



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
ESCUELA DE POST GRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



**“IMPACTOS AMBIENTALES DEL MEJORAMIENTO DEL
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA
CIUDAD DE MOCUPE, CHICLAYO - 2015”**

TESIS

**PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AMBIENTALES**

AUTORES:

**Ing. SERGIO BRAVO IDROGO
Ing. HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS
Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA**

ASESOR:

DR. ANTERO CELSO VASQUEZ GARCIA

LAMBAYEQUE – PERU

2018

**“IMPACTOS AMBIENTALES DEL MEJORAMIENTO DEL
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA
CIUDAD DE MOCUPE, CHICLAYO – 2015”**

Ing. SERGIO BRAVO IDROGO

AUTOR

Ing. HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS

AUTOR

Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA

AUTOR

Dr. ÁNTERO CELSO VÁSQUEZ GARCÍA

ASESOR

**TESIS PRESENTADA A LA ESCUELA DE POST GRADO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, PARA OPTAR EL GRADO
DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

APROBADO POR

PRESIDENTE

DR. JOSE DEL CARMEN ARBULU RAMOS

SECRETARIO

DR. LUIS CHICOMA CHAQUI

VOCAL

DR. ANIBAL CACERES NARREA

ABRIL de 2018

DEDICATORIAS

A la memoria de mis padres Herminda y Alcides, de mis abuelos Carmen Rosa y Andres Avelino quienes contribuyeron en mi formación profesional.

Sergio Bravo

A Dios, mis padres y familia que siempre me apoyaron.

Hamilton Cueva

A Dios, por ser siempre mi guía y el camino en mi vida.

Rocío Blas

AGRADECIMIENTOS

A mis amigos y colegas del doctorado en Ciencias Ambientales, a mis colegas de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a mi Asesor Antero Vásquez.

Sergio Bravo

A Dios por sobre todas las cosas.

Hamilton Cueva

A todos quienes inspiran y motivan buscando ser mejor persona.

Rocío Blas

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. GENERALIDADES.....	2
CAPITULO II. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	8
CAPITULO III. MARCO TEORICO.....	14
CAPITULO IV. ACCIONES Y FACTORES AMBIENTALES.....	35
CAPITULO V. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	40
CAPITULO VI. RESULTADOS.....	51
CAPITULO VII. DISCUSION.....	52
CAPITULO VIII. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	53
CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56
ANEXOS.....	
PANEL FOTOGRAFICO.....	58
PLANO DE UBICACION.....	63

INDICE DE TABLAS

TABLA Nº	TÍTULO	Página
01	Matriz de identificación.	45
02	Algoritmo de importancia	47
03	Tabla del instituto de Batelle-Columbus	48
04	Hoja de cálculo de la importancia	49
05	Matriz de evaluación de impactos ambientales para redes de agua potable y alcantarillado	50
06	Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales	54

INDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº	TÍTULO	Página
1	Localización Macro de la Ciudad de Mocupe.	6
2	Localización Micro de la Ciudad de Mocupe.	7
3	Ubicación de la ciudad de Mocupe en relación con otros centros poblados de la Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.	10
4	Ubicación de la ciudad de Mocupe en la Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.	10

INDICE DE FOTOS

FOTO Nº	TÍTULO	Página
1	Vista frontal del tanque elevado en construcción.	59
2	Vista caseta de almacén planta de tratamiento.	59
3	Vista de la construcción de la planta de tratamiento primario.	60
4	Vista de la construcción de planta de tratamiento secundario.	60
5	Vista de la construcción de la planta de tratamiento terciario.	61

Título: **IMPACTOS AMBIENTALES DEL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MOCUPE, CHICLAYO - 2015**

Autores:

ING. SERGIO BRAVO IDROGO

ING HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS

ING. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA

Asesor: Dr. ÁNTERO CELSO VÁSQUEZ GARCÍA

Año : 2015

Institución: **ESCUELA DE POST GRADO
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO- LAMBAYEQUE**

RESUMEN

El objetivo es realizar la evaluación ambiental de la interrelación de los factores y acciones ambientales que se producirán en la construcción del proyecto del Mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe, distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

Valorar los impactos ambientales significativos que se producirán mediante una matriz de importancia que permitirá diferenciar y jerarquizar los impactos, se propone un plan de gestión ambiental para mitigar los impactos ambientales.

