cometiere la infracción se contrae con el particular beneficiado con la decisión, en alguna de las circunstancias en las que procede la recusación, de conformidad con la Ley de Procedimiento Administrativo. (LEY GENERAL DEL AMBIENTE, 1993).

4.2.3.2 BENEFICIOS AMBIENTALES

REUTILIZACIÓN DEL AGUA TRATADA EN RIEGO DE CULTIVO

El costo del agua tratada por m³ es Lps.0.25 teniendo un ahorro de Lps.0.09 del agua que se extrae de los pozos que se encuentra en la E.A.V.S., en el siguiente cuadro se muestra el diferencial del ahorro en un año.

Tabla 23. Beneficios Ambientales.

BENEFICIO AMBIENTAL					
COSTO DE AGUA RESIDUAL TRATADA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL ANUAL
1.1	CONSUMO DE ENERGÍA DE BOMBA DE 5 HP	KWH	1.00	L. 8.82	L. 8.82
1.2	COSTO DE MANTTO. DE BOMBA	COSTO/HR	1.00	L. 4.05	L. 4.05

Continuación Tabla 23

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL ANUAL
1.3	COSTO DE BOMBA 5HP 60 M3/HR	COSTO/HR	1.00	L. 2.01	L. 2.01
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO ANUAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO					L. 14.88
				COSTO POR M3	L. 0.25
COSTO DE AGUA DE POZO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL ANUAL
1.1	CONSUMO DE ENERGÍA DE BOMBA DE 20 HP	KWH	1.00	L. 35.28	L. 35.28
1.2	COSTO DE MANTTO. DE BOMBA	COSTO/HR	1.00	L. 7.29	L. 7.29
1.3	COSTO DE LA BOMBA 20HP 150M3/HR	COSTO/HR	1.00	L. 8.04	L. 8.04
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO ANUAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO					L. 50.61
				COSTO POR M3	L. 0.34
AHORRO POR M3 DE AGUA					L. 0.09
VOLUMEN DE AGUA ANUAL M3 TRATADA					1055343.74
MONTO TOTAL DE AHORRO					L. 94,344.03

4.2.3.3 BENEFICIOS EDUCACIÓN

Dentro de los beneficios que obtienen los alumnos al disminuir el índice de ausentismo debido a enfermedades estomacales, así como la pérdida de exámenes o años escolares, este tiene un impacto positivo de ahorro para la E.A.V.S., ya que, al repetir un examen, o que un alumno tenga que volver a cursar un grado escolar, crea un costo adicional que se detallan el siguiente cuadro:

Tabla 24. Beneficios en educación de la planta de tratamiento en la E.A.V.S.

BENEFICIO DE AHORRO EN EDUCACIÓN							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD DE ALUMNOS/ MAESTROS	COSTO GENERADO
1.1	Costo de clase por maestro	DIA	2	L. 697.12	L. 1,394.24	3.5	L. 4,879.84
1.2	Costo por día de Clase por Alumnos	DIA	1	L. 51.76	L. 51.76	175	L. 9,057.30
1.3	Costo por examen por alumnos	DIA	1	L. 35.50	L. 35.50	319	L. 11,331.60
BENEFICIO ANUAL EN LA E.A.V.S. EN CLASES Y EXÁMENES PERDIDOS							L. 25,268.74

4.2.3.4 BENEFICIOS DE SALUD

Tabla 25. Beneficios en Salud de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.

BENEFICIO DE AHORRO DE SALUD						
ITEM	COSTOS GENERADOS	CANTIDAD DE VECES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD DE PERSONAS	COSTO GENERADO
1.1	Personas con diarrea	3.00	L. 120.00	L. 360.00	39	L. 14,112.00
1.2	Personas con cólera	1.00	L. 350.00	L. 350.00	0.70	L. 245.00
1.3	Personas con Vasca	2.00	L. 600.00	L. 1,200.00	50	L. 60,480.00
1.4	Personas con Salmonela	1.00	L. 5,000.00	L. 5,000.00	0.70	L. 3,500.00
1.5	Personas con Bacteria E. coli.	1.00	L. 2,500.00	L. 2,500.00	0.70	L. 1,750.00
1.6	Personas con Helicobacter	1.00	L. 8,000.00	L. 8,000.00	0.70	L. 5,600.00
1.6	Gastos por consumo de medicamentos en consejería para el estómago anual	1.00	L. 30.00	L. 30.00	35	L. 1,050.00
BENEFICIO ANUAL EN SALUD EN LA E.A.V.S.						L. 86,737.00

4.2.4 ETAPA 4. ESTABLECER IMPACTO

En esta etapa se determina el análisis de los costos y beneficios que se tendrán en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S. proyectado en 10 años tomando en consideración la inflación teniendo una afectación.

Tabla 26. Resumen de cálculo de costos proyectados de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.

COSTOS ANUAL	ANUAL	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo operacional	L. 55,440.00	L. 55,440.00	L. 58,877.28	L. 62,527.67	L. 66,404.39	L. 70,521.46	L. 74,893.79	L. 79,537.20	L. 84,468.51	L. 89,705.56	L. 95,267.30

Continuación Tabla 26

COSTOS ANUAL	ANUAL	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de mantenimiento	L. 23,800.00	L. 23,800.00	L. 25,275.60	L. 26,842.69	L. 28,506.93	L. 30,274.36	L. 32,151.37	L. 34,144.76	L. 36,261.73	L. 38,509.96	L. 40,897.58
Total Costo Anual	L. 79,240.00	L. 79,240.00	L. 82,092.64	L. 89,370.36	L. 94,911.32	L. 100,795.82	L. 107,045.16	L. 113,681.96	L. 120,730.25	L. 128,215.52	L. 136,164.88
Aumento por Devaluación 6.20%											

Tabla 27. Resumen de cálculo de beneficios proyectado de la Planta de Tratamiento en la E.A.V.S.

BENEFICIOS DE AHORRO PROYECTADO		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Beneficio ambiental ahorro de agua	L. 94,344.03	L. 94,344.03	L. 100,193.36	L. 103,800.32	L. 107,537.14	L. 111,408.47	L. 115,419.18	L. 119,574.27	L. 123,878.94	L. 128,338.58	L. 132,958.77
Beneficio salud prevención de enfermedades	L. 86,737.00	L. 86,737.00	L. 92,114.69	L. 95,430.82	L. 98,866.33	L. 102,425.52	L. 106,112.84	L. 109,932.90	L. 113,890.49	L. 117,990.54	L. 122,238.20
Beneficio educación pérdida de clases	L. 25,268.74	L. 25,268.74	L. 26,835.40	L. 27,801.48	L. 28,802.33	L. 29,839.21	L. 30,913.43	L. 32,026.31	L. 33,179.26	L. 34,373.71	L. 35,611.16
Beneficio legal ahorro por multas	L. 600,000.00	L. 600,000.00									
Depreciación	L. 11,655.00										
AHORRO ANUAL	L. 806,349.77	L. 818,004.77	L. 230,798.46	L. 238,687.62	L. 246,860.80	L. 255,328.21	L. 264,100.44	L. 273,188.48	L. 282,603.68	L. 292,357.84	L. 302,463.14

4.2.5 ETAPA 5 - CALCULAR EL SROI

Se procede a realizar los cálculos para obtener la ratio del SROI y determinar la rentabilidad de la construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales en la E.A.V.S. ubicada en el Municipio de Choloma, Cortés.

Tabla 28. Cálculo del SROI

CÁLCULO DEL SROI	
ANÁLISIS DE VALOR PRESENTE	
Valor presente de Costos	L. 1,393,617.41
Valor presente de Beneficios	L. 2,712,375.45
SROI	2

4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se comprueba la hipótesis de investigación (H1) ya que, a través de la evaluación realizada por los cálculos proyectados por el SROI, la ratio entre el valor actual neto de los beneficios entre los costos de inversión es mayores a 1. Por ende, se puede confirmar que si es rentable implementar el proyecto de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.AV.S.

El ratio obtenido es de L.2.00 lo indica que por cada lempira invertido en el proyecto se generará un retorno social de la inversión de L.2.00 cuantificados en los beneficios que generaría la implementación del proyecto planteado a través de los cuatro principales outcomes se han presentado en este estudio.



Figura 27. Comprobación de la hipótesis.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad se analizan diferentes escenarios y se evalúa si el proyecto tiene sensibilidad hacia los supuestos cambios que se realizan a las variables. Este permite determinar qué tanto puede verse afectada el SROI ante cambios en las variables consideradas para el proyecto. En la tabla 29 se observan los supuestos que se toman en cuenta para determinar las variables cambiantes. Estos datos se ingresan como supuestos dentro de la hoja de cálculo del análisis financiero y se decide hacer una cantidad de 1000 pruebas de ejecución con una confiabilidad del 95% para que se analice el modelo completo.

Tabla 29. Asunciones de variaciones para el análisis de sensibilidad.

VARIABLE	VALOR ACTUAL	VARIACIÓN	DISTRIBUCIÓN
Crecimiento de beneficios (inflación interanual)	3.17%	2.70% - 3.60% - 4.50%	Triangular
Crecimiento de costos (inflación interanual)	3.17%	2.70% - 3.60% - 4.50%	Triangular
Inversión inicial	L. 538,250.00	L. 480,000 – L. 538,250.00– L650,000	Triangular

Al proceder a evaluar el proyecto haciendo uso de esas probabilidades, la tabla 30 muestra los resultados aplicando el modelo de Simulación de Montecarlo con el programa de Crystal Ball.

Tabla 30. Resultados de la simulación de Montecarlo.

Estadística	Valores de previsión
▶ Pruebas	100.000
Caso base	---
Media	1,89
Mediana	1,88
Modo	---
Desviación estándar	0,09
Varianza	0,01
Sesgo	0,3097
Curtosis	2,71
Coficiente de variación	0,0501
Mínimo	1,61
Máximo	2,24
Error estándar medio	0,00

Como se puede observar en los resultados de la tabla 30, el valor mínimo que la variable SROI podría arrojar es de un 1.61, siendo mayor a 1.00, lo que nos indica que el proyecto tiene un muy alto porcentaje de ser rentable. Los datos de media y mediana indican que los cuadros de análisis económico tienen valores muy similares a los que muy probablemente ocurran en la realidad. Para el escenario de valores máximos, el SROI sería del 2.24, teniendo una alta probabilidad de ser rentable socialmente.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones que se obtienen de los resultados de investigación, dando respuesta a las preguntas planteadas en el proyecto. Así mismo las recomendaciones con el fin de dar respuesta al problema planteado en la investigación.

5.1 CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación del SROI, un valor mayor que uno (2.00), se rechaza la hipótesis nula, como se verifico en el estudio, esto implica que el proyecto es socialmente rentable, dando como resultado su viabilidad de ejecución.
2. Debido al crecimiento de la población estudiantil en las E.A.V.S. y la proyección a futuro de 2,161 personas a servir, es necesario la construcción un sistema de tratamiento que contemple este aumento en el volumen de las aguas residuales, para que puedan ser tratadas de manera correcta. Considerando cada una de las variables en el diseño y mano de obra calificada en la construcción.
3. Según el aforo de salida de agua de los estanques de peces se están desperdiciando 144.97m³/día, así como el volumen de 176.67 m³/ día de agua residuales provenientes de los servicios sanitarios, que pueden ser utilizados en el sistema de riego de cultivo por goteo en la E.A.V.S. Según los estudios de laboratorios realizados en las aguas residuales de las fosas sépticas, la carga orgánica de DBO es de 71 mg/l que es superior a los 50 mg/l que estipula la Normas Calidad para Descarga de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores, por lo que deberá tener un tratamiento previo para ser reutilizada.

4. Según la evaluación del estado del daño en las fosas sépticas actuales en la E.A.V.S, se concluye que uno de los factores para el rápido deterioro de las mismas es debido a la falta de un plan mantenimiento y su ejecución, así como otros factores constructivos, que provocaron que el sistema colapsara.

5. Según los datos obtenidos en las encuestas aplicadas, se tiene que existe un desconocimiento del impacto en el medio ambiental, salud, educación y legal que puede tener las aguas residuales sino se tiene un correcto sistema de tratamiento funcional. Así como los beneficios de prevención de enfermedades, disminución de ausentismo de los alumnos y maestros debido a enfermedades estomacales relacionas con la contaminación por aguas residuales, el cumplimiento de las leyes y normas de Honduras en la E.A.V.S. y la reutilización del agua tratada.

5.2 RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las recomendaciones de acuerdo a las conclusiones presentadas de la investigación.

1. Se recomienda ejecutar el proyecto de la planta de tratamiento en la E.A.V.S. ya que los resultados obtenidos de los beneficios con respecto a los costos traídos a valor presente son mayor que uno, teniendo una rentabilidad comprobada con el método del SROI, donde la aportación de los beneficios a los alumnos, maestros y personal de servicio civil son mayores que los costos en los que se incurrirán.

2. Se recomienda debido al aumento del volumen de las aguas residuales por el crecimiento de la población a servir, así como los diferentes factores que afectan, una planta de tratamiento en dos etapas, un sistema de tanque séptico de aguas residuales de 7.00 metros de largo por 6.00 metros de ancho, teniendo una profundidad de 3.70 metros, en base a los cálculos de diseño del tiempo retención de sólidos, sedimentación de lodos, y natas, conectado a un tratamiento secundario de las aguas residuales de los baños sanitarios de las E.A.V.S.

3. Se recomienda construir el humedal para el tratamiento primario de las aguas provenientes de estanques de peces y el tratamiento secundario del agua proveniente de los baños sanitarios que han sido tratada por el tanque séptico, con un volumen total de 321.64 m³/día, con una capa filtrante de arena y grava de 0.40 metros de espesor, un ancho de 33.89 metros y de largo de 67.78 metros, sembrando plantación de vegetación (zacate) que se utilizará para alimentación de ganado y la reutilización del agua en el sistema de riego por goteo en los diferentes cultivos de la E.A.V.S.

4. Se recomienda en la planta de tratamiento un plan de mantenimiento de extracción de los lodos del tanque séptico por lo menos una vez al año para evitar la contaminación y acumulación de sedimentos, lo que disminuye el tiempo de retención del agua residual para que pueda ser tratada. También debe haber un monitoreo permanente de los planes de mantenimiento del sistema de bombeo, cajas de registro, el cambio de la capa filtrante del humedal que permita corregir posibles deficiencias. Los planes de mantenimiento deben ampliarse para agregar actividades faltantes, modificar los plazos entre mantenimiento. Además, debe darse un seguimiento estricto del control de calidad.

5. Se recomienda documentar la experiencia de la ejecución y operación del sistema de tratamiento del agua residual y reutilización en riego de cultivo para incorporar al plan de enseñanza del alumno en la E.A.V.S. De igual manera se recomienda que los padres de familia, maestros y personal de servicio participen en el programa de concientización.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

El siguiente capítulo se presenta el desarrollo del plan de acción a seguir, partiendo de las conclusiones y recomendaciones expuestas en el capítulo anterior. El plan de acción está orientado a la aplicabilidad de la construcción de la planta de tratamiento en la E.A.V.S., con la finalidad de mejorar la calidad del agua residual proveniente de los baños sanitarios mediante un proceso de tanque séptico, así mismo el agua de los estanques de peces donde será tratada a través de un humedal, para ser almacenada y distribuida en la red de riego de cultivo por goteo con el que ya cuenta la E.A.V.S.

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.

6.2 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presentará la planificación del proyecto para ser ejecutado con un inicio el 5 de febrero del 2018, con una estimación de 103 días de ejecución culminando el 27 de junio 2018. El proyecto consiste en la construcción de una planta de tratamiento que incluye un tanque séptico para el tratamiento primario de las aguas residuales de los baños sanitarios de la Escuela de la Agricultura. Así mismo un humedal para el tratamiento del agua proveniente del estanque de peces y tanque séptico, que será almacenada y utilizada en el sistema de riego de cultivo.

Con la implementación del proyecto de la planta de tratamiento se busca reducir el impacto ambiental con el ahorro en el consumo del agua, en la salud con la prevención de enfermedades, la

disminución de ausentismo de los alumnos y maestros debido a enfermedades estomacales relacionadas con la contaminación por aguas residuales.

Se presenta de manera muy detallada cada proceso a seguir por parte de la E.A.V.S para cumplir con la ejecución, control y monitoreo y las actividades de cierre del proyecto.

6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO

A continuación, se presenta la propuesta del proyecto utilizando la metodología del Project Management Institute (PMI) dimensionando toda la implementación del proyecto realizando cada uno de los planes de gestión que comprenden las diez áreas de conocimiento.

6.3.1 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE

En el plan de gestión del alcance tiene como propósito la descripción del proyecto, como será definido, desarrollado, monitoreado, controlado y verificado el alcance del mismo.

6.3.1.1 ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL ALCANCE

Con respecto a este proyecto la gestión del alcance será llevado a cabo por parte de la Directora del Escuela de Agricultura del Valle de Sula. En el acta de constitución del proyecto será definido: El alcance del proyecto, el Acta de Constitución del Alcance, Enunciado del Alcance, Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

Los paquetes de trabajo tendrán criterios de aceptación que junto a la gestión de calidad se verificarán para su cumplimiento tanto durante la ejecución, evaluación y control de las actividades y tareas programadas.

Los cambios que se presenten durante la ejecución del proyecto por los interesados tendrán que ser evaluados primeramente por el director de proyectos, estos se aprobarán y se convertirán en una solicitud de cambio (gestionados según el plan de gestión de cambios).

El director del proyecto deberá verificar la gestión del alcance en conjunto con el plan de gestión de la integración del proyecto para comprobar y asegurar que los planes de gestión cumplirán en su totalidad con la planificación del proyecto.

6.3.1.2 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.

ALCANCE

Mejoramiento de los procesos de evacuación, salud, ambientales, sanitarios, legales a través del tratamiento de aguas residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales en la Escuela de Agricultura, para el mejoramiento del sistema de evacuación de las fosas sépticas, para evitar problemas que se han estado dando salud, sanitarios, ambientales, legales en la institución; beneficiando a los alumnos, maestros y personal de servicio civil.

OBJETIVOS

Objetivo Estratégico

Desarrollar el plan de ejecución de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula, que permita a los estudiantes, maestros y personal de servicio civil, mejorar las condiciones en salud, ambiental, sanitarias y legales de la institución.

Objetivos Específicos

1. Elaborar un plan con todas las áreas de conocimiento del PMBOOK, para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula.
2. Presentar el plan de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales al personal administrativo y docentes para su respectiva gestión.
3. Dar seguimiento a las actividades planificadas para su respectiva ejecución.

ENTREGABLES MAYORES

Tabla 31. Entregables mayores

EDT	ENTREGABLES
1	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA E.A.V.S.
1.1	Socialización del proyecto
1.2	Terreno de Planta de tratamiento en la E.A.V.S.
1.3	Conexión de aguas residuales de Tanque séptico Humedal
1.4	Construcción de Humedal
1.5	Tanque de Almacenamiento
1.6	Estación de Bombeo
1.7	Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo existente
1.8	Tanque séptico
1.9	Plan de mantenimiento de Equipo anual ejecutado por alumnos
1.10	Plan de Concientización
1.11	Cierre de Proyecto

Fuente: Elaboración propia.