Se concluye:

1. El proyecto del Mejoramiento de agua potable y alcantarillado, ambientalmente es viable.
2. En la fase de construcción el impacto ambiental positivo es la generación de empleo.
3. El factor más frágil es el paisaje.
4. La acción más agresiva es el movimiento de tierras.

PALABRAS CLAVE: Impactos Ambientales, Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Mocupe, Lagunas.

Título: **IMPACTOS AMBIENTALES DEL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE MOCUPE, CHICLAYO - 2015**

Autores:

ING. SERGIO BRAVO IDROGO

ING HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS

ING. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA

Asesor: Dr. ÁNTERO CELSO VÁSQUEZ GARCÍA

Año : 2015

Institución: **ESCUELA DE POST GRADO**

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO- LAMBAYEQUE

ABSTRACT

The objective is to carry out an environmental assessment of the interrelationship of the environmental factors and actions that will take place in the construction of the project for the Improvement of the drinking water and sewerage service in the city of Mocupe, district of Lagunas, province of Chiclayo, Lambayeque Region.

To assess the significant environmental impacts that will be produced by means of an important matrix that will allow differentiating and ranking the impacts, an environmental management plan is proposed to mitigate the environmental impacts.

It is concluded:

1. The Drinking Water and Sewerage Improvement Project is environmentally viable.
2. In the construction phase, the positive environmental impact is the generation of employment.
3. The most fragile factor is the landscape.
4. The most aggressive action is the earthmoving.

KEY WORDS: Environmental Impacts, Drinking Water and Sewerage of the city of Mocupe, Lagunas.

INTRODUCCION

La población mocupana se ha incrementado significativamente debido a la mayor tasa de natalidad y a la migración de los pobladores del sector rural al sector urbano; por lo tanto serán mayores las necesidades de agua potable y mayor también la cantidad de agua residual generada, lo que requiere una adecuada política de gobierno local, para prever la falta de servicios con las condiciones adecuadas de salubridad.

Al amparo de la Constitución Política del Perú, la Ley General de Municipalidades, la Ley de recursos hídricos, la Ley General del Ambiente, el DS 031-2010-Salud que establece los Límites Máximos Permisibles del agua para consumo humano y agua residual tratada, el DS 003-2010-MINAM que fija los Límites Máximos Permisibles para el agua residual tratada y la política de Saneamiento emprendida por el gobierno de turno asignando recursos para estas acciones que posibilitarían que los municipios provinciales y distritales realicen acciones para beneficiar a las poblaciones con el mejoramiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y sistemas de tratamiento de aguas residuales con el fin de colmar los requerimientos; sin embargo todas las acciones han requerido de implementar un Sistema de Gestión Ambiental para este tipo de obras;

Las obras de la ciudad de Mocupe se han iniciado sin tener las Fichas de Información y Categorización Ambiental (FICAS); los Estudios de Impacto Ambiental (ESIA) o Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMAS) que exige la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que son instrumentos de gestión ambiental que permita identificar las acciones generadoras de impactos ambientales; identificar los factores ambientales plausibles de ser afectados, calificar los impactos. Un Plan de Gestión Ambiental adecuado orientado a prevenir y corregir acciones generadoras de impacto.

CAPITULO I:

GENERALIDADES

1.1 CARACTERISTICAS METEREOLÓGICAS

✓ **TEMPERATURA**

La temperatura máxima en verano 25.8 y mínima 17.9 en invierno.

✓ **HUMEDAD RELATIVA**

Promedio anual 82%.

✓ **VIENTO**

Dirección SurOeste a NorEste durante todo el año de baja magnitud.

✓ **PRECIPITACION**

Escasa y esporádica. Las precipitaciones pluviales notables se dan durante el fenómeno el niño, como el ocurrido en 1998.

✓ **SUELO**

El suelo de la zona es de carácter aluvial Se pueden encontrar sedimentos de granulometría gruesa como cantos rodado, grava y arena.

✓ **GEOLOGIA**

La zona en estudio se encuentra en la faja costera, la cual está compuesta por extensas pampas de depósitos cuaternarios con la presencia de algunos cerros que sobresalen en los terrenos adyacentes. Esta zona está controlada por un rasgo morfológico propio de la costa, la cual es interrumpida por el valle del río Zaña, el drenaje se dirige al mar.