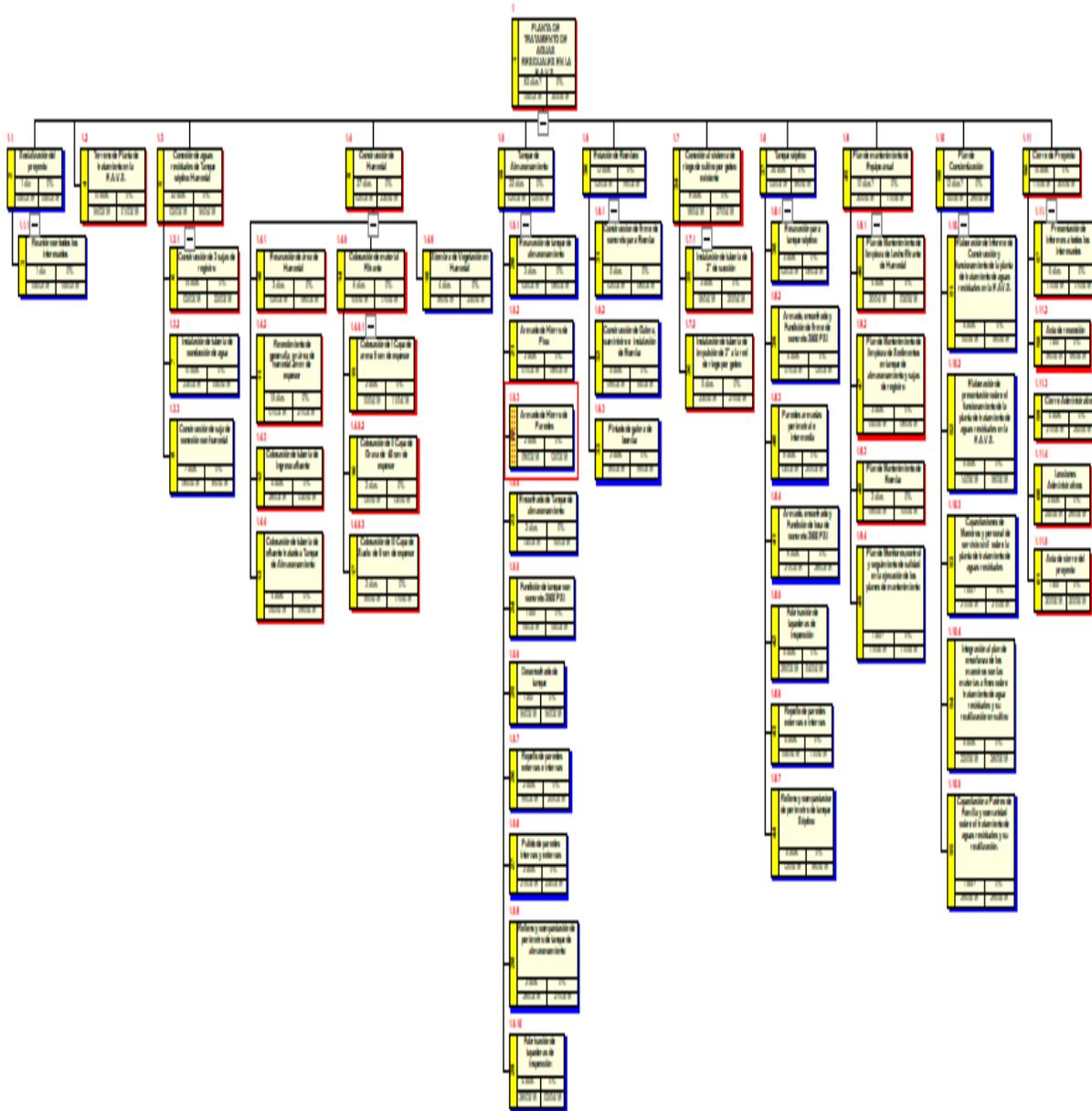


Figura 28. Estructura de desglose de trabajo del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

INTERESADOS:

1. Docentes de la institución
2. Alumnos de la institución

3. Personal de servicio
4. Padres de Familia
5. Patronato de la comunidad
6. Centro de salud
7. La Secretaria de educación
8. La alcaldía Municipal de Choloma
9. Comunidad

RESTRICCIONES:

1. El cumplimiento con las Normas técnicas de descargas de Aguas residuales en cuerpo Hídricos.
2. El proyecto es exclusivo para la E.A.V.S.
3. La ejecución del proyecto se debe realizar cumpliendo con el presupuesto aprobado.
4. La ejecución del proyecto debe cumplir con el cronograma establecido.
5. El proyecto está diseñado para aguas residuales domesticas de humanos.
6. No se incluye la gestión con O.N.G. para la ejecución del proyecto.
7. El proyecto debe ser ejecutado por personal especializado en el tema de la construcción.
8. Es responsabilidad de la parte administrativa, docente la gestión del proyecto.

SUPUESTOS:

1. Se espera que la contratación de personal para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales cumpla con todos los requisitos de mano de obra calificada.
2. Se espera que el personal administrativo, docentes, sigan lineamientos del plan presentado para la construcción de la planta de tratamiento en la E.A.V.S.

3. Se espera que los materiales para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, sean los especificados en el plan, cumpliendo con las normas de calidad.
4. Se espera que el personal administrativo, docente de la institución lleve a cabo el plan de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, según lineamientos sugeridos en el plan.
5. Se espera que el personal administrativo, docente implemente el plan de capacitaciones y concientización sobre la importancia del buen manejo de las aguas residuales, para evitar enfermedades y contaminación del medio ambiente.

RIESGOS:

1. Que se pueda cumplir con el tiempo de colocación de concreto en el revestimiento de humedal y se tengan complicaciones climáticas.
2. Aumento de costos en la instalación de sistema de Bombeo.
3. Nivel freático alto, que se necesite impermeabilizar y sistema de bombeo en la construcción.
4. Gestión inadecuada de financiamiento con ONG por la parte administrativa de la institución.
5. Padres de familia renuentes a colaborar con ayuda económica para la ejecución del proyecto.
6. Contratación de personal no calificado para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.
7. Una mala instalación de las tuberías, que pueda provocar fugas y contaminación.

Tabla 32. Aprobación de Proyecto

Fecha de Aprobación:	
Director del proyecto:	
Patrocinador	
Representante de la Secretaría de Educación	

6.3.2 PLAN DE GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO

En el plan de gestión del tiempo se encuentran las entregables que se llevaran a cabo en paquetes de trabajo con las distintas actividades en secuencia, detallando la duración de cada una de ellas, la fecha de inicio y su finalización en el cronograma del proyecto.

6.3.2.1 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

En el cronograma del proyecto se encuentra el detalle las actividades a realizar, el tiempo planificado para su ejecución, bajo la responsabilidad de quien estará a cargo para su debida gestión, con el fin de tener una organización estratégica, y permita obtener los resultados esperados en la ejecución y entrega del proyecto. (Project Management Institute, 2013)

Tabla 33. Cronograma de planificación del proyecto.

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA E.A.V.S.	103 días	lun 05/02/18	mié 27/06/18
1.1	Socialización del proyecto	1 día	lun 05/02/18	lun 05/02/18
1.1.1	Reunión con todos los interesados	1 día	lun 05/02/18	lun 05/02/18
1.2	Terreno de Planta de tratamiento en la E.A.V.S.	10 días	vie 16/02/18	jue 01/03/18
1.3	Conexión de aguas residuales de Tanque séptico Humedal	32 días	vie 02/03/18	lun 16/04/18
1.3.1	Construcción de 3 cajas de registro	15 días	vie 02/03/18	jue 22/03/18
1.3.2	Instalación de tubería de conducción de agua	10 días	vie 23/03/18	jue 05/04/18
1.3.3	Construcción de caja de conexión con humedal	7 días	vie 06/04/18	lun 16/04/18
1.4	Construcción de Humedal	37 días	vie 02/03/18	lun 23/04/18
1.4.1	Excavación de área de Humedal	3 días	vie 02/03/18	mar 06/03/18

Continuación de Tabla 33.

1.4.2	Revestimiento de geo-malla en área de humedal 2mm de espesor	15 días	mié 07/03/18	mar 27/03/18
1.4.3	Colocación de tubería de Ingreso afluente	5 días	mié 28/03/18	mar 03/04/18
1.4.4	Colocación de tubería de efluente tratado a Tanque de Almacenamiento	4 días	mié 04/04/18	lun 09/04/18
1.4.5	Colocación de material Filtrante	6 días	mar 10/04/18	mar 17/04/18
1.4.6	Siembra de Vegetación en Humedal	4 días	mié 18/04/18	lun 23/04/18
1.5	Tanque de Almacenamiento	22 días	vie 02/03/18	lun 02/04/18
1.5.1	Excavación de tanque de almacenamiento	3 días	vie 02/03/18	mar 06/03/18
1.5.2	Armado de Hierro de Piso	2 días	mié 07/03/18	jue 08/03/18
1.5.3	Armado de Hierro de Paredes	2 días	vie 09/03/18	lun 12/03/18
1.5.4	Encofrado de Tanque de almacenamiento	2 días	mar 13/03/18	mié 14/03/18
1.5.5	Fundición de tanque con concreto 3500 PSI	1 día	jue 15/03/18	jue 15/03/18
1.5.6	Desencofrado de tanque	1 día	vie 16/03/18	vie 16/03/18
1.5.7	Repello de paredes externas e internas	2 días	lun 19/03/18	mar 20/03/18
1.5.8	Pulido de paredes internas y externas	3 días	mié 21/03/18	vie 23/03/18
1.5.9	Relleno y compactación de perímetro de tanque de almacenamiento	2 días	lun 26/03/18	mar 27/03/18
1.5.10	Fabricación de tapaderas de inspección	4 días	mié 28/03/18	lun 02/04/18
1.6	Estación de Bombeo	12 días	vie 02/03/18	lun 19/03/18
1.6.1	Construcción de firme de concreto para Bomba	5 días	vie 02/03/18	jue 08/03/18
1.6.2	Construcción de Galera, suministro e instalación de Bomba	5 días	vie 09/03/18	jue 15/03/18
1.6.3	Pintado de galera de bomba	2 días	vie 16/03/18	lun 19/03/18
1.7	Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo existente	8 días	mié 18/04/18	vie 27/04/18
1.7.1	Instalación de tubería de 3" de succión	3 días	mié 18/04/18	vie 20/04/18
1.7.2	Instalación de tubería de impulsión de 3" a la red de riego por goteo	5 días	lun 23/04/18	vie 27/04/18
1.8	Tanque séptico	34 días	vie 02/03/18	mié 18/04/18
1.8.1	Excavación para tanque séptico	3 días	vie 02/03/18	mar 06/03/18
1.8.2	Armado, encofrado y Fundición de firme de concreto 3500 PSI	4 días	mié 07/03/18	lun 12/03/18
1.8.3	Paredes armadas perimetral e intermedia	6 días	mar 13/03/18	mar 20/03/18
1.8.4	Armado, encofrado y Fundición de losa de concreto 3500 PSI	6 días	mié 21/03/18	mié 28/03/18
1.8.5	Fabricación de tapaderas de inspección	5 días	jue 29/03/18	mié 04/04/18
1.8.6	Repello de paredes externas e internas	5 días	jue 05/04/18	mié 11/04/18
1.8.7	Relleno y compactación de perímetro de tanque Séptico	5 días	jue 12/04/18	mié 18/04/18
1.9	Plan de mantenimiento de Equipo anual ejecutado por alumnos	11 días	lun 30/04/18	lun 14/05/18
1.9.1	Plan de Mantenimiento de limpieza de Lecho filtrante de Humedal	4 días	lun 30/04/18	jue 03/05/18
1.9.2	Plan de mantenimiento de limpieza de sedimentos en tanque de almacenamiento y cajas de registro	3 días	vie 04/05/18	mar 08/05/18
1.9.3	Plan de mantenimiento de bomba	2 días	mié 09/05/18	jue 10/05/18

Continuación de Tabla 33.

1.9.4	Plan de monitoreo, control y seguimiento de calidad en la ejecución de los planes de mantenimiento	2 días	vie 11/05/18	lun 14/05/18
1.10	Plan de Concientización	18 días	mar 15/05/18	jue 07/06/18
1.10.1	Elaboración de Informe de Construcción y funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.AV.S.	5 días	mar 15/05/18	lun 21/05/18
1.10.2	Elaboración de presentación sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.	5 días	mar 15/05/18	lun 21/05/18
1.10.3	Capacitaciones de Maestros y personal de servicio civil sobre la planta de tratamiento de aguas residuales	5 días	mar 22/05/18	lun 28/05/18
1.10.4	Integración al plan de enseñanza de los maestros con las materias a fines sobre tratamiento de agua residuales y su reutilización en cultivo	5 días	mar 29/05/18	lun 04/06/18
1.10.5	Capacitación a Padres de Familia y comunidad sobre el tratamiento de aguas residuales y su reutilización.	3 días	mar 05/06/18	jue 07/06/18
1.11	Cierre de Proyecto	14 días	vie 08/06/18	mié 27/06/18
1.11.1	Presentación de informes a todos los interesados	5 días	vie 08/06/18	jue 14/06/18
1.11.2	Acta de recepción	1 día	vie 15/06/18	vie 15/06/18
1.11.3	Cierre Administrativo	4 días	lun 18/06/18	jue 21/06/18
1.11.4	Lecciones Administrativos	3 días	vie 22/06/18	mar 26/06/18
1.11.5	Acta de cierre del proyecto	1 día	mié 27/06/18	mié 27/06/18

Fuente: Elaboración propia

En el cronograma del proyecto como lo muestra en la tabla 33, se encuentra la guía de cómo se llevará a cabo el desarrollo del proyecto. Teniendo una duración planificada de 103 días para la ejecución del proyecto. Las tareas han sido secuenciadas de tal forma que se pueda cumplir con cada uno de los entregables que establecieron en el proyecto. Se tendrá una tolerancia de $\pm 5\%$ en el cumplimiento de las fechas de entrega de cada tarea y subtarea.

Los cronogramas tienen un papel relevante en los proyectos, ya que permiten al equipo del proyecto, patrocinador e interesados poder visualizar el status de los avances en cualquier momento. Lo que cumple con el propósito del plan que es definir lineamientos y parámetros de cómo se creará el cronograma. También se definirán límites y técnicas para el control y monitoreo, así como el proceso de cambios que estará definido en el plan.

6.3.2.2 ESTRATEGIA DE MANEJO DEL TIEMPO

En el desarrollo del proyecto se manejará el cronograma de las actividades mediante la herramienta de MS Project 2013, identificando cada uno de los entregables, así como la duración de cada una de las actividades detallada en la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Las duraciones se calculan según el juicio de expertos, y los recursos dependiendo de la disponibilidad para cada actividad.

Una vez desarrollado el cronograma preliminar, será revisado por el equipo encargado del proyecto, llegando a un acuerdo siendo autorizado por el patrocinador quedando establecida como línea base del proyecto. En el anexo 10 se muestra la ruta crítica en la ejecución de los entregables.

6.3.2.3 ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL CRONOGRAMA

El director del proyecto será el responsable por la definición de entregables, secuenciando cada actividad y asignando la duración como los recursos, esto en conjunto con el equipo del proyecto. El deberá gestionar la aprobación del patrocinador y oficializar el cronograma del proyecto como línea base.

6.3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO

En el plan de gestión de costos consta del presupuesto estimado del proyecto detallado en cada actividad que se va a realizar para su ejecución.

Tabla 34. Presupuesto estimado del proyecto.

EDT	Nombre de tarea	Costo
1	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA E.A.V.S.	L.538.250,00
1.1	Socialización del proyecto	L.500,00
1.1.1	Reunión con todos los interesados	L.500,00
1.2	Terreno de Planta de tratamiento en la E.A.V.S.	L.250.000,00
1.3	Conexión de aguas residuales de Tanque séptico Humedal	L.73.500,00
1.3.1	Construcción de 3 cajas de registro	L.11.000,00
1.3.2	Instalación de tubería de conducción de agua	L.57.000,00
1.3.3	Construcción de caja de conexión con humedal	L.5.500,00
1.4	Construcción de Humedal	L.38.000,00
1.4.1	Excavación de área de Humedal	L.16.000,00
1.4.2	Revestimiento de geo-malla en área de humedal 2mm de espesor	L.6.500,00
1.4.3	Colocación de tubería de Ingreso afluente	L.3.500,00
1.4.4	Colocación de tubería de efluente tratado a Tanque de Almacenamiento	L.3.500,00
1.4.5	Colocación de material Filtrante	L.6.100,00
1.4.6	Siembra de Vegetación en Humedal	L.2.400,00
1.5	Tanque de Almacenamiento	L.23.700,00
1.5.1	Excavación de tanque de almacenamiento	L.3.500,00
1.5.2	Armado de Hierro de Piso	L.2.400,00
1.5.3	Armado de Hierro de Paredes	L.3.500,00
1.5.4	Encofrado de Tanque de almacenamiento	L.1.500,00
1.5.5	Fundición de tanque con concreto 3500 PSI	L.5.500,00
1.5.6	Desencofrado de tanque	L.1.200,00
1.5.7	Repello de paredes externas e internas	L.1.100,00
1.5.8	Pulido de paredes internas y externas	L.1.100,00
1.5.9	Relleno y compactación de perímetro de tanque de almacenamiento	L.1.600,00
1.5.10	Fabricación de tapaderas de inspección	L.2.300,00
1.6	Estación de Bombeo	L.48.000,00
1.6.1	Construcción de firme de concreto para bomba	L.6.500,00
1.6.2	Construcción de Galera, suministro e instalación de Bomba	L.38.000,00
1.6.3	Pintado de galera de bomba	L.3.500,00
1.7	Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo existente	L.12.000,00
1.7.1	Instalación de tubería de 3" de succión	L.4.500,00
1.7.2	Instalación de tubería de impulsión de 3" a la red de riego por goteo	L.7.500,00

Continuación de Tabla 34.

1.8	Tanque séptico	L.75.900,00
1.8.1	Excavación para tanque séptico	L.8.500,00
1.8.2	Armado, encofrado y Fundición de firme de concreto 3500 PSI	L.15.900,00
1.8.3	Paredes armadas perimetral e intermedia	L.28.000,00
1.8.4	Armado, encofrado y Fundición de losa de concreto 3500 PSI	L.18.500,00
1.8.5	Fabricación de tapaderas de inspección	L.2.300,00
1.8.6	Repello de paredes externas e internas	L.1.100,00
1.8.7	Relleno y compactación de perímetro de tanque Séptico	L.1.600,00
1.9	Plan de mantenimiento anual ejecutado por alumnos de la E.AV.S.	L.8.500,00
1.9.1	Plan de Mantenimiento de limpieza de Lecho filtrante de Humedal	L.1.500,00
1.9.2	Plan de Mantenimiento de limpieza de Sedimentos en tanque de almacenamiento y cajas de registro	L.2.500,00
1.9.3	Plan de Mantenimiento de Bomba	L.3.500,00
1.9.4	Plan de Monitoreo, control y seguimiento de calidad en la ejecución de los planes de mantenimiento	L.1.000,00
1.10	Plan de Concientización	L.5.000,00
1.10.1	Elaboración de Informe de Construcción y funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.AV.S.	L.200,00
1.10.2	Elaboración de presentación sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.	L.200,00
1.10.3	Capacitaciones de Maestros y personal de servicio civil sobre la planta de tratamiento de aguas residuales	L.1.000,00
1.10.4	Integración al plan de enseñanza de los maestros con las materias a fines sobre tratamiento de agua residuales y su reutilización en cultivo	L.600,00
1.10.5	Capacitación a Padres de Familia y comunidad sobre el tratamiento de aguas residuales y su reutilización.	L.3.000,00
1.11	Cierre de Proyecto	L.3.150,00
1.11.1	Presentación de informes a todos los interesados	L.2.000,00
1.11.2	Acta de recepción	L.250,00
1.11.3	Cierre Administrativo	L.500,00
1.11.4	Lecciones Administrativos	L.200,00
1.11.5	Acta de cierre del proyecto	L.200,00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 34 muestra el presupuesto del cronograma de planificado del proyecto “Planta de tratamiento de Aguas Residuales en la E.A.V.S.”, siendo de un costo total de Lps. 538,250.00 para la implementación y ejecución del proyecto, teniendo una tolerancia de $\pm 5\%$ en los costos.

El director de proyectos será el responsable por administrar y reportar el costo del proyecto a través de toda la duración del mismo. Durante las reuniones mensuales con el equipo del proyecto y los representantes de los Patrocinadores, el director de proyecto deberá presentar los avances reflejando los costos ejecutados, así como la proyección del próximo mes estableciendo las metas de avances hasta la finalización del proyecto.

Para medir el rendimiento se utilizará la herramienta del costo será valor ganado y el director de proyectos tiene la responsabilidad de presentar al patrocinador las variaciones obtenidas del costo y presentar un plan de acciones para poder reducir costo y poder estar dentro del presupuesto. El patrocinador decidirá si hará cambios al proyecto para ajustarse al presupuesto.

6.3.3.1 ESTRATEGIA DE MANEJO DE COSTO

Los costos de este proyecto se manejarán en un detalle del tercer nivel de la EDT, donde las cuentas de los costos se crearán para este propósito. Se utilizará el valor ganado para medir cual ha sido el rendimiento financiero del proyecto. El crédito en cada paquete de trabajo se controlará en base al avance según el porcentaje completado.