✓ **CAPACIDAD DE USO DE TIERRAS**

Las tierras son aptas para cultivo en limpio, calidad agronómica media con presencia de sales.

✓ **AGUA SUPERFICIAL**

Muy cerca de la ciudad de Mocupe se encuentra un canal de riego de 1.5m³/s, proveniente del Rio Zaña.

✓ **AGUA SUBTERRANEA**

Su profundidad oscila entre 2m y 8m.

1.2 SERVICIOS

✓ **EDUCACION**

Cuenta con una Institución Educativa inicial, una Institución Educativa primaria y una Institución Educativa secundaria.

✓ **ENERGIA ELECTRICA**

Se abastece del sistema interconectado en un 80%.

✓ **RED DE AGUA POTABLE**

La red de distribución abastece un 75% de la población.

✓ **RED DE ALCANTARILLADO**

La red de alcantarillado es abastecida por el 75% de la población.

✓ **RECOJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS**

El sistema es brindado por la Municipalidad Distrital de Lagunas.

✓ **INFRAESTRUCTURA URBANA**

La mayoría de calles están sin pavimentar, solo se encuentra pavimentado las calles de la plaza de armas y la Panamericana Norte.

1.3 INFORMACION SOCIOECONOMICA

✓ **POBLACION URBANA**

Es aproximadamente de 4300 habitantes.

✓ **VIVIENDA**

Las viviendas son mayormente de material rustico: paredes de adobe y techo de caña con barro, sin embargo, también hay viviendas de material noble.

✓ **ACTIVIDAD ECONOMICA**

La mayoría de la población se dedica a la agricultura, también existe comercio.

✓ **INGRESOS ECONOMICOS**

Los ingresos de los trabajadores agrícolas oscilan entre S/.35 y S/.50 soles diarios.

1.4 SITUACION PROBLEMÁTICA

La construcción de las redes de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe, generara afectación al medio ambiente, los servicios de transporte y agua a la población mocupana.

Al ampliar el proyecto de redes de alcantarillado generara un incremento considerable de aguas residuales, siendo necesaria una ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Todas estas actividades van a generar impactos ambientales en el medio ambiente.

1.5 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué acciones del mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque, generan impactos ambientales significativos en el entorno?

1.6 HIPOTESIS

El mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe generará impactos ambientales negativos significativos en los factores ambientales del entorno.

1.7 VARIABLES

1.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

Impactos ambientales del Mejoramiento de servicio de agua potable y alcantarillado de la Ciudad de Mocupe.

1.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE:

Impactos ambientales negativos en los factores ambientales.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar impactos ambientales del proyecto “Mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo Lambayeque”

1.8.2 OBJETIVOS EPECIFICOS

- ✓ Elaborar un diagnóstico del estado de los factores ambientales en la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo Región Lambayeque
- ✓ Identificar los impactos ambientales del mejoramiento de sistema de agua potable y residual en la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque
- ✓ Jerarquizar los impactos ambientales que se producirán durante mejoramiento de sistema de agua potable y residual en la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque ciudad de Lambayeque
- ✓ Valorar los Impactos Ambientales significativos que se producirán durante mejoramiento de sistema de agua potable y residual de la en la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque
- ✓ Proponer acciones de mitigación de los impactos ambientales negativos significativos que se producirán durante mejoramiento de sistema de agua potable y residual de la ciudad de en la ciudad de Mocupe, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

1.9 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La ejecución de este proyecto de tesis se justificó:

Desde el punto de vista **Científico**, se va a crear nuevo conocimiento en relación a los impactos ambientales generados en obras de mejoramiento de sistemas de abastecimiento de agua potable y residual.

Desde la **perspectiva tecnológica**, se propone valorar los impactos ambientales durante el proceso de construcción de redes de agua y alcantarillado con tecnología de punta. Así mismo con adecuados registros de información estadística pertinente, se generaría una base de datos muy importante sobre mejoramiento de sistema de agua potable y residual de la ciudad de Mocupe.

Desde la **perspectiva social**, la ejecución de la presente investigación, se orienta a contribuir a solucionar el problema de contaminación ambiental en la instalación de redes de agua y alcantarillado de la ciudad de Mocupe.

Desde la **perspectiva económica**, se justifica porque al identificar impactos ambientales y calificarlos se tratarán de implementar acciones de mitigación de impactos ambientales negativos con ahorro de dinero de manera significativa.

La importancia de la ejecución de este proyecto de tesis radica en que con una adecuada valoración de los impactos ambientales significativos en el mejoramiento de servicios de agua potable y residual de la ciudad de Lambayeque, se logrará obtener nuevo conocimiento científico, lo que orientaría a sustanciales cambios de conducta.

CAPITULO II: DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 UBICACIÓN

La ciudad de Mocupe se encuentra ubicada a 40km al sur de la ciudad de Chiclayo, ubicado en las coordenadas UTM: E 622202, N 9227010m Centro de la plaza de armas de la ciudad de Mocupe.

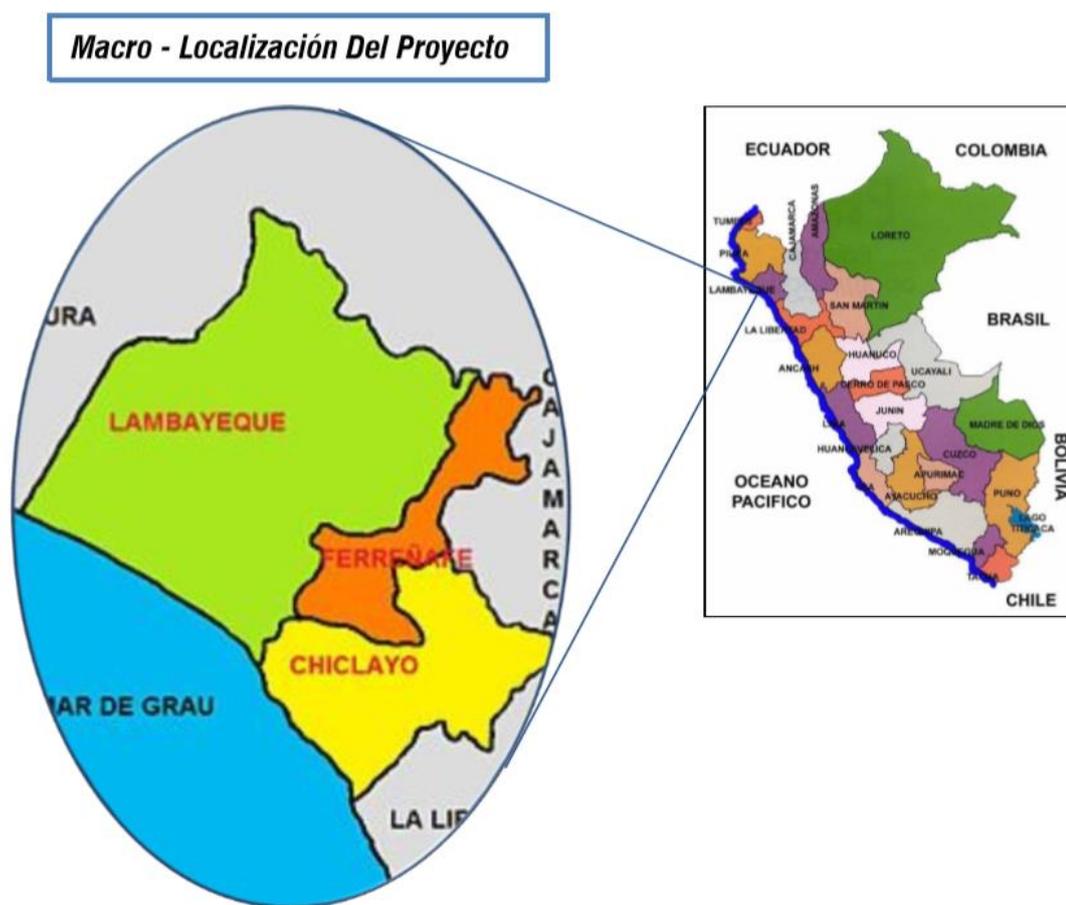


FIGURA N° 1: Localización Macro de la Ciudad de Mocupe.



Fuente: Google Earth (2015)

FIGURA N° 3: Ubicación de la ciudad de Mocupe en relación con otros centros poblados de la Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.