6.3.3.2 CONTROL DE COSTO

El rendimiento de los costos del proyecto será medido a través de la técnica de valor Ganado. Las siguientes métricas de valor ganado serán utilizadas:

- 1) Variación del Cronograma (SV)

- 2) Variación del Costo (CV)
- 3) Índice de desempeño de cronograma (SPI)
- 4) Índice de desempeño de costos (CPI)

6.3.4 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

El Plan de gestión de calidad es una de las piezas más importantes de cualquier plan de gestión del proyecto. El propósito del plan de gestión de calidad es describir cómo se administrará la calidad durante la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.

También incluye los procesos y procedimientos para asegurar la calidad en cada una de las etapas de planificación, aseguramiento y control verificando que en cada uno de ellos se cumplan conforme a lo establecido durante el proceso de construcción de la planta de tratamiento con mano de obra y materiales certificados. Todas las partes interesadas deben estar familiarizadas con la manera en que la calidad será planeada, asegurada y controlada.

6.3.4.1 PLANIFICAR LA CALIDAD

Los trabajos a efectuarse bajo estas especificaciones incluyen la dirección técnica, mano de obra y materiales, para dejar en condiciones de funcionamiento de la planta de aguas residuales y cada una de sus etapas en el tratamiento de las mismas, conectados al sistema de riego cumpliendo de los entregables establecidos en las políticas de calidad del proyecto.

La calidad del tanque séptico y humedal para el proyecto será definida por las normas actuales existentes con respecto de construcción, etc. El foco está en la entrega del proyecto y las normas y

criterios que se utilizan asegurará que la planta de tratamiento cumple los estándares de calidad establecidos y la satisfacción de la dirección de la E.AV.S.

Calidad del proceso para el proyecto se centrará en los procesos de contenido e implementación del proyecto, así como también en la capacitación del personal que trabajará en dicho proyecto. Establecer estándares de calidad de proceso se asegurará de que todas las actividades conforman a un estándar organizacional que se traduce en la entrega exitosa del producto.

El equipo del proyecto trabajará con el grupo de calidad para definir y documentar toda la estructura organizacional y estándares de calidad específicos para procesos y producto del proyecto. Toda la documentación de calidad pasará a formar parte del Plan de proyecto y va ser la transición a las operaciones sobre la terminación exitosa del proyecto

6.3.4.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El ingeniero del proyecto debe de realizar la verificación y el cumplimiento de que las actividades se desarrollen según estos estándares y normas:

1. CHOC, Código Hondureño de Construcción
2. ACI, American Concrete Institute
3. Normas técnicas del SANAA
4. Regulaciones de Cholomas de alcantarillado. (Ver Anexo 6)

Así mismo se establece un plan de pruebas de resistencia en el concreto, pruebas hidrostáticas para medir las presiones en las tuberías y el sistema de bombeo. Donde se deben

certificar los trabajos realizados, que cumpla con cada una de las especificaciones técnicas establecidas según las métricas de calidad de cada uno de los entregables del proyecto.

Se han establecido métricas de calidad con el fin de medir desde un punto de vista cuantitativo el rendimiento en los diferentes entregables, y así evaluar el desempeño de los proveedores. Las métricas estarán relacionados a los requisitos de tiempo de entrega, costos, cumpliendo con la calidad especificada.

Estas se medirán con una tolerancia de $\pm 5\%$ por indicadores principales tales como:

- 1) Tiempos de entrega versus tiempo planificado.
- 2) Costo de entrega versus costo planificado.

6.3.4.3 CONTROL DE LA CALIDAD

Para el control de la calidad de los entregables, se utilizará indicadores de satisfacción y rendimiento en el cronograma como en el presupuesto. Ver Tabla 35.

Tabla 35. Indicadores de control de calidad.

FACTOR DE CALIDAD RELEVANTE	OBJETIVO DE CALIDAD	MÉTRICA A UTILIZAR	FRECUENCIA Y MOMENTO DE MEDICIÓN	FRECUENCIA Y MOMENTO DE REPORTE
Desempeño del Proyecto	$CPI \geq 0.95$	CPI: Índice de desempeño de Costo	Frecuencia: Semanal Medición: Todos los viernes	Frecuencia: Semanal Medición: Todos los Lunes
Desempeño del Proyecto	$CPI \geq 0.95$	SPI: Índice de desempeño de Costo	Frecuencia: Semanal Medición: Todos los viernes	Frecuencia: Semanal Medición: Todos los Lunes
Desempeño del Producto	Satisfacción $\geq 90\%$	Satisfacción del Cliente	Frecuencia: Semanal Medición: Todos los viernes	Frecuencia: Quincenal Medición: Todos los Lunes

Se debe realizar la verificación y control de calidad de cada entregable. La validación de cada entregable se hará de acuerdo al grado de cumplimiento con los controles establecidos en la lista de Control.

Para el control de los documentos de origen, hojas de suministro, recepción de materiales de suministro de proveedores, el encargado de la obra deberá firmar y recibir, identificando del producto exigido el cumplimiento de las normas y especificaciones por el equipo de proyecto con los certificados de calidad del fabricante.

Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- 1) Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- 2) El certificado de garantía del fabricante y especificaciones técnicas de los equipos y materiales utilizados.

El director de proyecto verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los materiales y equipos amparados por ella.

6.3.4.4 MEJORA CONTINUA

El proceso de mejora continua es un fin permanente para los proyectos desarrollados por lo que para este proyecto se debe tener una reunión una vez finalizado los entregables y que se tenga la recepción de los mismos por parte del patrocinador. Se tendrá que realizar un análisis del desempeño, verificando la satisfacción del cliente y las no conformidades. En el proceso de ejecución se documentará para que sirvan de activos a la empresa. Como parte del proceso de mejora continua se deberá llenar en cada uno de los incidentes o cambios aprobados en el proyecto.

6.3.5 PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

En el siguiente plan se encuentra definido los roles de los stakeholders del proyecto, así como la matriz de comunicación donde se establecen los lineamientos para poder tener una comunicación exitosa. Se establece la forma en la que se llevará a cabo la comunicación dependiendo del tipo de información, a quien se requiere transmitir y la frecuencia. Se establecen la periodicidad de las reuniones y los responsables de cada una de ellas. (Ver tabla 36).

Tabla 36. Plan de Gestión de las Comunicaciones

Interesado	Tipo de información	Formato de la información	Aprobador de la información	Responsable de envío	Fecha de envío
Docentes de la institución	Presentación del proyecto, objetivos y enfoque de gestión.	convocatorias, Reuniones, capacitaciones	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Alumnos de la institución	Presentación del proyecto, objetivos y enfoque de gestión.	Convocatorias, Reuniones, capacitaciones	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Personal de servicio	Presentación del proyecto, objetivos y enfoque de gestión.	Convocatorias, Capacitaciones	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Padres de Familia	Presentación del proyecto, objetivos y enfoque de gestión.	Convocatorias, Reuniones, informes	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Patronato de la comunidad	Presentación del proyecto, objetivos y enfoque de gestión.	Convocatorias, Reuniones, informes	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Centro de salud	Informe sobre el estado del proyecto	Convocatorias, Reuniones, informes	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Secretaría de educación	Informe sobre el estado del proyecto	Informes	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Alcaldía Municipal de Choloma	Solicitudes de gestión e Informe sobre el estado del proyecto	Solicitudes, informes	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata
Comunidad	Informe sobre el estado del proyecto	Informes	Director del proyecto	Jefe del proyecto	Inmediata

Fuente: Elaboración propia

6.3.5.1 ESTRATEGIA EN EL MANEJO DE LAS COMUNICACIONES

La comunicación efectiva entre cada uno de los interesados del proyecto de manera proactiva, teniendo un acercamiento es de vital importancia en el proyecto. En la matriz de comunicación se detallan la forma en que se realizará la interrelación, en qué forma se informará, como se

comunicará, a quien se comunica, de qué manera se enviará la información garantizando que haya una fluidez en la comunicación.

6.3.5.2 RESTRICCIONES DE LAS COMUNICACIONES

Algunas de las restricciones en el proyecto, es que la comunicación es responsabilidad de parte del equipo del proyecto sea cumplida dentro de lo presupuestado, en tiempo y forma. El director del proyecto deber garantizar que se cumpla, sin exceder los límites establecidos en el cumplimiento de los requerimientos del proyecto.

La periodicidad de la comunicación del equipo del proyecto y los interesados se establece en la matriz de comunicaciones, garantizando que la información sea transmitida de manera efectiva, cumpliendo con las restricciones.

6.3.5.3 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIONES DE INTERESADOS

En el proceso de identificación de los interesados del proyecto el director de proyectos debe comunicarse con cada de ellos para establecer el método más efectivo y de su preferencia para mantener una canal viable de comunicación.

6.3.5.4 MÉTODO DE COMUNICACIÓN Y TECNOLOGÍA

El equipo del proyecto debe de contar con una red de comunicación interna vía correo y telefónica, se tendrá un punto de almacenamiento de información que puede ser alimentada por cada uno de los integrantes del equipo. Toda aprobación deberá ser documenta ya sea vía

electrónica con un correo de autorización o en físico teniendo una copia de registro con firma y sello de quien lo autoriza y la fecha en que lo realizó.

Tabla 37. Matriz de comunicaciones del proyecto.

Matriz de Comunicaciones		Estatus semanal									
		Reporte Mensual	Ayuda memoria de Reuniones	Requisitos de Pago	Control de compras	Control de presupuesto	Evaluación de consultores	Plan de proyecto	Elaboración plan de mantenimiento	Ayuda memoria de reuniones	Avance de
Involucrados	Rol en el Proyecto	Semanal	Mensual	Quincenal	Quincenal	Quincenal	Quincenal	Quincenal	Quincenal	Quincenal	Quincenal
Docentes de la institución	Interesado		≡								
Alumnos de la institución	Interesado	≡									
Personal de servicio	Interesado	≡									
Padres de Familia	Interesado	≡									
Patronato de la comunidad	Interesado	≡									
Centro de salud	Interesado	≡									
Secretaría de educación	Interesado	≡									
Alcaldía Municipal de Choloma	Interesado	≡									
Comunidad	Interesado	≡									
Director del proyecto	Gerente del proyecto	*		@				*	*	≡	*
Patrocinadores	Financiamiento del proyecto							*			
Administrador del proyecto	Realizar contratos y pagos	*		*	*	*	*				*
Jefe del proyecto	Control de calidad del proyecto	*		@							*
	Consultor de Obras civiles	*		@						*	*
Jefe de obra civil	(Estructurales, hidrosanitarios)			@					*		*
Jefe de instalaciones hidráulicas	Consultor de Obras hidráulicas	*		@					*		*
Jefe de instalaciones eléctrica	Consultor de Obras eléctricas	*		@					*		*
Encargado de mantenimiento	Mantenimiento de la obra								*		*

Simbología; @ = Email, ≡ = Documento impreso, * = Encargado de generar la información

Fuente elaboración propia

6.3.6 PLAN DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

El plan de Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto. Los

miembros del equipo del proyecto pueden tener diferentes conjuntos de habilidades, pueden estar asignados a tiempo completo o a tiempo parcial y se pueden incorporar o retirar del equipo conforme avanza el proyecto. (Project Management Institute, 2013). En la figura 29 se presenta el modelo de gestión para los recursos humanos.

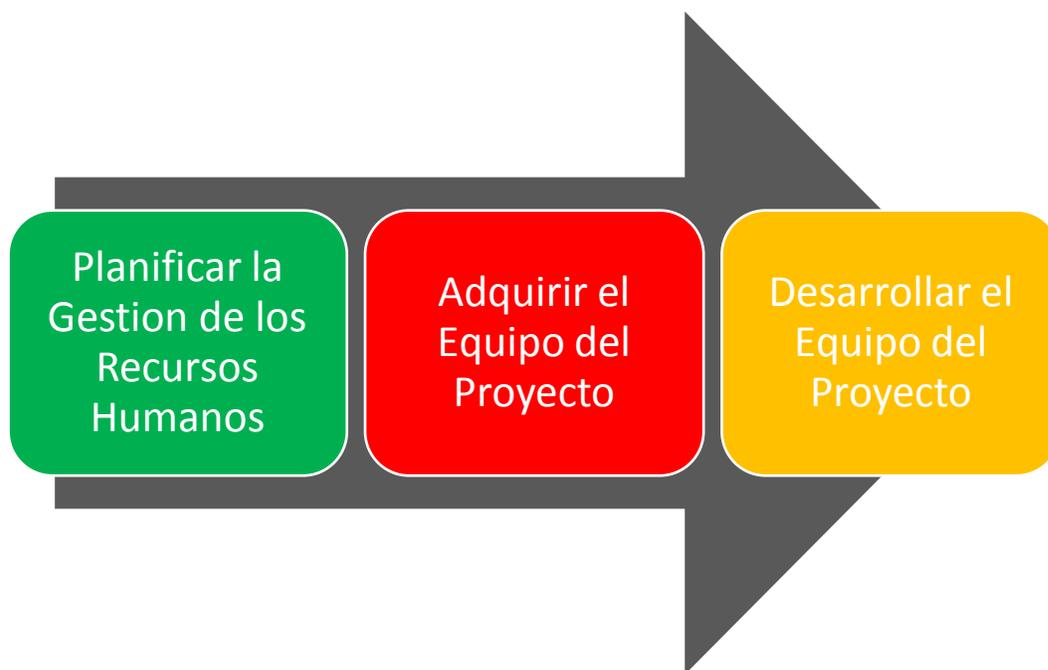


Figura 29. Modelo de Gestión de los Recursos Humanos

Fuente: Elaboración propia

Planificar la Gestión de los Recursos Humanos es el proceso de identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como de crear un plan para la gestión de personal. El beneficio clave de este proceso es que establece los roles y responsabilidades del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de personal, el cual incluye el cronograma para la adquisición y liberación del personal.

6.3.6.1 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

En la figura 30 se presenta el organigrama donde se representan los cargos y relaciones del personal involucrado en el proyecto.

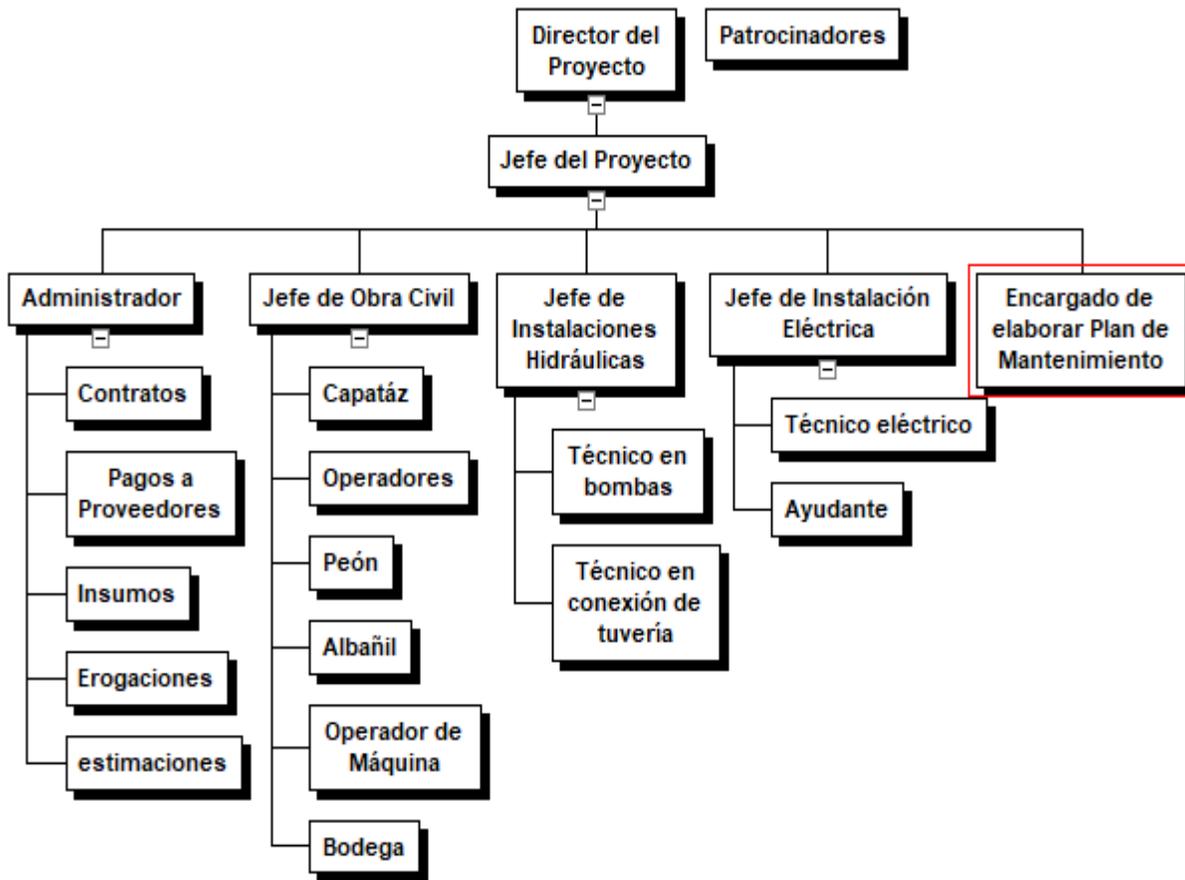


Figura 30. Organigrama del Proyecto

La tabla 38 se presenta la descripción del perfil de los responsables y la relación entre las tareas del proyecto y los miembros del equipo. Los cambios que se presenten durante el desarrollo del proyecto es responsabilidad del director del proyecto el cual debe ser revisado y aprobado y distribuido nuevamente.

Tabla 38. Definición de matriz RACI

	ROL	DESCRIPCIÓN
R	Responsible /Responsable	Es el que se encarga de hacer la tarea o actividad.
A	Accountable/ Persona a cargo	Es la persona que es responsable de que la tarea esté hecha. No es lo mismo que la R, ya que no tiene porqué ser quien realiza la tarea, puede delegarlo en otros. Sin embargo, si es quien debe asegurarse de que la tarea sea hecha, y se haga bien.
C	Consulted/ Consultado	Los recursos con este rol son las personas con las que hay consultar datos o decisiones con respecto a la actividad o proceso que se define.
I	Informed/ Informado	A estas personas se las informa de las decisiones que se toman, resultados que se producen, estados del servicio, grados de ejecución.

Fuente de elaboración propia.

Tabla 39. Matriz RACI

Actividad	Jefe de Obra Civil	Jefe de Instalaciones Hidráulicas	Jefe de Instalaciones Eléctricas	Jefe Supervisor	Encargado de Plan de Mantenimiento	Director del Proyecto
Sistema de Ingeniería Civil						
Construcción	R	R		I		A, C
Revestimiento	R	R		I		A,C
Excavación	R	R		I		A,C
Sistema Hidráulico						
Construcción	R	R		I		A,C
Instalación de tubería	R	R		I		A,C

Continuación de Tabla 39

Sistema Eléctrico						
Diseño de sistema eléctrico			R	I		A,C
Construcción	R			I		A,C
Sistema de Mantenimiento						
Elaboración de Plan de Mantenimiento				I	R	AC

Fuente Elaboración propia

Tabla 40. Matriz de roles y responsabilidades

ROLES Y RESPONSABILIDADES			
NOMBRE DEL PROYECTO:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA		
LIDER DEL PROYECTO	ELVIN DAGOBERTO ZEPEDA		
PATROCINADOR			
Nombre	Planta y área	Rol	Responsabilidad
Elvin Dagoberto Zepeda	PMO	Director de Proyectos	Cumplimiento del Plan de Proyecto, cumplir con objetivos, tiempos, cronograma y costos.
Ingeniero Civil	Construcción	Jefe de Obra Civil	Construcción de obras civiles
Ingeniero Civil con experiencia en Hidrosanitaria	Construcción	Jefe de Instalaciones Hidráulicas	Apoyo en las instalaciones hidráulicas
Ingeniero Eléctrico	Instalación	Jefe de Instalaciones Eléctricas	
Arquitecto	Construcción	Jefe Supervisor	Revisión y avances de las etapas de construcción
Técnico en Planeación	Elaboración	Encargado de Plan de Mantenimiento	Dar cumplimiento al plan de mantenimiento

Fuente: elaboración propia

La tabla 40 describe los roles y responsabilidades de todos los involucrados en el proyecto.