Fuente: Google Earth (2015)

FIGURA N° 4: Ubicación de la ciudad de Mocupe en la Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

2.1 ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

- El sistema del agua potable se capta a través de un pozo tubular de 10 l/s y el sistema de desinfección es directo a pozo.
- El bombeo de agua es mediante un motor Diesel estacionario de 4 cilindros, bomba tipo turbina de eje vertical.
- La ciudad de Mocupe, cuenta con tanque elevado de 300 m³, que es abastecido con una línea de impulsión directamente del pozo.
- La red de distribución de agua potable es de asbesto cemento y fue instalado en el año 1965.
- La red colectora es de concreto simple normalizado, los buzones en algunos casos requieren la reposición de las tapas. El equipo de bombeo se encuentra en mal estado. La línea de impulsión fue deteriorada por el fenómeno del niño 1998 aun no reparadas. La planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra en buen estado.
- La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado es aproximadamente 63% con una antigüedad de 35 años.
- El servicio de agua potable es por horas, de 6:00-9:00am y de 18:00-22:00pm.

2.2 NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

2.2.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

2.2.1.1 POZO TUBULAR Y TANQUE ELEVADO

Construcción de 3 nuevos pozos tubulares

Construcción del nuevo tanque elevado de 450m³

2.2.1.2 RED DE AGUA POTABLE

Tubería PVC 32mm	3127m
Tubería PVC 63mm	2616m
Tubería PVC 75mm	1066m
Tubería PVC 90mm	3768m
Tubería PVC 110mm	205m
Tubería PVC 160mm	862m
Válvula compuerta F ^o F ^o ϕ =110mm	2 und
Válvula compuerta F ^o F ^o ϕ =90mm	34 und
Válvula compuerta F ^o F ^o ϕ =75mm	7 und
Válvula compuerta F ^o F ^o ϕ =63mm	20 und

2.2.1.3 RED DE AGUA POTABLE

Tubería PVC 32mm	3127m
Tubería PVC 63mm	2616m
Tubería PVC 75mm	1066m
Tubería PVC 90mm	3768m
Tubería PVC 110mm	205m
Tubería PVC 160mm	862m

Válvula compuerta F ^o F ^o $\phi=110\text{mm}$	2 und
Válvula compuerta F ^o F ^o $\phi=90\text{mm}$	34 und
Válvula compuerta F ^o F ^o $\phi=75\text{mm}$	7 und
Válvula compuerta F ^o F ^o $\phi=63\text{mm}$	20 und

2.2.1.4 RED DE ALCANTARILLADO

Tubería PVC SAP $\phi=160\text{mm}$	6500m
Tubería PVC SAP $\phi=200\text{mm}$	2767m
Tubería PVC SAP $\phi=250\text{mm}$	345m
Tubería PVC SAP $\phi=300\text{mm}$	475m
Tubería PVC SAP $\phi=355\text{mm}$	150m

2.2.1.5 RED DE EMISORES

Tubería PVC SAP $\phi=355\text{mm}$	2107m
Tubería PVC SAP $\phi=400\text{mm}$	1442m

2.2.1.6 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2 Plantas de tratamiento primario
 2 Plantas de tratamiento secundario
 2 Plantas de maduración
 1 efluente al dren

Presupuesto total de la obra: S/. 19'286,560.20

CAPITULO III:

MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES

Mendoza y Millones (2000, 18-25) hicieron un inventario de toda la información existente sobre la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la ciudad de Lambayeque, en ese entonces en el sistema de alcantarillado funcionaron dos estaciones de bombeo y construidas dos lagunas de estabilización de las cuales solamente una estuvo en funcionamiento. Desde la cámara de bombeo ubicado en la parte sur de la ciudad el agua residual se elevó aproximadamente 8 m para ser conducido por el colector principal de 24 pulgadas hasta la laguna de Estabilización N° 2 de 2 ha de superficie y 2,25 m de profundidad. Los efluentes de la laguna fueron vertidos al Dren D 2210 en su progresiva km2+01 que los transportó posteriormente hasta el Dren D-2200, luego al dren D 2000 y finalmente al mar.