6.3.7 PLAN DE GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

En el presente plan de adquisiciones donde establece el método de selección de proveedores y su contratación del proyecto. El plan tiene como finalidad identificar los elementos a ser considerados, los tipos de contratos que se utilizarán para apoyar este proyecto, el proceso de aprobación de contratos y criterios de decisión. En los criterios de selección deben ser considerados dependiendo de las actividades que se estarán realizando, las especificaciones y requerimientos para cumplimiento, así como el presupuesto, cronograma de ejecución y calidad de los entregables.

6.3.7.1 MATRIZ DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

Tabla 41. Matriz de selección.

SELECCIÓN DE PROVEEDORES							
Criterios	% Pond.	Proveedor A		Proveedor B		Proveedor C	
		Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
1. Precio	30%						
2. Disponibilidad	20%						
3. Calidad	35%						
4. Ubicación	10%						
5. Servicio	5%						
Total	100%						

Para la selección de proveedores con la matriz se tomarán en cuenta parámetros como el precio, disponibilidad, calidad, ubicación, servicio, dándole un valor porcentual a cada uno de ellos, de manera que se pueda seleccionar el que obtenga el mayor puntaje y cumpla con lo requerido.

6.3.7.2 TIPOS DE CONTRATOS DE COMPRAS Y ADQUISICIONES

En este proyecto se utilizará el tipo de Contrato por Cantidades y Precios Unitarios, establecidos por el contratista. El contratista deberá asegurar el cumplimiento con el programa que presentará,

cumpliendo con cada una de las tareas necesarias para lograr los entregables. Este documento deberá indicar claramente la duración de las actividades, fecha de inicio y finalización, actividades precedentes, holguras, ruta crítica y en general, la información referente a las actividades. En el caso de la ejecución de las adquisiciones de bienes y/o servicios se utilizarán contratos de precio fijo o unitario, con plazos de entregas y pago previamente establecidos con el proveedor.

6.3.8 PLAN DE GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

La Gestión de los Interesados del Proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto (Project Management Institute, 2013).

6.3.8.1 IDENTIFICAR A LOS INTERESADOS

El proceso de desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con base en el análisis de sus necesidades, intereses y el posible impacto en el éxito del proyecto.

Identificar Stakeholders. El proceso de identificación de las personas, grupos u organizaciones que podrían ejercer o recibir el impacto de una decisión, actividad o resultado del proyecto, así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto.

Analizar a los interesados ayuda a definir el lugar para cada uno y así como sus funciones y roles dentro del proyecto.

La figura 31 muestra cuales son los interesados en el proyecto.



Figura 31. Identificación de los interesados

Fuente: Elaboración Propia.

Se realiza la matriz de poder/ interés con el objetivo de los intereses basándose en su nivel de autoridad (poder) y su nivel de preocupación (interés) con respecto a los resultados del proyecto, con el objetivo de gestionar atentamente a los interesados que pueden influenciar de forma positiva o que pueda ocasionar algún tipo de inconveniente o retraso en la ejecución del proyecto.

Tabla 42. Matriz de Poder/ Interés.

INTERESADOS	CLASIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS	ESTRATEGIA
Docentes	Poder-Legitimidad Dominantes	Involucrar en cada una de las actividades dentro del proyecto
Alumnos	Urgencia Demandantes	Tenerlos involucrados, a sus necesidades y expectativas.
Padres de familia	Poder-Legitimidad Dominantes	Mantenerles informados sobre la implementación del proyecto y el impacto que tiene el mismo en la educación de sus hijos.

Continuación de tabla 42.

Personal de servicio	Poder-Legitimidad Dominantes	Involucrar en cada una de las actividades dentro del proyecto
Patronato	Poder-Legitimidad Dominantes	Mantenerles informados sobre la implementación del proyecto y el impacto que tiene el mismo en la educación.
Centro de Salud	Poder Inactivos	Se mantendrá informado en aspectos importantes sobre el avance del proyecto, se invitaran a la inauguración.
Secretaría de educación	poder-legitimidad-urgencia críticos	Se mantendrá informado periódicamente sobre el rendimiento del proyecto, se le invitará a conocer los avances del mismo.
Comunidad	Poder Inactivos	Se mantendrá informado en aspectos importantes sobre el avance del proyecto, se invitaran a la inauguración.
Alcaldía municipal de Choloma	Poder Inactivos	Se mantendrá informado en aspectos importantes sobre el avance del proyecto, se invitaran a la inauguración.

6.3.9 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

En la gestión de los riesgos se debe realizar un análisis exhaustivo de cada una de las actividades que se estarán realizando, para poder identificar cada una de las limitaciones y posibles riesgos que pueden tener un impacto en costo, tiempo, alcance y calidad de los entregables.

Teniendo como beneficio planes de contingencias que pueden ser ejecutados duran el ciclo de vida el proyecto.

El plan de gestión de los riesgos debe comunicarse y obtener el acuerdo de cada uno de los stakeholders, teniendo conciencia del impacto que puede tener en la ejecución del proyecto. Al identificar los riesgos se debe realizar un análisis cualitativo y cuantitativo para poder valorar el impacto según los criterios de la tabla y logrando establecer acciones para mitigar, asegurar o asumir cada uno de los riesgos.

Tabla 43. Matriz de Impactos

Probabilidad		Impacto				
		Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
Muy probable	0.9	0.09	0.27	0.45	0.63	0.81
Probable	0.7	0.07	0.21	0.35	0.49	0.63
Poco Probable	0.4	0.04	0.12	0.2	0.28	0.36
Improbable	0.1	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09

Probabilidad		Impacto	
Muy probable	0.9	Muy Alto	0.9
Probable	0.7	Alto	0.7
Poco Probable	0.4	Moderado	0.5
Improbable	0.1	Bajo	0.3
		Muy bajo	0.1

Fuente: Project Management Institute, 2013

Tabla 44. Evaluación Cualitativa de los Riesgos

ANÁLISIS CUALITATIVO PROYECTO: “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA E.A.V.S. ”										
EDT	Riesgo	Categoría	Evento	Descripción	(P)	(I)	P x I	Marcador de Riesgo	Respuesta	Responsable
1.3	1	Tiempo	Construcción de Humedal	Que no se puede cumplir el tiempo de colocación de concreto	-0.9	-0.5	-0.45	Moderado	Tener una Holgura de 4 días en el desarrollo de esta actividad	Ingeniero Obras Civiles
1.5	2	Costo	Estación de Bombeo	Elevados costos en Instalación eléctrica para sistema de bombeo	-0.7	-0.5	-0.35	Bajo	Realizar un estudio de ubicación d transformadores y disponibilidad de conexión	Departamento de Planeación
1.4	3	Costo	Tanque de Almacenamiento	Nivel freático alto, se necesita impermeabilizar, bombas para construcción	-0.6	-0.7	-0.42	Moderado	Pruebas de Profundidad de Nivel Freático	Departamento de Planeación de Proyectos
1.6	7	Tiempo	Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo	Atrasos en la puesta en marcha debido al desconocimiento de ubicación de punto de inicio de la red de riego existente	-0.3	-0.9	-0.27	Muy Alto	Tener establecido un Plano de ubicación de todo lo existente	Departamento de Planeación

El análisis cuantitativo de los riesgos es aún más complejo ya que da como resultado un valor monetario en el cual se podría incurrir si se llegara a presentar dichas eventualidades. En la tabla 44 se presentan los resultados del análisis de riesgos.

Tabla 45. Matriz de Probabilidad por Impacto

		Impacto		
		BAJO	MEDIO	ALTO
Probabilidad		B	M	A
	ALTO	AB	AM	AA
	MEDIO	MB	MM	MA
	BAJO	BB	BM	BA

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46. Evaluación cuantitativa de los Riesgos

Evento	Código	Daño	Tiempo (Días)
Construcción de Humedal	1	-5,082.69	7
Estación de Bombeo	2	-5,082.69	5
Tanque de Almacenamiento	3	-7,115.77	5
Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo	4	-9,148.85	5

Evento	Probabilidad	Impacto	Valor	Clasificación
		Promedio	Esperado	
Construcción del Humedal	-0.9	-5,082.69	-4,574.42	AA
Estación de Bombeo	-0.7	-5,082.69	-3,557.88	MM
Tanque de Almacenamiento	-0.6	-7,115.77	-4,269.46	MA
Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo	-0.3	-9,148.85	-2,744.65	MM

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los resultados cuantitativos se establece un plan de respuesta para la gestión de los riesgos y ejecutar acciones que disminuyan el impacto o prevean que puedan suceder dichos eventos. En la Tabla 47 se presenta los responsables y acciones a tomar en cada actividad.

Tabla 47. Plan de respuesta de riesgo.

PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS.

ID Riesgo	Riesgo	EDT	(I)	(P)	P x I	Dueño	Respuesta
		Ítem					
1	Construcción de Humedal	1.3	- 0.5	- 0.9	-0.45	Ingeniero Obras Civiles	Tener una Holgura de 4 días en el desarrollo de esta actividad
2	Estación de Bombeo	1.5	- 0.5	- 0.7	-0.35	Departamento de Planeación	Realizar un estudio de ubicación d transformadores y disponibilidad de conexión
3	Tanque de Almacenamiento	1.4	- 0.7	- 0.6	-0.42	Departamento de Planeación de Proyectos	Pruebas de Profundidad de Nivel Freático
4	Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo	1.6	- 0.9	- 0.3	-0.27	Departamento de Planeación	Tener establecido un Plano de ubicación de todo lo existente

Fuente: Elaboración Propia

6.3.9.1 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

En el desarrollo de la construcción de la planta de tratamiento en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula se tendrá un impacto ambiental que debe considerarse, teniendo en cuenta los indicadores y el alcance del mismo, considerando dentro del plan de monitoreo y control el gestionar los riesgos que se pueda generará. En la tabla 48 se muestra el detalla de cada entregable y su impacto.

Tabla 48 Impacto ambiental- externalidad positiva y negativa.

IMPACTO AMBIENTAL		EXTERNALIDAD		
Proyecto	Dimensión	Impacto	Indicador	Alcance de Impacto
Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en la E.A.V.S.	Socialización del proyecto	Positivo	Cantidad de personas en charlas de socialización, integración al proyecto.	Comunidad, estudiantes, maestros, personal de servicio civil, autoridades, centro de salud, patronato.
	Terreno de Planta de tratamiento en la E.A.V.S.	Negativo	Área en metros cuadrados	Disponibilidad de área cultivo
	Conexión de aguas residuales de Tanque séptico a Humedal	Positivo	Conducción del agua metros cúbicos de agua residual para tratar y ser reutilizada	Evacuación de aguas residuales del área de aulas y personal educativo
	Construcción de Humedal	Positivo	Área de cultivo de zacate para ganado	Reducción de costos en la alimentación de ganado
	Tanque de Almacenamiento	Positivo	Volumen de agua tratada metros cúbicos	Almacenamiento de agua para uso en cultivo
	Estación de Bombeo	Negativo	Consumo de energía para impulsión de agua.	Impulsión de agua tratada a sistema de riego de cultivo, ruido generado por motor.
	Conexión al sistema de riego de cultivo por goteo existente	Positivo	Metros cúbicos de agua tratada conectada al sistema de riego	Ahorro del agua para el riego de cultivo por goteo
	Tanque séptico	Negativo	Cantidad de olor en área.	Afectación a comunidad estudiantil
	Plan de mantenimiento anual ejecutado por Alumnos de las E.A.V.S.	Positivo	Periodicidad anual de mantenimiento de cada estructuras en el proceso tratamiento del agua y su reutilización.	Integración de alumnos y maestros en la ejecución del plan de mantenimiento.
	Plan de Concientización	Positivo	Integración al programa, charlas de impacto ambiental por tratamiento del agua y su reutilización	Comunidad de Monterrey, alcaldía, autoridades, centros de salud, escuelas.
	Cierre de Proyecto	Positivo	Puesta en marcha de la planta de tratamiento	Escuela de la Agricultura del Valle de Sula

6.3.10 PLAN DE GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye cada uno procesos donde se busca unificar cada uno de ellos en un grupo de procesos de la Dirección de proyectos. Consolidando acciones relevantes para la ejecución efectiva, el control y cierre del proyecto, de modo que se cumplan con éxito las expectativas de los involucrados y los requerimientos establecidos.

6.3.10.1 PLAN DE LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

En el desarrollo del plan de para la dirección del proyecto se debe definir, preparar y coordinar cada uno de los planes establecidos e integrados para la dirección del proyecto.

Tabla 49. Matriz de Plan de Integración del Proyecto.

Plan de la Integración del Proyecto	
Plan Subsidiario	Procesos aplicables
Plan de Gestión del Alcance	5.1 Planificar la Gestión del Alcance
	5.2 Recopilar Requisitos
	5.3 Definir el alcance
	5.4 Crear la EDT
Plan de Gestión del Tiempo	6.1 Planificar la Gestión del Cronograma
	6.2 Definir las actividades
	6.5 Estimar la duración de las actividades
	6.6 Desarrollar el cronograma
Plan de Gestión de los Costos	7.1 Planificar la gestión de los costos
	7.2 Estimar los costos
	7.3 Determinar el presupuesto
Plan de Gestión de la Calidad	8.1 Planificar la gestión de la calidad
Plan de Gestión de los Recursos Humanos	9.1 Planificar la gestión de los RRHH
Plan de Gestión de las Comunicaciones	10.1 Planificar la gestión de las comunicaciones
Plan de Gestión de Riesgos	11.1 Planificar los Riesgos
	11.2 identificar las riesgos
Plan de Gestión de los Interesados	13.1 Planificar la gestión de los interesados

6.3.10.2 SISTEMA DE CONTROL DE CAMBIOS

Al realizar el control continuo de cada uno de los entregables del proyecto en comparado lo planificado con el real que se está ejecutando, se puede tener la necesidad de realizar algunos cambios que no se encontraban contemplados dentro del alcance del proyecto, cronograma y presupuesto.

Las solicitudes de cambio deben ser gestionadas a través del proceso establecido en la figura 32 para que pueda ser procesada y autorizada para su ejecución, controlando el impacto que puede tener en el alcance, tiempo, costo y calidad de los entregables, comparándolo con las líneas bases del proyecto.

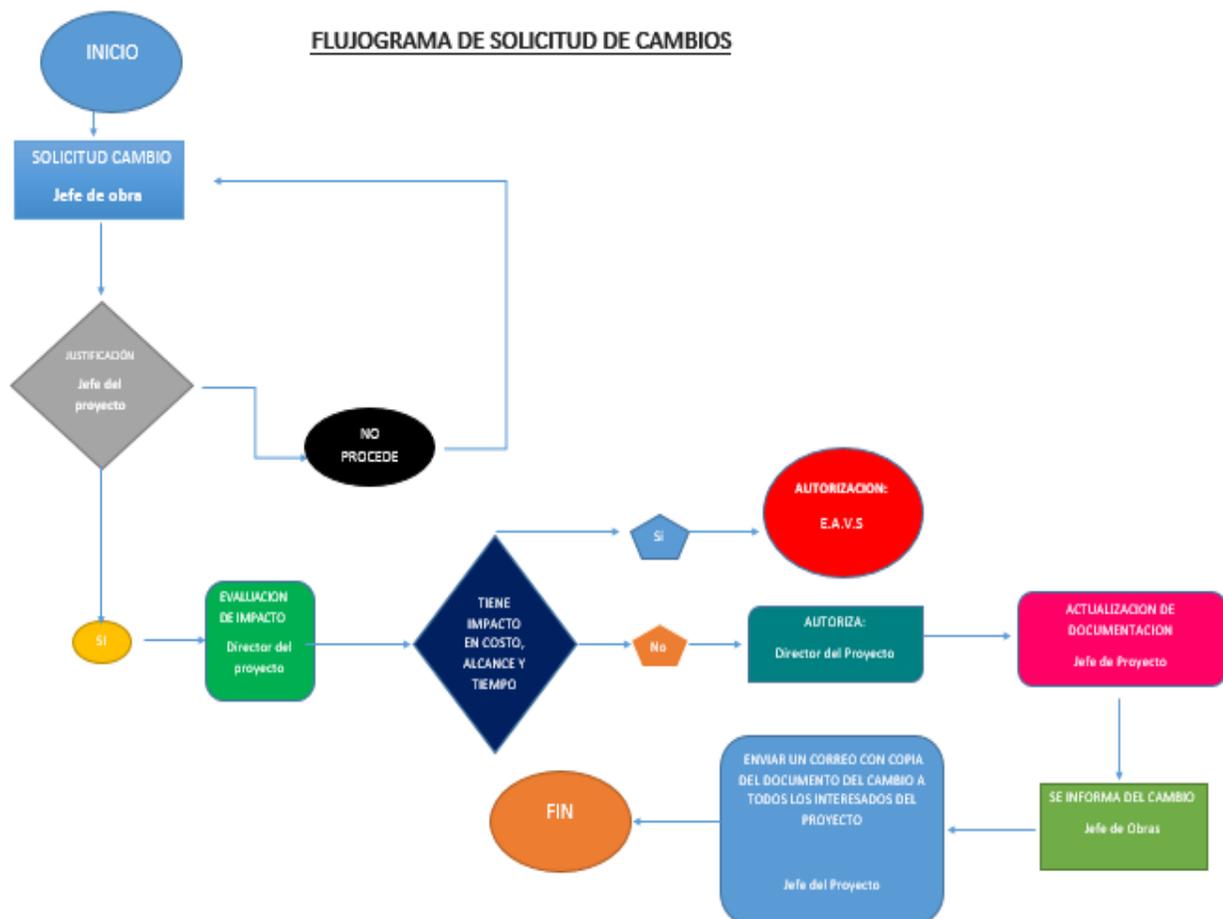


Figura 32. Flujograma del proceso de solicitud de cambios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas de Choloma. (2017). Laguna de Oxidación

Baca Urbina. (2010). Obtenido de <http://biblioteca.utma.edu.pe/sites/default/files/Evaluaci%C3%B3n%20de%20proyectos%20-%20Gabriel%20Baca%20Urbina%20-%206ed.pdf>

Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (7.a ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V. Recuperado a partir de <http://unitec.libri.mx/libro.php?libroId=8861#>

Cardenas, J. J. (noviembre de 2012). Obtenido de http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto_AQUAtech/Diplomado_III/monografias/pdf_doc/VILLARROEL.pdf

Carrera, J. (2016). Obtenido de https://issuu.com/iagua/docs/iagua_magazine_13_suplemento_especi

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2002). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/proyecto/guiaproye.pdf>

Cirelli, A. F. (2005). Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31367666/01_Capitulo_01.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1503960344&Signature=1X7XU0wMiEFORxMZNEFbzcYIm78%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D01_Capitulo_01.pdf

Código de Salud 1991. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras: La gaceta.

Consejo Monetario Centroamericano, C. M. (2017). *Inflación interanual en la región al mes de Julio de 2017, por grupo*.

Constitución de la República 1982. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras: La Gaceta.

Dayna Yocum. (22 de Abril de 2013). Obtenido de http://www2.bren.ucsb.edu/~keller/courses/GP_reports/Diseno_Humedal_AguasGrises.pdf

Dewin Justiniano et, a. (enero de 2016). Diseño de Ambientes Especializados con Tecnología Inalambrica para centros educativos rurales. San Pedro Sula, Honduras.

EL HERALDO. (06 de Abril de 2017). Honduras: mas de 600,000 capitalinos sin servicio de aguas negras. *El Herald*o.

Escalante, E. R. (2005). Obtenido de file:///C:/Users/EAVS/Downloads/Dialnet-TanquesSépticosConceptosTeoricosBaseYAplicaciones-4835597%20(2).pdf

FOCARD- APS. (2013). Obtenido de http://www.incap.org.gt/index.php/es/publicaciones/publicaciones-externas/doc_view/423-focard-diagnóstico-regional-2013

GILDAN. (2016). Obtenido de <http://www.genuinegildan.com/es/medio-ambiente/emisiones/manejo-de-aguas-residuales/>

GLASS. (2012). Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/91344/1/9789243503363_spa.pdf

Google Maps, G. (3 de Septiembre de 2017). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.es/maps/@15.6038598,-87.8948591,11.75z>

Greenberger, N. J. (15 de Agosto de 2017). Obtenido de <http://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-gastrointestinales/s%C3%ADntomas-de-los-trastornos-digestivos/n%C3%A1useas-y-v%C3%B3mitos-en-los-adultos>

Hernández Sampieri, R., & et al. (2010). Obtenido de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Jeremy Nicholls. (2012). *Guía para el Retorno Social de la Inversión (SROI)*. Inglaterra: The Gabinet Office.

John Adams et, a. (2010). Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44349/1/9789243547794_spa.pdf

Julio Moscoso, e. a. (2008). Obtenido de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/bce4ebde035e2a1518d7c1c49d4bf101.pdf>

LAPRENSA. (Diciembre de 2012). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n18/n18a10.pdf>

LAPRENSA. (27 de septiembre de 2016). Tratamiento de las aguas negras, la deuda pendiente en San Pedro Sula. *La Prensa*.

LEY GENERAL DEL AMBIENTE 1993.

LEY MARCO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO 2003. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras: La Gaceta.

Malhotra, N. (2004). Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SLmEblVK2OQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Naresh+K.+Malhotra,+2004&ots=wb6j6Zlj6&sig=hGulFbFiO2nxvlnmhBIHL3PiVqA#v=0>

Malhotra, N. K. (2008). Obtenido de <http://www.cars59.com/wp-content/uploads/2015/09/Investigacion-de-Mercados-Naresh-Malhotra.pdf>

Marjorie Márquez Vázquez et, a. (2011). Obtenido de http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/11619/mod_resource/content/0/RAFA.pdf

Mejía, C. M., & Paredes, J. E. (abril de 2016). Apertura de una Barbería y SPA Masculino en Tegucigalpa, Honduras. *Tesis de Postgrado Apertura de una Barbería y spa masculino en Tegucigalpa, Honduras*. San Pedro Sula, Cortés, Honduras.

Mercola, D. (20 de Agosto de 2016). Obtenido de <https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2016/08/20/causas-del-vomito.aspx>

Moyer, C., McGuigan, J., & Kretlow, W. (2005). *Administración financiera contemporánea* (9.a ed.). México: International Thomson Editores, S.A. de C.V.

Naciones Unidas. (2016). Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>

Oakley, S. M. (Junio de 2011). Obtenido de <https://issuu.com/25965/docs/manual-aguas-residuales>

Organización Mundial de Gastroenterología . (Agosto de 2010). Obtenido de <http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/helicobacter-pylori-spanish-2010.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2012). Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/91344/1/9789243503363_spa.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud. (2012). Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2012/es/

Organización Mundial de la Salud. (2015). Obtenido de <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250587/1/WHO-FWC-WSH-15.12-spa.pdf?ua=1>

Organización Mundial de la Salud. (noviembre de 2016). *saneamiento y aguas residuales*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs392/es/>

Organización Mundial de la Salud. (mayo de 2017). Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/es/>

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. (Julio de 2017). Uso de aguas residuales tratadas como parte de la gestión integrada de los recursos hídricos. *Desarrollo Humano Sostenible y Estilos de Vida Saludables*, 1.

Organización Panamericana para la Salud. (2005). Obtenido de http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d24/053_Dise%C3%B1o_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lag/Dise%C3%B1o_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lagunas_estabilizaci%C3%B3n.pdf

Otto Flores. (2017). *Plantas de tratamientos*. San Pedro Sula.

Peña, M. E. (mayo de 2013). Obtenido de http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/tratamiento_de_aguas_residuales_en_mexico.pdf

Pinheiro, P. (12 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://www.mdsau.de/es/2016/06/enfermedades-transmitidas-por-el-agua.html>

Project Management Institute. (2013). *GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS*. <http://www.secmca.org/Informes.html>.

Raschid-Sally, e. a. (2008). Obtenido de http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/PUB127/RR127.pdf

Rodriguez, E. J., & Fonseca, W. F. (julio de 2012). Tesis Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Residual aldea “Loma Larga”. San José de Colinas, Santa Bárbara.

Secretaria de Finanzas. (2015). Obtenido de <http://www.sefin.gob.hn:>
http://www.sefin.gob.hn/wp-content/uploads/2017/07/Guia_Metodológica_General_Versión_Final_Segunda-Edición-2015.pdf

Secretaria de Salud, S. d. (9 de Abril de 1996). NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES 1996. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras: La gaceta.

Secretaria de la Salud. (13 de Diciembre de 1997). NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES Y ALCANTARILLADO SANITARIO. *Normas de Calidad para Descarga de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores*. Tegucigalpa, Honduras.

SINNAPS. (2015). Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestión-proyectos/matriz-de-priorización>

UNESCO . (2016). Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>

UNESCO. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>

Valdez, E. C. (2003). *Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales*. México, D.F.: Fundación ICA.

Vara Horna, A. A. (2010). Obtenido de <http://www.administración.usmp.edu.pe/wp-content/uploads/sites/9/2014/02/ManualBreveIEA2010.pdf>

Veolia. (2015). Obtenido de
<https://www.veolia.com/sites/g/files/dvc181/f/assets/documents/2016/04/2015-Registration-Document-Annual-Financial-Report.pdf>

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ESTADÍSTICO DE MATRÍCULA EN LA ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA



**ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA
FOSAS SÉPTICAS**



ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE ESTANQUE DE CULTIVO DE PECES EN LA ESCUELA DE AGRICULTURA DEL VALLE DE SULA



ANEXO 4. Análisis de calidad de aguas residuales en la Escuela Agrícola



JordanLAB
Laboratorio de Análisis Ambiental

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Fecha: 21/05/2018
Número de Informe: 0012/2018/05

OHA
ENSAYS

Nombre Escuela de Agricultura: **Escuela Agrícola**
 Dirección: **San José, Costa Rica**
 Municipio: **San José**
 Provincia: **San José**
 Código Postal: **10101**
 Fecha de Emisión de Informe: **2018-05-21**
 Fecha de Ejecución: **2018-05-21**
 Fecha de Recepción: **2018-05-21**
 Nombre del Cliente: **Escuela Agrícola**

Descripción	Unidad	NºMét	Unidad	Resultado ± D1
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	201.00	EN 25110	11 ± 1.5
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	92.0	EN 25110	11 ± 1.5

NºMét: Norma Técnica Nacional para Aguas Residuales

Escuela Agrícola
 San José, Costa Rica
 Teléfono: +506 2222-1111
 Email: info@jordanlab.com

ING. RICARDO J. JORDAN
 DIRECTOR GENERAL

Este informe es propiedad de JordanLAB y no debe ser distribuido fuera de la institución por parte del cliente. Toda reproducción o modificación de este informe sin el consentimiento escrito de JordanLAB es estrictamente prohibida.

Escuela Agrícola

San José, Costa Rica
 Calle 10, San José, Costa Rica
 Teléfono: +506 2222-1111
 Email: info@jordanlab.com

Página 1 de 1

Continuación ANEXO 4



JordanLAB
Laboratorio de Análisis Medio Ambiente

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: J-0044
Versión: 02
ISO-17025-02



Nombre: **Casa de Agricultura Valle de Guaymas**
 Calle: **B-4, Ciudad Jardín**
 Dirección: **Chihuahua - Chihuahua**
 Muestra: **Sedimento Ligero de Canal**
 Dirección: **Tianguis 10018**
 Fecha de entrega de Muestra: **2017-09-05** Fecha de Emisión: **2017-09-13**
 Número de registro: **26173630**
 Fecha de calificación: **2017-09-08 al 2017-09-10**
 Muestra recibida en el Laboratorio

Parámetro	Unidades	NTNAN	Método	Resultado ± U*
1 Demanda Química de Oxígeno	mg/L de O ₂	20000	5121/2201/3	22 ± 1.4
2 Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L de O ₂	N/A	5121/2201/3	18 ± 1.2

NTNAN: Norma Técnica Ambiental para Aguas Residuales

mg/L: miligramos por litro
 MBU: Muestra de Agua
 UFD: Unidades funcionales de calidad
 * **Ensayo estandarizado. Ver detalles en www.fortaleza.com.mx**
 ** **Ensayo en el laboratorio**
 U* (±): Unidades funcionales de calidad
 Este informe muestra únicamente y deberá ser leído en su totalidad en caso de haberse emitido.

Liliana López



Certificado como Laboratorio de Ensayos Independiente ISO/IEC 17025
 JORDANLAB es un laboratorio por el uso de los métodos por parte del cliente tiene de responsabilidad y resultados por su propio laboratorio.
 Este informe no se puede reproducir, almacenar en computadora, ni su contenido puede ser usado para fines comerciales.

El Área de QA de JORDANLAB S.C. se encuentra en el Área de Operaciones y Mantenimiento de la planta de producción de agua potable en el municipio de Guaymas, Sonora, México.
 Dirección: **Carretera a Guaymas, Km. 1.5, Guaymas, Sonora, México. C.P. 861301**
 Teléfono: **562 211 2111** Fax: **562 211 2111**
 E-mail: ventas@jordanlab.com gerencia@jordanlab.com ventas@jordanlab.com
 Web: www.jordanlab.com
 San Pedro de los Rios, Sonora, México.

Página 1 de 1

ANEXO 5. ENCUESTA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE POSTGRADO

Instrumento –E.A.V.S.- Encuesta
Octubre _____ 2017.

Instrucciones:

Alumnos y Maestros de la Escuela de Agricultura del Valle de Sula se les solicita contestar la siguiente encuesta con el fin de conocer las enfermedades de origen por contaminación de aguas residuales que pueden estar afectando. Se presenta una serie de preguntas por lo que se le pide que conteste de la manera más sincera posible, marcando la opción que más se adecue a su situación.

	Definitivamente Si	Probablemente Si	Indeciso	Probablemente No	Definitivamente No
1. ¿Cree usted que el sistema de drenaje de aguas negras de la escuela funciona bien?	()	()	()	()	()
2. ¿Cree que las aguas negras contaminen algún sector de los edificios?	()	()	()	()	()
3. ¿Crees que deben de tratarse las aguas residuales, para ser reutilizadas en el riego de cultivos?	()	()	()	()	()

4. ¿En qué estado piensa que se encuentran los baños sanitarios de la E.A.V.S.?	Muy bueno ()	Bueno ()	Regular ()	Malo ()	Muy Malo ()
5. ¿En qué estado piensa que se encuentran las fosas sépticas de la E.A.V.S.?	Muy bueno ()	Bueno ()	Regular ()	Malo ()	Muy Malo ()
6. ¿Consideras que las aguas residuales traen consecuencias a las personas?	Definitivamente Si ()	Probablemente Si ()	Indeciso ()	Probablemente No ()	Definitivamente No ()
7. ¿Considera usted que en la E.A.V.S. los alumnos y maestros se ven afectados por las aguas residuales?	Definitivamente Si ()	Probablemente Si ()	Indeciso ()	Probablemente No ()	Definitivamente No ()
8. ¿Considera usted que las aguas residuales contaminan el medio ambiente?	Definitivamente Si ()	Probablemente Si ()	Indeciso ()	Probablemente No ()	Definitivamente No ()
9. ¿Crees que la población estudiantil conoce suficientes medidas para evitar la contaminación ?	Definitivamente Si ()	Probablemente Si ()	Indeciso ()	Probablemente No ()	Definitivamente No ()

10. ¿Crees que el centro educativo impulsa suficientes campañas contra la contaminación del agua?	Definitivamente Si <input type="checkbox"/>	Probablemente Si <input type="checkbox"/>	Indeciso <input type="checkbox"/>	Probablemente No <input type="checkbox"/>	Definitivamente No <input type="checkbox"/>
11. ¿Cree Ud. que la razón de las enfermedades estomacales en la E.A.V.S sea debido a la contaminación por aguas residuales?	Definitivamente Si <input type="checkbox"/>	Probablemente Si <input type="checkbox"/>	Indeciso <input type="checkbox"/>	Probablemente No <input type="checkbox"/>	Definitivamente No <input type="checkbox"/>
12. ¿Cree Ud. que las enfermedades estomacales en la E.A.V.S son la causa más frecuente de perder clases o exámenes?	Definitivamente Si <input type="checkbox"/>	Probablemente Si <input type="checkbox"/>	Indeciso <input type="checkbox"/>	Probablemente No <input type="checkbox"/>	Definitivamente No <input type="checkbox"/>
13 ¿Qué tan saludable considera Ud. la comida de la cafetería de la E.A.V.S.?	Muy Buena <input type="checkbox"/>	Buena <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Mala <input type="checkbox"/>	Muy Mala <input type="checkbox"/>

Marque con X sus respuestas:

14. ¿Ha sufrido problemas estomacales frecuentemente en E.A.V.S.?

Si No

15. ¿Consumes agua de las llaves?

Si No

16. ¿Ha estado internado en un centro hospitalario por enfermedad del estómago? Si

No

17. ¿Es suficiente la cantidad de baños sanitarios en la escuela?

ANEXO 6. RESULTADOS DE LA ENCUESTAS

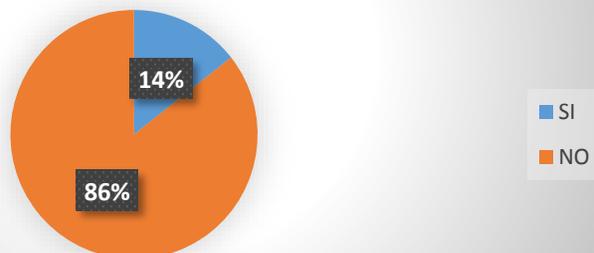
PERSONAS QUE HAN SUFRIDO PROBLEMAS ESTOMACALES EN LA E.A.V.S.



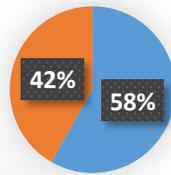
PERSONAS QUE CONSUMEN AGUA DE LA LLAVE EN LA E.A.V.S.



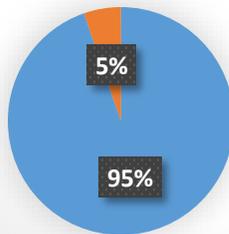
PERSONAS QUE HAN ESTADO INTERNADO EN UN CENTRO HOSPITALARIO POR ENFERMEDADES DEL ESTOMAGO



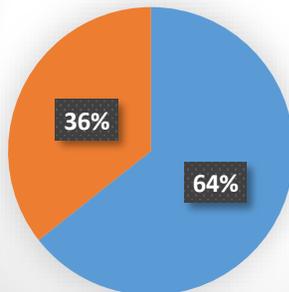
Personas que piensan que es suficiente la cantidad de baños en la E.A.V.S.



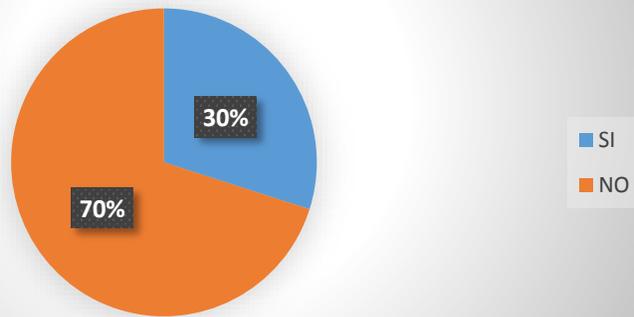
PERSONAS QUE PIENSAN QUE EXISTEN MALOS OLORES EN LOS BAÑOS SANITARIOS EN LA E.A.V.S.



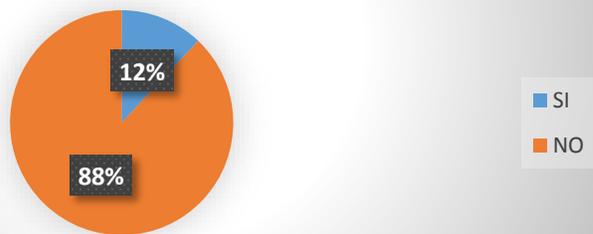
PERSONAS QUE UTILIZAN LOS BAÑOS PARAS SUS NECESIDADES FISIOLÓGICAS EN LA E.A.V.S.



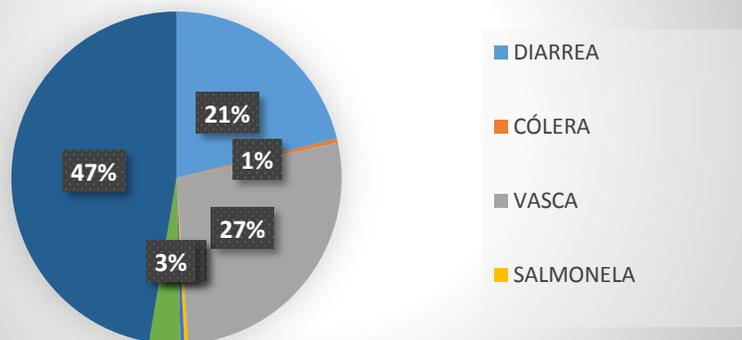
PERSONAS QUE HAN TENIDO AUSENCIA DE CLASE POR ENFEMEDADES ESTOMACALES



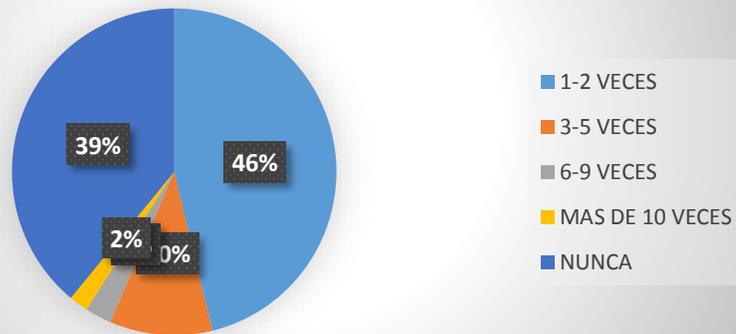
PERSONAS QUE HAN TENIDO AUSENCIA DE EXAMENES POR ENFEMEDADES ESTOMACALES



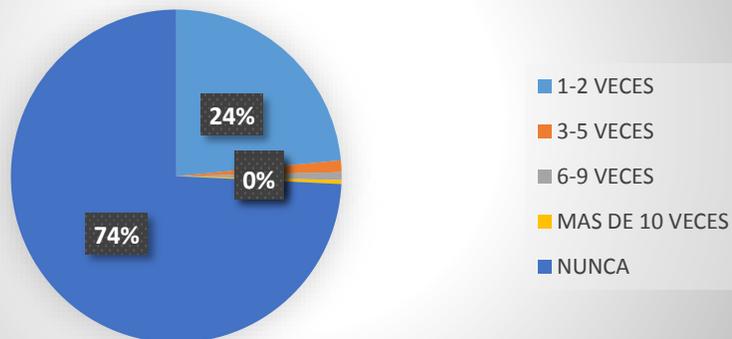
PERSONAS QUE HAN PADECIDO ENFEMEDADES ESTOMACALES EN LA E.A.V.S.



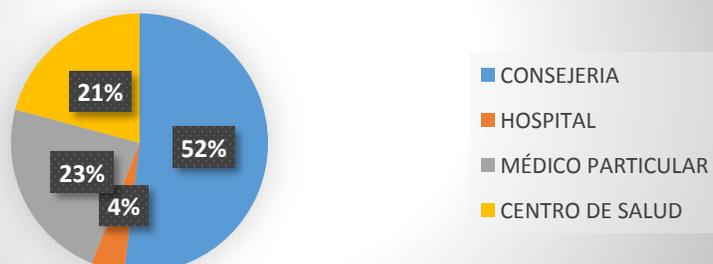
PERSONAS QUE HAN PADECIDO ENFEMEDADES ESTOMACALES EN LA E.A.V.S.



PERSONAS QUE HAN PERDIDO EXÁMENES POR ENFEMEDADES ESTOMACALES EN LA E.A.V.S.



LUGARES QUE FRECUENTAN LAS PERSONAS CUANDO SE ENFEMAN DEL ESTOMAGO EN LA E.A.V.S.