La caracterización del agua residual en el afluente fue: pH: 6,2; Dureza total 364 mg/L, alcalinidad total: 347 mg/L y en el efluente; pH: 8,0; dureza total 472,0 mg/L y alcalinidad 333 mg/L; El NMP/1000mL varió desde 43 000 hasta 93 000 000 NMP/100 mL en el afluente y desde 1100 hasta 21 000 000 NMP/100 mL en el efluente; en el Dren 2000 las cifras variaron desde 210 hasta 43 000 NMP/100 mL. La DBO5 varió desde 82,40 mg/L hasta 140,40 mg/L en el afluente; en el efluente desde 20,95 hasta 45,23 mg/L en al agua del Dren 2000 vario desde 09,80 mg/L hasta 60,00 mg/L. Concluyeron que: que el sistema de tratamiento de agua residual fue ineficiente; y que era necesario implementar el tratamiento secundario y ampliar la dimensión del sistema para lograr resultados adecuados.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2008) reportó que en el Perú, a fines de 2007, el 63,6% de la población urbana total tuvo

servicio de alcantarillado administrado por empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); el resto fue administrado directamente por las municipalidades o a través de operadores especializados (OES) en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no cuenta con dicho servicio.

Rodríguez (2000, 16) reportó que en la ciudad de Trujillo, la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti tiene dos lagunas de tratamiento aerobio y cuatro lagunas facultativas. El sistema trabajaba con una eficiencia de 80.90 % en el tratamiento primario, en lagunas anaerobias de 62,45 % y en las lagunas facultativas de 49,15 % en 12 horas

Rojas (2006, 18) al referirse al tratamiento de vertido líquido de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti mediante el uso de humedales artificiales de flujo superficial, reportó que las lagunas aireadas de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti entraron en funcionamiento el 01 de enero de 1999 y tuvo capacidad para tratar hasta el año 2012 una cantidad de 59 166 m³ (685 l/seg), con una carga orgánica de 24 350 kg de DBO5/día.

El efluente es un canal abierto revestido con cemento de 800 m de longitud, parte del agua se utiliza para el riego de plantas de tallo alto, maíz, árboles frutales y caña de azúcar y el resto va hacia el mar en la zona norte de la ciudad de Víctor Larco Herrera. Concluyó que las aguas residuales de la planta de tratamiento necesitan un tratamiento adicional para garantizar su reuso en agricultura y los humedales artificiales de flujo superficial son adecuados para ese fin llegando hasta un 99.99 % de eficiencia.

Quipuzco (2004, 12) reportó que el Estado de Israel planificó y realizó esfuerzos intensivos de Investigación y Desarrollo a largo plazo para integrar las aguas servidas a los recursos hídricos del país. El objetivo primordial del tratamiento de aguas residuales en Israel no solamente tiene por fin proteger la salud pública, sino además se propone como objetivo la protección del

medio ambiente y el reuso de las aguas residuales en la agricultura. Las aguas residuales son a menudo vistas como un desecho, una molestia, un riesgo para la salud pública. El enfoque israelí sostiene que las aguas residuales constituyen un recurso, especialmente un recurso agrícola.

En el Perú, el agua residual tratada adecuadamente puede proveer una fuente de agua valiosa para usos no potables. La práctica combinada de sistemas de tratamiento de agua residual y una racional irrigación agrícola como es usada en Israel, significaría una estrategia económicamente posible para desarrollar una fuente de agua crucial para la agricultura peruana.

Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA 2010, 34) al referirse a la ecoeficiencia en el tratamiento de aguas residuales por parte de un gobierno Municipal. En el campo del tratamiento de las aguas residuales se plantean un conjunto de programas y planes de implementación, cuyo objetivo, enfocado en la ecoeficiencia, recae en la introducción y aplicación de buenas prácticas, aplicación de la reingeniería de procesos y el análisis del ciclo de vida del agua. La implementación de la ecoeficiencia se inicia con la mejora de los procesos, aplicando medidas de eficiencia energética, ahorro de agua, buena disposición de residuos sólidos y tóxicos, evitando arrojarlos al alcantarillado. Por otro lado, el análisis del ciclo de vida aplicado al caso del agua implica ver su origen, su uso como medio de transporte de material contaminante, su tratamiento y su reuso. En ese contexto resulta vital impulsar la recirculación del agua, dentro de procesos productivos.

En la selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, la ecoeficiencia busca integrar unidades que en conjunto permitan alcanzar los objetivos del tratamiento, pero basado en los siguientes criterios:

1. Menor área de terreno empleado.
2. Reducir el empleo de energía eléctrica.
3. Reducir el uso de químicos u otros insumos que
4. impliquen consumo de recursos y por lo tanto mayor costo.