ANEXO 7. FOTOGRAFÍA DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS



ANEXO 8. COTIZACIONES



DISTRIBUIDORA FERRETERA GONZALES S DE R.L.
Residencial Villas Paraiso 3 cll casa 24,
TEL /FAX 504-0373/9577-2437
RTN 05019009202395

Cotizacion : **17780**

CLIENTE Escuela de Agricultura del Valle de Sula
DIRECCION CHOLOMA
TELEFONO -
ENVIAR A Romel Mercado

FECHA EMISION	TERMINO DE PAGO	DIAS	FECHA VENCIM.	VENDEDOR
27-nov-17	CREDITO	30	27-dic-17	LIC. GONZALES

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	Bloques de 6"	1	18.00	18.00
	Cemento gris Normal	1	205.00	205.00
	Valvula de 6"	1		-
	Brida para tubería de 6"	1		-
				-
				-
SUB-TOTAL				223.00
FLETE				
I.S.V.				33.45
TOTAL				256.45

RECIBIDO CONFORME



Cotización

Fecha 27/11/2017

Hora 12:56PM

Cotización No.: 1029026

Original

To **Escuela de Agricultura del Valle de Sula**
Sales Employee: Sr-S2 Walter Rivas
Correo electronico: wrivas@selhn.com

#	Código	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1	101950	CH BREAKER EHD 3050 240/480VAC 18/14KAIC	1	2,732.71	2,732.71
2	101028	CABLE ALUMINIO TRIPLEX 3X6 M (10mm)	1	4.50	4.50
3	102074	CH CENTRO DE CARGA 1F 08E BR816ML125CRFP 125A	1	636.25	636.25

ROMEL MERCADO

LPS	3,373.46
I.S.V. 15%	LPS 506.02
Total	LPS 3,879.48

OFERTA VÁLIDA POR 3 DÍAS
PRECIOS SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

ANEXO 9. REGLAMENTO DE CHOLOMA

1°

Tomo I

**Manual de Normatividad y Reglamentación para
Urbanización y Lotificación**

Manual de Normatividad y Reglamentación para Urbanización y Lotificación

CAPITULO 1. Disposiciones Generales

1.1.Objeto:

El objeto del presente Reglamento de Urbanización y Lotificación es establecer las Normas que regulen el diseño, desarrollo y control de las urbanizaciones, lotificaciones y subdivisiones comprendidas dentro del Municipio de Choloma, fijar los trámites y procedimientos necesarios a fin de orientar técnicamente el crecimiento urbano, evitar el uso irracional del suelo y garantizar mejores condiciones de vida para sus habitantes.

1.2.Alcances:

Las Normas del presente son de Observancia general para todas las personas, individuales o jurídicas; así como instituciones del Estado, que directa o indirectamente realizan desmembraciones de áreas, sean mediante simple subdivisión sobre calles ya existentes, sea mediante la urbanización que requiere la apertura de nuevas vías o mediante el desarrollo y lotificación de tierras no desarrolladas. Por lo cual deberán realizar los trámites correspondientes para obtener la respectiva Licencia o Certificación.

No se podrá iniciar ò autorizar ninguna construcción hasta no tener las licencias y autorizaciones correspondientes.

Cualquier violación de las regulaciones correspondientes variara por el tipo de infracción y monto de inversión realizado contra las disposiciones, aplicando lo contemplado en el Plan de Arbitrio vigente.

CAPITULO 2. Dependencias Municipales de Actuación del presente Reglamento

2.1.Honorable Corporación Municipal de Choloma:

Es quien otorga aprobación de los proyectos de subdivisión, lotificación/urbanización que se presenten, basando su decisión en el dictamen del la Unidad de Planificación y Desarrollo Urbano, así como los dictámenes de las dependencias Municipales encargadas del estudio y revisión de memorias, planos y documentos legales.

2.2.Dirección de Planificación Urbana

Es el órgano encargado de evaluar los dictámenes técnicos emitidos por las dependencias Municipales, así como cualquier proyecto de Desarrollo Urbano de interés comunitario, para enviar su dictamen a la Corporación Municipal; además es responsable de otorgar los Certificados de Uso de Suelo.

Además es la oficina que recibe y evalúa las propuestas de proyectos de "Lotificación/Urbanización", definiendo las normas y estándares a las que debe apegarse el diseño y ejecución del proyecto; así como dar lineamientos y dictámenes parciales o definitivos al interesado según la etapa en que se encuentre el trámite de licencia para Urbanizar. Apoyándose en la **Dirección de Obras y Servicios Públicos** (Señalización y Semáforos) y la **Dirección de Municipal de Aguas de Choloma (DIMACH-Aseo Urbano)**.

2.3.Unidad de Medio Ambiente

La Unidad de Medio Ambiente (UMA) recibirá y evaluará las propuestas de proyectos de "Lotificación/Urbanización", las que serán analizadas dentro del marco de la Ley de Medio Ambiente vigente, estableciendo si así lo requiere, contacto con la Secretaria de Recursos Naturales y el Ambiente para iniciar el proceso requerido para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), para el trámite de la respectiva Licencia Ambiental y el establecimiento de las medidas de mitigación que sean necesarias. Esta Unidad emitirá dictámenes parciales a la Dirección de Planificación Urbana (DPU) quien los canalizará al interesado según la etapa de evaluación en la cual se encuentre la propuesta.

2.4.ENEE

Definirá las normas y los estándares a los que deben sujetarse los proyectos en lo que respecta a energía eléctrica, alumbrado público, evaluará y emitirá sus dictámenes técnicos y su presentación será de manera independiente. La viabilidad y aprobación de parte de la ENEE será requisito para que toda intención de "Lotificar/Urbanizar" proceda en las etapas de anteproyecto y proyecto final.

CAPITULO 3. Uso del Suelo

La Unidad de Planificación y Desarrollo Urbano de acuerdo a la ubicación específica del proyecto y hasta que no defina un plano de zonificación, será quien defina el uso de suelo de acuerdo a las necesidades de crecimiento del municipio y acorde con los objetivos del presente reglamento.

- b) **Acta 89** de Acuerdo Municipal del 4 de Septiembre del 2001: "Cuarto: prohibir terminantemente la construcción de obras de infraestructura en las áreas de los 25 metros a ambos lados de la autopista San Pedro Sula-Puerto Cortés, que constituye una de las principales vías del país."
- c) **Acta No. 34 del acuerdo municipal del 9 de septiembre del 2003 "Regulación mediante ordenanza municipal la prohibición de futuras construcción de viviendas dentro de las siguientes cotas:**

Colonia Infop tanque elevación de 93.00 Metros

Colonia 11 de abril Tanque elevación de 104.00 Metros

Sector trópico Tanque #1 y 2 elevación de 106.00 metros

Colonia Victoria elevación 105 metros

Colonia victoria (tanque grande) elevación de 123.00 metros

Colonia López Arellano punta caliente elevación 123.00 metros

Colonia López Arellano Colegio pagan elevación 103.00 metros

Colonia Santa fe Tanque de 500,000 galones, elevación 152.00 metros

Todas las elevaciones sobre el nivel del mar.

3.1. Áreas reservadas para Escuela.

Los lotes dedicados para usos escolares seguirán los siguientes Lineamientos:
Ubicación: Los Edificios Escolares se localizarán próximo a la población que servirán como distancia máxima de la Escuela al perímetro del área de servicio se admitirán

Para Escuelas Primarias	500	a	1,200	m.
Para Escuelas Secundarias	1,000	a	2,000	m.
Para Escuelas Rurales	5,000			m.

Cuando sea posible situarla en las condiciones anteriores se evitara la proximidad a edificios altos que puedan disminuir la luz o producir ruidos así como gasolineras o toda fuente de molestia.

3.2. Dimensiones Mínimas Por Zona

3.3. Condiciones del Terreno:

Se procurara un Terreno con Desagües Naturales, plano con pendiente no mayores del 6 %.

El terreno no deberá quedar contiguo a vías arteriales ó carretera. La distancia a este última no podrá ser menos doscientos metros.

a) Bloques

Arreglo: Los Bloques deberán ser diseñados para proveer 2 hileras de lotes excepto cuando la parte trasera del lote este hacia una vía arterial o de cobertura, accidente natural o él limite de la lotificación.

Longitud Máxima: para permitir una circulación adecuada y acceso para vehículos de emergencia, los bloques no deberán ser mayores de doscientos setenta metros (270 m.) de largo, si la topografía y las especificaciones técnicas lo permiten.

b) Lotes

a) Líneas de lotes: Las líneas laterales de los lotes deberán ser ángulos perpendiculares con la calle recta y radiales con la curva.

b) Relación de anchura y longitud: para prevenir lotes profundos y ángulos, la profundidad de un lote no deberá exceder tres veces su ancho, medido desde la línea de construcción.

c) Lotes de Esquina: deberán tener ancho extra de tres metros (3m) para permitir una línea de construcción apropiada desde ambas calles , esto incluye lotes que estén frente a un paso de peatones en medio del bloque.

d) Áreas inhabitables: áreas sujetas a inundaciones o otros peligros naturales o artificiales no deberán ser usadas para propósito residencial o para otros usos que puedan aumentar el peligro de la salud, vida o propiedad.

En una notificación esta tierra deberán ser destinadas a áreas inhabitables o en algunos casos parques o áreas verdes.

e) Franja de separación: los lotes, cuya parte trasera se oriente hacia una vía arterial, centro comercial o industrial, estos lotes deberán tener una franja de separación de por los menos tres metros (3m) de ancho restringir en acceso de los arteriales y reducir el ruido.

No se permitirán lotes que se extiendan a través del bloque y tenga frente hacia dos calles locales.

f) Frente de lote: todos los lotes deberán tener su frente hacia una calle publica de tipo peatonal, local o subcolectores, nunca deberán dar frente a una vía mayor para fines de acceso.

CAPITULO 4. Sistema Vial

Construcción de Calles.

El nivel, la sub-rasante, la sub-base, base y superficie de rodadura, además de cunetas y bordillos se deberán construir de acuerdo a las especificaciones requerida por la Dirección de Planificación Urbana de la Municipalidad.

Debiendo el interesado de efectuar las obras complementarias que requieran para evitar erosiones al terreno o perjuicios en zonas colindantes.

1. Arterias

Función

Las arterias permiten conexiones interurbanas con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías de acceso controlado y permitir una buena distribución y reparto del tránsito con las calles colectoras y locales. El estacionamiento y carga y descarga de mercancías debe ser reglamentado.

Calles Nacionales: Se respetaran los retiros autorizados por SOPTRAVI, en carreteras de terracería 25.00 metros del eje central de la vía a ambos lados de la misma.

Características del flujo

En estas vías se deben evitar las interrupciones en el flujo de tránsito mediante el bloqueo de intersecciones con las calles locales. En las intersecciones permitidas, se deben semaforizar los cruces de vehículos y peatones. Los semáforos que estén próximos, deberán ser interconectados y sincronizados para minimizar las interferencias al tránsito de paso.

Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones, o en pasos especialmente diseñados para ellos.

Los puntos de parada del transporte público deberán estar diseñados para minimizar las interferencias con el tránsito de paso

En las intersecciones pueden diseñarse carriles adicionales para giros, sobre todo a la izquierda, con el fin de aumentar su capacidad.

Tipos de vehículos

Las arterias pueden ser usadas por todos los tipos de vehículos. Se admite un porcentaje reducido de vehículos pesados y para el transporte colectivo de pasajeros, se permite el servicio con un tratamiento especial en vías o carriles exclusivos y con paradas debidamente diseñadas.

Conexiones

Las arterias se conectan a vías de acceso controlado, a otras arterias y a calles colectoras, siendo conveniente que se encuentren conectadas a las calles locales residenciales, con un buen control de acceso (físico o por esquemas de circulación).

Espaciamiento

De una manera general, las arterias en la fase de planeación, deberán estar separadas unos 2 Km. una de otra.

Son aquellas vías primarias con intersecciones controladas con semáforos, generalmente, conectan a los diferentes núcleos o zonas de una ciudad de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables.

Clasificación:

Las arterias son futuras autopistas, se clasifican como éstas últimas de la siguiente manera:

- A. **Arterias a nivel.**- Son aquéllas cuya rasante, en su mayor longitud, está prácticamente a la misma altura que las calles transversales.
- B. **Arterias elevadas.**- Son aquellas cuya rasante se encuentra a un nivel más alto que el de las calles transversales. Generalmente son diseñadas con estructuras a base de marcos y con columnas colocadas de tal forma que dejan espacios libres, mismos que son usados como calles de servicio para las propiedades colindantes o como estacionamiento.
- C. **Arterias inferiores.**- Son arterias cuya rasante está a un nivel inferior al de las calles transversales.

En la tabla siguiente se indican las normas de diseño para este tipo de vías.

ARTERIAS PRINCIPALES NORMAS DE PROYECTO

CARACTERÍSTICA	NORMA
1.- Velocidad de proyecto	7 0 – 80 (Km/h)
2.- Volúmen horario. Promedio x carril (nivel de servicio “C” Veh/h) En los carriles centrales En los carriles laterales (con 50% de tiempo de luz verde en los semáforos)	1 ,300 (desnivel) 6 50 (nivel)
3.- Sección transversal Número de carriles	D erecho de vía(en m)
CENTRALES LATERALES ESTACIONAMIENTO	
8 6	8
2	0
8 4	7
2	3
6 4	7
2	3
6 6	6
2	6
4 6	5
2	9
4.- Anchura de los carriles de aceleración y deceleración	
5.- Pendiente longitudinal máxima	V elocidad de
▪ En terreno plano	

<ul style="list-style-type: none"> ▪ En terreno ondulado ▪ En terreno montañoso 	proyec to 7 0 Km/h 80 Km/h 5 % 4% 6 % 5 % 8 % 7%
6.- Distancia de visibilidad de parada mínima	9 0 115
7.- Sobreelevación máxima	1 0 %
8.- Bombeo	2 - 3 %
9.- Taludes	2 :1

2. Calles Colectoras.

Función

Las calles colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arterias y dar servicio tanto al tránsito de paso como hacia las propiedades adyacentes.

Características del Flujo

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando se conectan con arterias; y con controles simples, con señalización horizontal y vertical, cuando interceptan con calles locales.

El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este propósito.

Solo serán hechas soluciones especiales para los cruces peatonales, donde existan volúmenes de vehículos y/o de peatones de magnitud apreciable.

Tipos de vehículo

Las vías colectoras pueden ser usadas por todo tipo de tránsito vehicular, quedando solo para las áreas comerciales e industriales un elevado porcentaje de camiones. Para el sistema de autobuses se podrán diseñar paradas especiales y/o carriles adicionales para cruces.

Conexiones

Las calles colectoras se conectan con las arterias y con las calles locales, siendo su proporción siempre mayor cuando se trata de calles locales que de arterias.

Espaciamiento

De una manera general, las vías colectoras deberán estar separadas a 800 m una de otra, en la fase de planeación.

3. Calles Locales

Función

Las calles locales están destinadas al acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales, suministrando un servicio mayor a las propiedades colindantes que al tránsito de paso.

Características de flujo

Cualquier posibilidad de tránsito de paso debe ser evitada, utilizando soluciones que permitan solo el paso a las edificaciones.

Las velocidades, pendientes, distancia de visibilidad, radios en esquinas y retornos, así como otros requisitos que deben considerarse para la ejecución de los proyectos de calles locales, se establecen en la tabla que a continuación se presenta:

**CALLES LOCALES
NORMAS DE PROYECTO**

CARACTERÍSTICA	N O R M A
1.- Velocidad de proyecto <ul style="list-style-type: none"> ▪ En terreno plano ▪ En terreno ondulado ▪ En terreno montañoso 	5 0 (Km/h) 4 0 (Km/h) 3 0 (Km/h)
2.- Sección transversal Derecho de vía	1 4.50 m
3.- Pendiente longitudinal máxima <ul style="list-style-type: none"> ▪ En terreno plano ▪ En terreno ondulado ▪ En terreno montañoso 	4 % 8 % 1 5 %
4.- Distancia de visibilidad de parada mínima <ul style="list-style-type: none"> ▪ En terreno plano ▪ En terreno ondulado ▪ En terreno montañoso 	6 0.00 m 4 5.00 m 3 5.00 m
5.- Longitud máxima para calles locales cerradas	1 50.00 m
6.- Radio mínimo del retorno en calles locales cerradas	1 5.00 m
7.- Radio mínimo en las esquinas de las intersecciones <ul style="list-style-type: none"> ▪ Calle local con calle local ▪ Calle local con calle colectoras 	3 .00 m 4 .50 m
8.- Bombeo	2 a 3 %

4. Ciclopistas

- a. Las características geométricas de las ciclopistas y la localización más adecuada en una vialidad, se indican en la figura No.
- b. La velocidad de proyecto para las ciclopistas será de 15 km/h.
- c. El ancho mínimo de las ciclopistas en función del número de carriles es el siguiente:

NÚMER O DE CARRILES	ANCHO MÍNIMO EN (m)
---------------------------	---------------------------

1	1.5
2	2.50
3	3.50
4	4.50

Adicionalmente al proyecto de la propia ciclopista según los requisitos señalados en los anteriores incisos, se deberán proporcionar a los usuarios espacios seguros y adecuados para estacionar su vehículo al final del viaje, dichos espacios deberán cumplir con las siguientes características de localización:

- 1) Lugares donde se generen un mayor número de viajes.
- 2) Áreas de transferencia a otro medio de transporte como:
Estaciones o terminales colectivos.
Autobuses
Ferrocarriles
Taxis, etc.
- 3) Centros comerciales, escuelas, deportivos, cines, parques recreativos, universidades, clubes, fábricas, oficinas gubernamentales y cualquier otro centro de concurrencia.

5. Calles Peatonales o Pasajes

a. Los objetivos que deben cumplir las calles peatonales son:

- 1) Facilitar el tránsito de los peatones y su acceso a las instalaciones colindantes, proporcionando además seguridad.
- 2) Conseguir una mayor calidad humana en la zona, mejorando su estética, suprimiendo ruidos y humos e incrementando la convivencia.
- 3) Estimular una dinámica de revitalización de los centros urbanos como partes de una reestructuración de espacios, que tienda a una utilización más racional de las vías existentes mediante el uso del transporte colectivo.
- 4) Finalmente, estimular la economía y desarrollo de los centros comerciales.

b. En el planteamiento de zonas peatonales, ya sea en antiguos cascos urbanos o en nuevos desarrollos, deben tomarse en cuenta los siguientes factores:

- 1) Los residentes comerciales de la zona.
- 2) La accesibilidad, constituida primordialmente por el paso cercano de rutas de transporte colectivo y facilitar el estacionamiento en áreas próximas a la zona.
- 3) Finalmente, proporcionar las facilidades en horarios y reglamentación, de las maniobras de carga y descarga de mercancías para el servicio del comercio.

c. Los proyectos de calles peatonales deberán tomar en cuenta las recomendaciones que a continuación se indican:

- 1) La longitud máxima que se recomienda en las calles peatonales es de 300 m, por ser ésta la distancia máxima que está dispuesta a caminar una persona en la zona comercial de una ciudad.
- 2) En las intersecciones de las calles peatonales con las calles de circulación de vehículos, deben instalarse semáforos y marcas sobre el pavimento, para que el cruce de los peatones se realice con seguridad.
- 3) La sección transversal de una calle peatonal, debe tener un espacio libre de 4.00 m de ancho, y para permitir el tránsito eventual de vehículos, como pueden ser bomberos, ambulancias, o

camiones para la carga y descarga de mercancías, además definir 1.00 m. a cada lado en lo correspondiente a aceras

- 4) El nivel del piso de estas calles peatonales debe estar más alto que el nivel de las calles del tránsito vehicular. El piso podrá tener acabados de diferentes tipos de piedra, con áreas verdes, árboles y espejos de agua.

6. Definiciones Viales:

- a) **Calles de acceso locales:** Llevan poco tránsito que generalmente se origina en ella misma o el que resulta de vehículos de reparto.
- b) **Fragmentos de vías:** cuando las áreas adyacentes no están lotificadas las calles en las nuevas lotificaciones deberán ser extendidas al límite de terreno haciendo provisiones para su futura proyección de acuerdo al plan regulador.
- c) **Relación Topográfica:** las vías deberán ser localizadas de acuerdo a la topografía con pendientes no mayores 12 % y no menor de 0.5 %
- d) **Nomenclatura:** los nombres de las vías no deberán ser duplicados con nombres de vías ya existen en la ciudad, excepto cuando una nueva es continuación de una ya existente. Las vías nuevas deberán nombrarse de la siguiente manera:

Calles: cuya dirección predominante sea de Este a Oeste

Avenida: cuya dirección predominante sea de Norte a Sur.

Boulevard: aquellas avenidas con suficiente espacio para paseo peatonales.

- e) Ancho de Derecho de Vía (mínimos) Urbanizaciones regulares

Calles y Avenidas: Derecho de vía 14.50 M

1 Metro de Área Verde

2 Metros de Acera

8.50 m. de Rodadura

- f) Acta 26 1° abril, 2003, inciso 2: Urbanizaciones declaradas de Interés Social por Programas de Gobierno:
- a) Ancho de calle :8 m. mas 2 m. de acera.
- b) Ancho de pasajes : 8 m. mas 2 m. de acera.

CAPITULO 5. Señales

Definición

Las señales son placas, fijadas en postes o estructuras, con símbolos, leyendas o ambas cosas, que tienen por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre la calle o camino, así como proporcionarles la información necesaria para facilitar sus desplazamientos.

Las señales, en general, serán aplicables a toda la anchura de la calzada. No obstante, su aplicación podrá limitarse a uno o más carriles, determinados con precisión mediante marcas longitudinales en el pavimento.

Función

Las señales se usarán, únicamente, en donde estén apoyadas por hechos y estudios de campo, y son esenciales en donde se apliquen restricciones especiales para lugares específicos, para lapsos de tiempo determinados donde los peligros no sean evidentes por sí solos. También proporcionan información como los nomenclatura de calles, colonias, barrios, numeración de casas, números de las rutas en caminos, direcciones de tránsito, destinos y puntos de interés.

En cuanto a su función las señales se clasifican en:

- a) Preventivas
- b) Restrictivas
- c) Informativas

CAPITULO 6. Abastecimiento de Agua Potable

Dotación de Agua

La urbanizadora debe de asegurar que cada vivienda y edificio deben contar con su depósitos de tanque elevado para agua potable, calculado su capacidad de acuerdo al numero de usuarios. Teniendo como norma de consumo diario 60/g/p/p/d.

Para uso Domestico:

Una dotación de 60/g/p/p/d como consumo Medio Diario (CMD) para una población por lote o personas.

Para uso Comercial:

Se considera un gasto total de 10 Lts/M2 día

Variaciones diarias y Horario:

Usar el factor de variaciones diarias (Máximo día) de 1.20 C.M.D. consumo medio diario.

Usar el factor de variaciones máximo horario de 1.50 C.M.D.

Perdidas:

Considerar un 10% del C.M.D. por fugas en tubería

Incendios:

se debe de considerar una dotación de 10 Lts/Seg. que corresponde a un hidrante en servicio, con una presión de 14 m.c.a. 20 (PSJ)

Para zona comercial, alta densidad y de riesgo elevado, la dotación as de 20 Lts/Seg. Que corresponden a dos hidrantes en servicio.

Diseño Hidráulico:

Se debe diseñar para dos condiciones y el valor mayor considerarlo como el caudal de diseño.

- c) Consumo Máximo Horario (C.M.H.) en la red de urbanización
- d) Consumo Máximo Diario Coincidente (C.M.D.C.) con un incendio en el punto mas critico de la red
- e) Material y Diámetro Mínimo de la tubería

Los coeficientes del grupo “ C” de acuerdo Hazen – Williams aplicable a los análisis hidráulicos de la red son:

- a. Tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.) C = 150
- b. Tubería de hierro Galvanizado (HG.) C = 120
- c. Diámetro mínimo del circuito principal no debe ser menor de 100 mm (4”) y la tubería de relleno será alimentada en ambos extremos cuando sea posible y podrán tener un diámetro no menor de 50 mm (2”)

Presiones de trabajo:

- a) En la red primaria y en la tubería de relleno e usa la tubería e PVC SDR-26. Presión de trabajo de 112.55 m. (160 ps5)
- b) Para la línea de bombeo usar PVC con cedula menor o igual a SDR-26, demostrando que resistiera los esfuerzos de trabajo provocados por la hidráulica mas el golpe de y previendo a su vez los anclajes.

Velocidad y Presiones Permisibles:

La velocidad de flujo en las tuberías entre los 0.3 m./Seg. mínimo y los 3 m./seg. máximo.

La presión mínima residual será de 14 m. (20 PSI) y la máxima permisiblemente será de 35.2 m. (50 PSI) deberá ser los análisis para cada una de las condiciones.

Ubicación, Cobertura y Localización de Tubería:

La línea matriz y de relleno que conducen el flujo a las domiciliarias se deben indicar en los planos.

La cobertura mínima para circuitos principales 1.00 m. para calles hidráulicas y 0.80 m. Calles peatonales.

Tubería de relleno 0.60 m. en áreas verdes y 0.80 m. Al hacer cruces en calles vehiculares.

Para proteger las tuberías se deberán instalar una cama de arena de 5 cm.

Hidrante:

Para las zonas residenciales los hidrantes deben colocarse con un radio de acción mínimo de 200 m., as decir una distancia de 400 Mts. Entre ellos. La presión mínima requerida as de 14 m. (20.1 PSI.

El diámetro mínimo de 100 mm (4") con las salidas de 64 mm (2) los cuales serán de hierro galvanizado (HG.

Se debe instalar una en punto de conexión de la tubería de la salida del pozo o tanque a la red.

Se deberá instalar hidrantes de purga en los extremos muertos de la red y con respectiva válvula de control.

Válvulas:

Se colocaran válvulas en los siguientes lugares como:

- a) En las esquinas de los circuitos principales, su colocación deberá permitir el aislamiento total de circuitos.
- b) En el nudo que forman la línea de distribución x la red de distribución.

Perforación Pozos para el Abastecimiento

Los pozos de producción tendrán las siguientes características:

- a) Pozo de 400 mm de diámetro de perforación y deberá usarse como mínimo 250 mm de diámetro 55304, 1mm de abertura como mínimo.
- b) La grava a utilizarse en el empaque artificial será diseñada según análisis granulométrico de las muestras de la perforación. Deberá ser natural de río.
- c) Lodos de perforación (Biodegradables) marca " Revert" Poly Sal " a similar. No se aceptara el uso de bentonita en el rimado final del pozo.
- d) Una vez terminado el pozo este deberá recibir un tratamiento de desinfección con cloro antes de traspasarlo a la Municipalidad.
- e) La profundidad del pozo debe ser de 200pies y la capacidad debe ser tal que cumpla con la demanda de la colonia.
- f) Todo pozo debe tener su respectivo medidor de volumen de agua.

Estructura de Almacenaje:

- a) En el diseño del tanque deberá considerarse un almacenaje para atender Las "Demandas Máximas Horarias de la red" durante el periodo de 2 ½ horas pico

mas un valor del 10% del consumo medio diario (CMD) considerado en fuga de la red.

- b) La cota de ubicación y altura de torre del tanque deberá ser tal que cumpla con la presión mínima exigida en el punto mas critico de la red.
- c) El tanque deberá de llenar las especificaciones estándar contenidas en las normas AWWA, no faltando además el anillo de compresión y la protección de la escalera y barandal
- d) El tanque deberá estar equipado con su respectiva fontanería y valvulería.
- e) La tuberías de drenaje al tanque deberá hacer su descarga en los sistemas de agua lluvia.
- f) Todo tanque debe tener su respectivo medidor de volumen de agua a la salida de distribución a la red.

Bombeo:

Deberá presentar los cálculos que determine la capacidad y la carga dinámica del equipo de bombeo que impulsara el agua hacia el tanque. También deberá adicionarse lo siguiente:

- a) Se permitirá un total de 12 horas de bombeo para atender las demandas pico del consumo máximo diario presentados en la red de acuerdo al calculo afectado.
- b) Instalación eléctrica suficiente para la unidad de bombeo máximo 3 transformadores, conexión de alta cerrada y de uso exclusivo de la estación y no compartido por el servicio.

Prueba Hidrostática:

La red deberá ser probada a una presión de 70 m. (100 P.S.I.) , la cual deberá ser mantenida por un lapso de 2 horas, este trabajo se debe realizar en combinación con el personal de Ingeniería.

CAPITULO 7. Sistema de Alcantarillado Sanitario

1. - Dotación a Usar

La dotación a usar para Aguas Negras será de 80% de consumo medio diario (CMD) de Agua Potable.

2. - Gasto de Diseño.

Se tomara como Gasto de Diseño el valor de (2) veces el gasto promedio, para tubería de PVC en el diseño de la red, el cual incluye en este resultado la absorción, la infiltración, conexión ilícitas etc.

3. - Periodo de Diseño:

Se diseñara un sistema que tome en consideración la vida útil de cada

Elemento	Vida útil
Alcantarillas	20 Años mínimo
Obra de tratamiento	10 Años mínimo
Equipo	10 Años mínimo

4. - Diámetro Mínimo

El diámetro Mínimo de Alcantarillado Sanitario será de 200 mm en la red, cada unidad habitacional deberá tener una conexión domiciliar con un diámetro mínimo de 100 mm PVC SDR-50.

5. - Cajas de Registro:

Las cajas de registro deberán tener sección de 0.60x0.60 metros y una profundidad mínima de 0.80 m. en calle vehicular y de 0.60 m. en calle peatonal.

Estas deberán ser construidas bajo las siguientes condiciones repelladas y pulidas por fuera y adentro.

6. - Pendientes Permisibles:

- Pendiente mínima la necesaria para producir una velocidad real mínima de 0.60 m/seg.
- La pendiente máxima será la necesaria para producir una velocidad limite de 3m/Seg.
- En los tramos cabeceros, se permitirá su diseño a una velocidad real mínima de 0.30 m/seg. Con la condición de que la tubería fluyendo llena produzca una velocidad autolimpiante de 0.60 m/seg.

7. - Tuberías y Pozos de Inspección:

- La tubería a usarse PVC SDR-50 en todos sus diámetros, cuando existan velocidades que oscilan entre 2 y 3 m/s debido a alta pendiente en la rasante, la tubería deberá ser anclado.
- La ubicación de los pozos de inspección deberá ser preferentemente en el cruce del eje central de la calle y avenida, que se permitirá una distancia máxima entre estos 70 m. Estos deberán ser repellados y pulidos por dentro

y por fuera, con sus respectivas medias cañas y si hay caídas no mayor de 0.60 m.

- c) Toda la tubería se le deberá instalar una cama de arena de 5 cm.

8. - Estaciones de Bombeo de Agua Negra:

En caso de ser necesario la construcción de una estación elevadora de Agua Negra, deberá de cumplirse con los requisitos mínimos de construcción y equipamiento. Esta deberá estar ubicada en un radio mínimo de 50 metros a la vivienda más cercanas, pudiéndose además construirse una barrera natural a su alrededor.

Esta debe ser ubicada en un lote de terreno plano y de fácil acceso las medidas mínimas del terreno 12 m. de frente y 20 m. De fondo, debiendo quedar la caseta en el centro del lote con espacio no menor de 3.00 m. por cada lado. Este predio debe estar cercado por los cuatro lados con malla ciclón de 6 pies de alto y tres hiladas de alambre de púa en el extremo superior.

La caseta de bombeo tiene que tener las dimensiones de 5.35 x 3.75 m. y 3 metros de alto, debe proveerse venteo y aireación en los 3 costados.

Pozo de inspección se requiere de este a una distancia no mayor de 20 m. de la trampa de sólidos.

Trampa de Sólidos: Se debe de ubicar dentro de un predio de 2.72x1.70 metros y la profundidad de acuerdo al diseño, el fondo deberá tener una pendiente mínima del 2% en el sentido del flujo.

Estación Elevadora: Deberá dimensionarse de acuerdo a los requerimientos y condiciones del gasto de diseño de la colonia.

9. Sistema de Alcantarillado y Medio Ambiente

Se deberá cumplir a con las leyes ambientales de acuerdo a la norma técnica establecida por la SERNA y la DECA.

CAPITULO 8. Sistema de Alcantarillado Pluvial

1.- Condiciones Generales de la Urbanización.

Las pendientes en las calles, avenidas, pasajes deben ser tales que permitan un correcto drenaje hacia los tragantes o cunetas: para este efecto debe dotarse a las arterias del bombeo central necesario para permitir el escurrimiento.

2.- Estimación De Caudales

Para el cálculo de los caudales a desalojar, se puede usar el método de la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

DONDE:

Q= Caudal en Mt³/s

I= Intensidad de la precipitación en mm/h (ver anexo en figura No.11).

A= Area a drenar en Ha.

C= Coeficiente de escorrentia ponderado, a calcularse de acuerdo a la zona. (Ver tabla # 1).

La Intensidad de lluvia será calculada haciendo uso del gráfico No.11 para una frecuencia de lluvia de cada 5 años.

En el caso de que el Tiempo de Concentración (Tiempo de Entrada Más Tiempo de Flujo) sea menor de 15 minutos se usará éste como Tiempo Mínimo de Concentración.

Para el cálculo del Tiempo de Entrada se usará la siguiente fórmula:

$$Te = 4.3 \left(\frac{(L) (n)^{1/2}}{(g) (s)} \right)$$

DONDE:

Te = Tiempo de Entrada en Minuto.

L = Distancia al Punto Tributario más lejano, en metros.

N = Coeficiente de Retardo, definido en la tabla # 2.

G = Aceleración de la Gravedad en m/seg²

- Para el Cálculo del valor C ponderado, deberá de hacerse uso de las siguientes cantidades como valores de coeficiente de Escorrentia (c), dependiendo éste del tipo de suelo o superficie, según la tabla siguiente:

Tabla # 1

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE ESCORRENTIA		
Calles de Concreto.	0.80	a	0.95
Calles de Asfalto	0.70	a	0.95
Calles de Adoquines.	0.70	a	0.85
Techos Impermeables.	0.75	a	0.95
Aceras (Paseos Pavimentados).	0.75	a	0.85
Caminos en Macadam	0.25	a	0.50
Caminos en Grava.	0.15	a	0.30
Césped, Suelo Arcillosos.	0.15	a	0.45
Césped Suelo Arenoso.	0.05	a	0.35
Bosques	0.10	a	0.25

Tabla # 2

VALORES DEL COEFICIENTE DE RETARDO (n)

TIPO DE SUPERFICIE	n
Superficie impermeable	0.02
Suelo de Cobertura, compactado, liso	0.10
Superficie sin cobertura, moderadamente rugosa	0.20
Gramina Pobre	0.20
Pastos Comunes	0.40
Terrenos con Arboles	0.70
Pastos densos	0.80

Para el cálculo del Tiempo de Flujo se usará la siguiente fórmula:

$$T_f = \frac{L}{60 v}$$

DONDE:

T_f = Tiempo de Flujo
L = Longitud del Tramo en metros.
V = Velocidad en m/seg.

Para el Cálculo del área deberá incluirse las áreas adyacentes cuya pendiente obliga el drenaje hacia el área considerada.

3. Especificaciones de Captación

En caso que la rasante de la urbanización sea a nivel de pavimento deberá construirse tragantes de acuerdo a los planos suministrados por la División Municipal de Aguas (DIMA), teniéndose las siguientes tuberías de interconexión:

Para Vías Colectoras No Principales

La Interconexión de Tragantes tendrá que hacerse con diámetro Mínimo de 12" C.S. (300 mm) y de Tragante a Pozo con diámetro de 15" C.S. (380 mm), ambas con pendiente mínima de 2.

Para Vías Colectoras Principales

La Interconexión de Tragantes tendrá que hacerse con diámetro Mínimo de 15” (380 mm) y de Tragante a Pozo con diámetro de 18” (450 mm), ambas con pendiente mínima de 2%.

Debe observarse que las tuberías de C.S. a usar en la interconexión será en el caso de tener buena cobertura caso contrario usar C.R., (Ver detalle en figura # 10).

4. Diseño de Elementos Hidráulicos

Los elementos hidráulicos para el diseño podrán calcularse haciendo uso del nomograma de Hasen-Williams, o bien por medio de la fórmula de Manning para el flujo de canales abiertos, diseñando el elemento de alcantarilla fluyendo lleno y tomando como coeficiente de rugosidad “n” igual a 0.010 para tuberías de Cloruro de Polivinilo (P.V.C), 0.013 para tuberías de Concreto, 0.015 para canales con terminación de Cemento, y 0.017 para canales de Mampostería.

Los Canales que sean diseñados como Sub-colectores deberán tener una altura libre de 0.10 – 0.15 m., pero las líneas que sean colectores deberán dejarse una altura libre en el canal de 0.25 ts.

En el caso de presentarse cambios de dirección a 90°. En las Estructuras del Sistema de Alcantarillado Pluvial propuesto, sean estas tuberías o Cajas de Concreto Reforzado se deberá adicionar un pozo de manera que se tenga un ángulo de 45°. Con respecto a la tangente en el alineamiento Horizontal, y en el caso de presentarse una Estructura Tipo Canal deberá diseñarse la Curva Horizontal, Sobre-Ancho, Nuevo Tirante, Sobre Elevación, y pendiente del tramo a salvar, indicándose cada uno de los detalles constructivos necesarios para su construcción.

5. Pendientes y Velocidades Permisibles.

La pendiente máxima será aquella que permita una velocidad tolerable no mayor de 3 mts/seg. La pendiente mínima será aquella que permita una velocidad mínima de 0.75 mts/seg. Para tuberías de diámetro mayores o iguales a 24” (600 mm) C.R., la velocidad máxima permisible será de 6 mts/seg.

6. Tipo De Estructura

Serán aceptados los diámetros hasta de 450 mm como tubería de concreto simple (C.S), Clase III, C-14 con previa autorización de la Unidad de Ingeniería Municipal, y para diámetros mayores o iguales a 600 mm, deberán ser de Concreto Reforzado (C.R), Clase III, C-76.

Cuando se presenten coberturas no adecuadas para la protección de la tubería deberá demostrarse mediante cálculo que la Tubería propuesta es capaz de soportar las cargas a la cual estará sometida, caso contrario deberá proponerse Tubería de Concreto Reforzado (C.R., C-76) del Tipo III hasta el V, dependiendo de los cálculos efectuados.

Cuando el Drenaje Pluvial propuesto para la Urbanización es mediante el uso de Canales o Cunetas, en los cruces de las Calles, Avenidas o Pasajes podrá usarse:

- a) Tubería de Concreto Reforzado (C.R., C-76), Tipo de III hasta V, dependiendo de las cargas a que será sometido.
- b) Caja de concreto Reforzado debidamente diseñada y dimensionada.

En ambas condiciones deberá indicarse en los Planos de Planta General las Longitudes y Diámetros o Secciones de la estructura propuesta y en las Hojas de Planta y Perfil las Invertidas, Longitudes, Diámetros o Sección de Caja, Pendientes, Capacidades y Velocidades.

7. Pozos de Inspección

- a) La conexión entre Pozo y Pozo en tramos iniciales podrá hacerse en las vías Colectoras No Principales con diámetro Mínimo de 15" (380 mm) a 18" (450 mm), dependiendo de la capacidad hidráulica requerida.

Para ambas condiciones el usar C.S. o C.R. dependerá de la cobertura que se tenga en la tubería.

- b) Las caídas en los pozos de inspección no serán mayores a 1.00 metros.
- c) La ubicación de los pozos de inspección será preferentemente en la intersección de las calles y avenidas permitiéndose como distancia máxima entre pozo y pozo la siguiente:
 - Para diámetros de 15" a 24" una separación de 120 metros.
 - Para diámetros de 30" a 36" una separación de 140 metros.
 - Para diámetros de 42" a 48" una separación de 160 metros.
 - Para diámetros de 60" a 72" una separación de 200 metros.
- d) Los Pozos de Inspección deberán construirse según numeral 9 (d) y 9 (e) de las directrices de Alcantarillado Sanitario.
- e) Los casquetes y tapaderas serán del material según indicaciones dadas en el numeral 9(f) de las directrices de Alcantarillado Sanitario.

8. Combinaciones Agua Pluvial-Aguas Negras

No se podrá utilizar colectores de aguas pluvial en combinación con las aguas negras.

9. Descarga De Las Aguas Pluviales

Para el Diseño de los Sistemas de Alcantarillado Pluvial de la urbanización, deberá considerarse las Áreas en Colindancia que por su pendiente natural harán en el futuro su descarga a los sistemas propuestos.

Se buscará descargar al drenaje natural más cercano, revisando la capacidad de transporte del mismo y contando a su vez con una Estructura de Protección y Disipación de Energía (la cual deberá ser presentada su dimensionamiento en las hojas de detalles), en la descarga de la tubería.

10. Presentación de la Información Técnica:

a) Memoria de Calculo

Todos los parámetros, cálculos y esquemas realizados en el diseño deberán presentarse en una memoria descriptiva y de cálculo, así como también un resumen detallado de las especificaciones y adjuntando además programa de obra.

b) Esquemas.

Esquemas mostrando los resultados de los análisis de la red de las condiciones del consumo máximo horario y consumo cociente en la cual se representara: Tubos, Nudos, Flujos, Extracciones y presiones en los nudos.

c) Planos

Deberán presentarse con dimensiones de 0.60 x 0.90 y usar el dibujo de la urbanización cualquiera de las siguientes escalas 1:100 , 1: 250 , 1:500, 1:750 , 1:1000 y 1:200, los cuales deberán contar con toda la información sobre datos Topográficos, Numeración de Calles, Avenidas y Pasajes, el Sistema de Agua

Potable, Sistema de Aguas Negras, Sistema de Aguas Lluvias, Sistema Eléctrico,
Detalles Constructivos, Urbanísticos, Arborización.

CAPITULO 9. Licencia de Fusión ó Subdivisión:

Todo Cambio en el Extensión, Linderos, Mingos o Superficie General de un terreno sea para construcción o renta de lote, deberá obtener previamente Licencia de la Municipalidad. Aprobada una Lotificación ó un arrendamiento colectivo residencial. El Lotificador no podrá crear nueva parcela por desmembración si no cumple con lo requisitos exigidos por la Dirección de Planificación Urbana (DPU).

CAPITULO 10. Definiciones:

- **Lotificación:** es la división de un predio en dos ó más partes, con el fin de habilitar las mismas en forma segregada y para lo cual se requiere de la apertura de nuevas vías de circulación y acceso.
- **Urbanización:** es la incorporación de tierras al uso urbano mediante el diseño y construcción planificada de servicios y equipamientos indispensables para la vida urbana y ejecutadas de acuerdo a un proyecto de lotificación.
- **Subdivisión:** esto el fraccionamiento de un lote ó terreno que no requiere de la apertura de nuevas calles de acceso y no modifica la estructura parcelaria existente.
- **Fusión:** es la unión de dos ó más predios ó lotes ya definidos dentro de la estructura parcelaria existente en el municipio.
- **Cesión de Áreas:** es el proceso por el cual se obtiene un porcentaje de las áreas a desarrollar, las cuales serán destinadas a la Municipalidad para uso Público recreacional ó de Equipamiento Urbano de Beneficio Público.

CAPITULO 11. Trámite de Licencia para Urbanizar ó Lotificar

Para la obtención de la licencia o permiso correspondiente para la “Lotificación/Urbanización” de un lote deberá cumplir con las siguientes Etapas:

1. Intención de “Lotificar/Urbanizar”.
2. Aprobación de Anteproyecto.
3. Aprobación de Proyecto Final.

11.1. Intención de “Lotificar/Urbanizar”

Objetivo: en esta etapa, el propietario o desarrollador podrá evaluar los consejos y asistencia del Área Técnica de la Dirección de Planificación Urbana (DPU), presentando el mínimo de información requerida antes de elaborar el anteproyecto.

Requisitos: el interesado deberá presentar la siguiente información:

1. Copia de la solicitud de intención de “Lotificar/Urbanizar” presentada en Secretaria Municipal.
2. Certificación del registro Público de la Propiedad donde conste la ultima inscripción de dominio, gravámenes, desmembramientos, área, limites y colindancias.
3. Certificación de Inscripción de Propiedad extendida por Catastro Municipal.
4. Presentar un (1) original y dos (2) copias:
 - 4.1. Plano de Ubicación, a escala mínima 1: 10,000.
 - 4.2. Plano del polígono del terreno a “Lotificar/Urbanizar” escala entre 1:500 y 1:5000 con la claridad suficiente para que se puedan percibir los linderos y simbología utilizada, con sus límites, colindancias, rumbos y distancias, para ser verificados en campo por Ingeniería y Catastro Municipal, deberá contar con la siguiente información:
 - Datos del Polígono.
 - Orientación magnética.
 - Curvas de Nivel metro a metro.
 - Marcar líneas de transmisión de ENEE, ríos, quebradas, desagües de invierno ò verano, edificaciones, vías y caminos existentes, incluyendo los de los terrenos colindantes.
5. Plano escala igual al del polígono, indicando:
 - Área a urbanizar
 - Densidades de población prevista
 - Tamaño de lotes
 - Tabla de área y usos de suelo del suelo, indicando porcentajes de cada uso y población total que albergara.
 - Ubicación de usos existentes que puedan influir en el proyecto.
6. Factibilidad de la ENEE: se presentara un informe sobre la factibilidad de obtener el servicio de energía eléctrica, siendo la ENEE quien proporcionara las especificaciones y estándares requeridos.
7. Solvencia Municipal del Predio, comprobante de pago por impuestos y servicios.

Dictamen la Dirección de Planificación Urbana (DPU).

La DPU será la quien emitirá el dictamen, que incluirá sus conclusiones y recomendaciones a más tardar quince (15) días después de la presentación de los requisitos, esto una vez analizado y discutido los informes técnicos de las diferentes unidades municipales.

11.2. Aprobación de Anteproyecto

Objetivo: tener los elementos técnicos urbanísticos de acuerdo a las Normas definidas por la (DPU), para hacer las revisiones y correcciones necesarias para desarrollar un Proyecto Final.

Requisitos: a partir haber sido aprobada la intención de “Lotificar/Urbanizar” por Honorable Corporación Municipal, habiendo enviado sus recomendaciones y dictamen la Dirección de Planificación Urbana (DPU).el interesado tendrá un plazo no mayor de tres (3) meses para presentar el Anteproyecto en planos un (1) original y tres (3) copias, debiendo pagar Directrices y Manual de Normas para Urbanizar y Lotificar debiendo presentar:

1. Solicitud de Aprobación de Anteproyecto dirigida a la Dirección de Planificación Urbana (DPU)..
2. Nombre y generales del propietario del Proyecto, anexar copia de cedula de identidad ó pasaporte.
3. Nombre y generales del Responsable del proyecto debiendo ser profesional de Ingeniería civil o Arquitectura, debidamente colegiado y solvente en su respectivo Colegio profesional.
4. Breve descripción de la “Lotificación/Urbanización”, incluyendo tamaño, tipo y numero de lotes, área aproximada destinada a cada uso.
5. Presupuesto preliminar de la “Lotificación/Urbanización”, definiendo valor por m2 y cronograma para su ejecución.
6. Planos firmados y sellados por Profesional Responsable del proyecto y su diseño, debiendo incluir en formato de pie de plano:
 - Nombre y generales de propietario y del profesional colegiado responsable de los mismos.
 - Nombre de la urbanización, norte, escala, fecha, numero de plano, descripción del plano, ubicación del proyecto.

Planos a presentar:

 - Poligonal: especificando área y limite del predio que se notifica con rumbos hasta minutos y distancias hasta centímetros, siendo certificado por un profesional debidamente registrado. Estos límites se determinaran mediante medida sobre poligonal del terreno debiendo pagar el interesado por esta revisión lo que marca el plan de Arbitrios vigente. Indicar predios colindantes, los nombres de los propietarios y otros hechos que influyan en el proyecto.
 - Sistema Vial:
 - a. Vías propuestas y nomenclatura de las mismas.
 - b. Secciones típicas.
 - c. Derechos de Vías.
 - d. Áreas destinadas a estacionamiento.
 - e. Definir lote municipal.

- Sembrado de Lotes:
 - a. Numeración de Bloques y Lotes
 - b. Cuadro de Usos de Suelo y sus porcentajes
- Sistema de Agua potable:
 - a. Definir predio de extracción, bombeo y depósito de reserva.
 - b. Definir red
- Sistema de Alcantarillado Sanitario
 - a. Definir red colectora y propuesta de solución de tratamiento de las mismas.

Dictamen de Aprobación del Anteproyecto por la Unidad de Planificación y Desarrollo Urbano (UPDU):

Dictamen Parcial: Las dependencias Municipales involucradas en el proceso de aprobación serán quienes emitirán el dictamen parcial, que incluirá sus conclusiones y recomendaciones a más tardar **treinta (30) días** después de la recepción de los documentos requeridos, esto una vez analizado y discutido los informes técnicos de las diferentes unidades municipales, luego de ver si son compatibles con los propios parámetros de diseño para la ejecución del proyecto.

Dictamen de Aprobación de Anteproyecto: La DPU revisará los dictámenes parciales para determinar si la propuesta cumple con los requisitos y normas municipales, para seguidamente aprobar o rechazar el anteproyecto, justificando por escrito su decisión.

El anteproyecto podrá ser presentado cuantas veces se considere necesario, hasta llenar con los requisitos exigidos.

Validez de la Aprobación Anteproyecto: Tendrá una validez de seis (6) meses a partir de la fecha de emisión de la aprobación. El tener el dictamen de aprobación no autoriza al solicitante a vender lotes o ejecutar obras de construcción haciéndose acreedor de las multas que estipula el plan de arbitrios.

11.3. Aprobación de Proyecto Final.

La solicitud con el objeto de obtener la aprobación del proyecto final y consiguiente para Urbanizar y/o Lotificar contendrá:

- a) Nombre, dirección y generales del propietario y del profesional colegiado a cargo del diseño.
- b) Nombre y localización de la lotificación.
- c) Antecedentes del trámite de permiso con fecha y copia de la aprobación del anteproyecto.

Memoria descriptiva del proyecto. Se presentaran cuatro (4) copias de una memoria descriptiva que deberá contener lo siguiente:

- a) Descripción de la lotificación dando tamaño medio de lotes, número, área total de lotificación, etc.
- b) Costo de lotificación y valor por M² para la venta.
- c) Plan de trabajo para la ejecución de la construcción y presupuesto de la obra.
- d) Como anexo a la memoria, se deberá además presentar las planillas de lote, con la nomenclatura y superficie de cada lote.
- e) Anexo a memoria, presentar un (1) juego de planos tamaño Tabloide (11"x17") de lo que corresponden a los **planos de Construcción y Planos Urbanísticos**, así como su respaldo en copia electrónica (CD) en formato AutoCad.

Planos de Construcción. Los **planos de construcción y memorias de calculo** para todas las obras civiles y de infraestructura deberán ser presentados de acuerdo a las disposiciones y normas de la Dirección de Planificación Urbana (DPU), la Dirección de Obras y Servicios Públicos, Unidad de medio Ambiente (UMA), SERNA: Licencia Ambiental y Contrato de Medidas de Mitigación. El plano de energía eléctrica deberá estar aprobado por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE.

Planos Urbanísticos. Se deberán presentar:

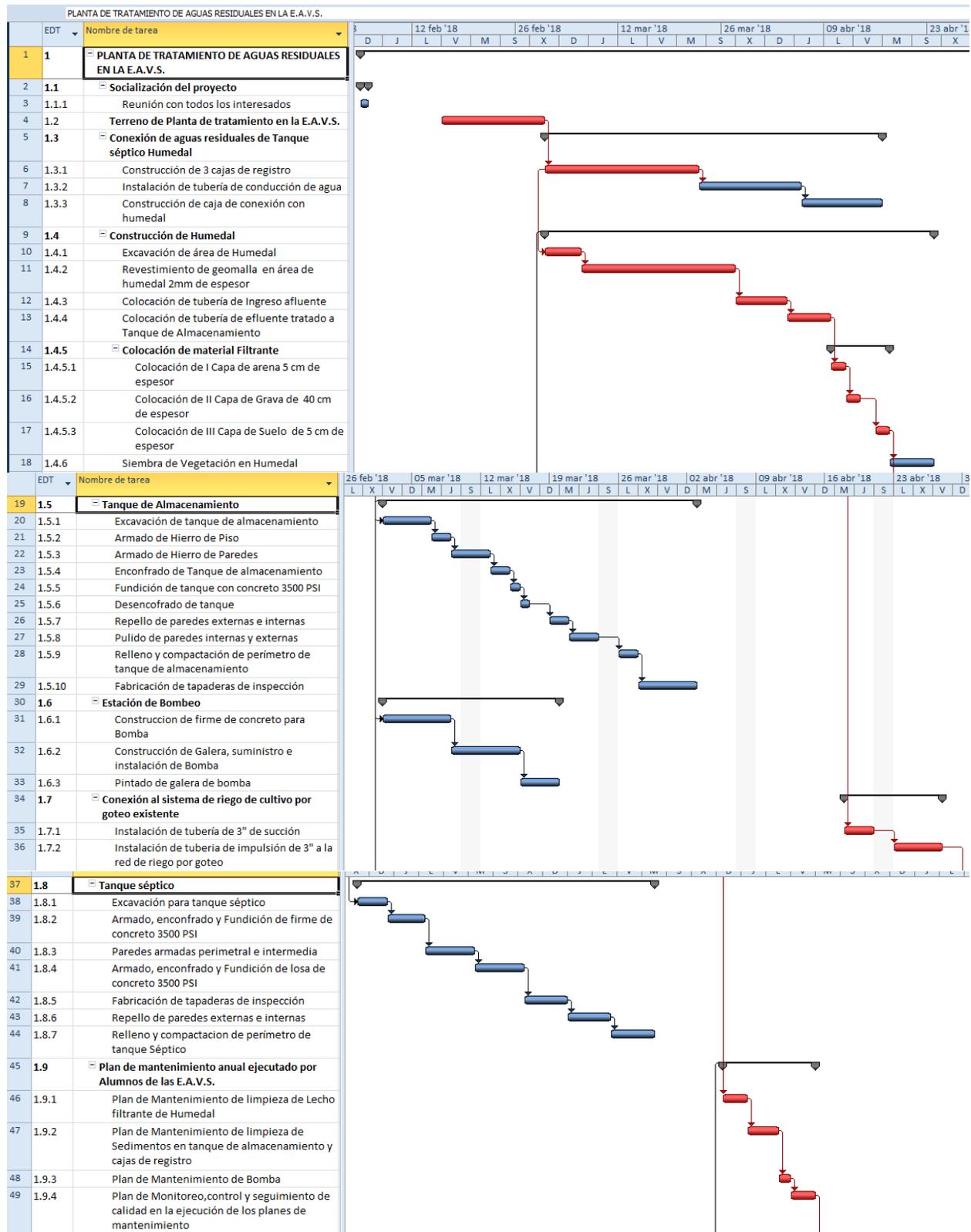
- a) Cuatro (4) copias del plano mensura, debidamente aprobado por la Sección de Catastro.
- b) Cuatro (4) copias del plano de ubicación, escala 1:10,000 como mínimo.
- c) Cuatro (4) copias del plano de urbanización o lotificación, diseñados sobre levantamiento topográfico con curvas de nivel de cada metro a escala 1:1000, mostrando además de todo lo solicitado para el anteproyecto.
 - o Numeración de lotes y especificación de distancias hasta centímetros. y ángulos hasta minutos para cada uno de ellos.

- Derechos de vías y líneas de construcción.
- Líneas de bordillos, ochavas y radios de curvatura debidamente acotados.
- d) Perfiles tipo adoptados para avenidas, calles y calles peatonales, escala 1:500.
- e) Plan General y diseños de detalle de arborización y jardinería, así como otros detalles de acabado urbano.
- f) Plano para el registro de la propiedad inmueble de las áreas verdes y equipamiento comunitario que se desmembrará a favor de la Municipalidad de Choloma.

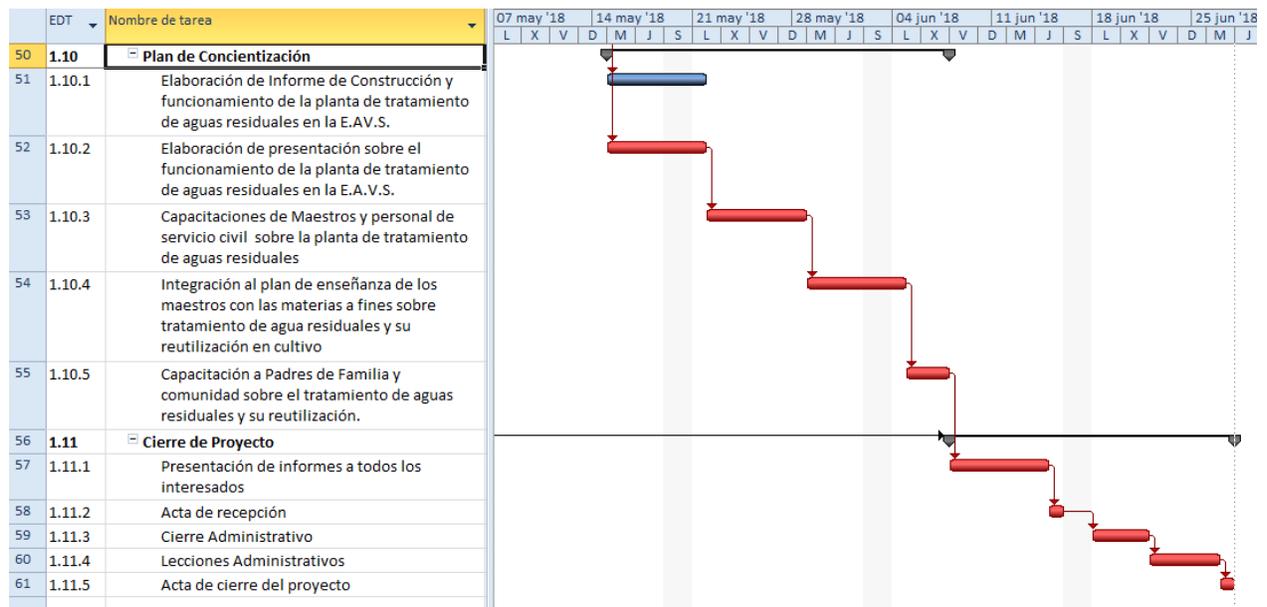
Proceso de Aprobación: el interesado deberá presentar la información solicitada en esta etapa de Aprobación Final, para su revisión, haciendo la DPU un dictamen por escrito, participando las dependencias involucradas y presentando los dictámenes correspondientes; para enviarlo a la Honorable Corporación Municipal para la Aprobación del Proyecto Final. En caso de ser favorable la aprobación, el interesado deberá pagar lo que corresponda de acuerdo al plan de Arbitrio vigente.

Una vez aprobada por la Honorable Corporación Municipal, deberá entregársele al interesado un juego de planos y memorias debidamente sellados y autorizados así como una copia certificada por secretaria municipal de la Aprobación Final, debiendo entregar la DPU un juego de planos al departamento de Catastro Municipal, a la Dirección de Municipal de Aguas de Choloma (DIMACH) y otro para la DPU.

ANEXO 10. RUTA CRÍTICA DE ENTREGABLES PTAR EN LA E.A.V.S



CONTINUACIÓN DE ANEXO 10



ANEXO 11. AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

CHOLONA CORTES VIERNES 28 / 07 / 2017
(Ciudad), (Departamento) (Día, mes y año)

Lic. Oscar Orlando Paredes Guillen
(Nombre y apellidos del director o gerente)

Director Distrital de Educación
(Puesto Laboral)

Democrita Distrital de Educación Choloma Distrito 11-C
(Empresa o Institución)

Barrío el Banco, Zona el mercado municipal, Choloma
(Dirección principal de la empresa o institución)

Estimado Señor(a): Lic. Oscar Orlando Paredes Guillen

Reciba un cordial y atento saludo. Por medio de la presente deseamos solicitar su apoyo, dado que somos alumnos de UNITEC y nos encontramos desarrollando el Trabajo de Tesis previo a obtener nuestro título de maestría en Administración de Proyectos.

Hemos seleccionado como tema: Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Escuela de Agricultura del Valle de Sula en Monterrey, Choloma, Cortes.

Por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con el apoyo de la empresa que usted representa para poder desarrollar nuestra investigación. En particular, dicha solicitud se circunscribe a peticionar que se nos autorice a realizar: Las acciones pertinentes para la realización de la investigación (Realizar visitas al centro educativo, imágenes sobre el manejo de las aguas residuales, entrevistas etc.

A la espera de su aprobación, me suscribo de Usted.

Atentamente,

Onaida Oliva Portillo
Firma, nombre y apellidos
No. de cuenta: 21553824

Elvis Dagoberto Zepeda Alvarado
Firma, nombre y apellidos
No. de cuenta: 21540973

Por este medio, La Dirección Distrital de educación de Choloma Distrito 11-C, Representante Legal de La Escuela de Agricultura del Valle de Sula, ubicada en la Aldea de Monterrey, Municipio de Choloma, Departamento de Cortes

(empresa / institución)
Autoriza la realización dentro de sus instalaciones el proyecto de investigación de Tesis de Postgrado antes mencionado.

Lic. Oscar Orlando Paredes Guillen
(Nombre y apellidos del Director / Gerente)