5. Reducir la generación de lodos resultantes del proceso de tratamiento.
6. Promover la generación de biogás como subproducto del tratamiento.
7. Reuso de las aguas residuales tratadas.

3.2 BASE TEORICA

TEORÍA 1: EL AGUA COMO RECURSO

Brack y Mendiola (2004) mencionan que el agua es un recurso natural renovable que se regenera continuamente mediante el **ciclo del agua o ciclo hidrológico**.

Los mismos autores mencionan que el ciclo del agua es el resultado de la energía calorífica del Sol sobre el agua y constituye un proceso continuo de renovación y que el agua es un recurso indispensable para los seres vivos en términos generales y para los humanos en especial. Su importancia se atribuye a los siguientes aspectos:

- 1. Es fuente de vida**, sin ella no pueden vivir ni las plantas, ni los animales ni los seres humanos;
- 2. Es indispensable en la vida diaria, por los diversos usos tales como;** doméstico, industrial, agrícola, ganadero, en acuicultura, uso medicinal, deportivo y uso municipal en las ciudades para riego de parques y jardines.

Fair et al., (2001) al referirse al abastecimiento y evacuación de aguas de las comunidades mencionan que las ciudades reciben agua para muchos fines: 1) para usos potables y culinarios; 2) para lavado y baños; 3) para limpieza de ventanas, paredes y pisos; 4) para calefacción y acondicionamiento de

aire; 5) para riego de prados y jardines; 6) para riego y lavado de calles; 7) para llenado de piscinas y estanques de vadeo; 8) para exhibición en fuentes y cascadas; 9) para generar energía hidráulica y de vapor; 10) para emplearla en numerosos y variados procesos industriales; 11) para protección de la vida y la propiedad contra incendios y 12) para eliminar desechos caseros perjudiciales y potencialmente peligrosos (aguas negras) y aguas residuales industriales.

Este uso múltiple de las aguas naturales es el que obliga a establecer un control estricto de su calidad.

TEORÍA 2. PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

METCALFF & EDDY, INC. (1995) en Vásquez (2013, 6) mencionan que toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos (**aguas residuales**), es esencialmente el agua de la que se desprende la comunidad una vez ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el **agua residual** como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

Si se permite la acumulación y estancamiento de agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases mal olientes. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual bruta, de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el tracto intestinal humano o que pueden estar presentes en ciertos residuos

industriales. También suele contener nutrientes, que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas, y puede incluir también compuestos tóxicos. Es por todo ello que la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no sólo deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada.

En lo relacionado con el tratamiento de aguas residuales, mencionan que las aguas residuales recogidas en comunidades y municipios deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno. La compleja pregunta acerca de que los contaminantes contenidos en el agua residual –y a qué nivel- deben ser eliminados de cara a la protección del entorno, requiere una respuesta específica en cada caso concreto. Para ello, es preciso analizar las condiciones y necesidades locales en cada caso y aplicar tanto los conocimientos científicos como la experiencia previa de ingeniería, respetando la legislación y las normas reguladoras de la calidad del agua existentes.

Las Nuevas tendencias y aspectos problemáticos se orientan a varias áreas específicas del tratamiento de aguas residuales, entre las que se encuentran: (1) la naturaleza cambiante del agua residual que hay que tratar; (2) el problema de los residuos industriales; (3) el impacto de las aguas pluviales y las fuentes no localizadas de contaminación; (4) aliviado de colectores unitarios; (5) operaciones de tratamiento, procesos y conceptos; (6) problemática de la salud pública y el medio ambiente; (7) efectividad de los procesos de tratamiento y (8) pequeños sistemas de tratamiento y sistemas individuales.

La Naturaleza cambiante de las aguas residuales, muestran que el número de compuestos orgánicos que se ha conseguido sintetizar desde principios de siglo pasado, pasa hoy en día del medio millón, y aparecen unos 1 000

compuestos nuevos cada año. En la actualidad es de gran importancia para los sistemas de acopio y tratamiento de las aguas residuales la presencia en las mismas de compuestos orgánicos volátiles (COV) y compuestos orgánicos volátiles tóxicos (COVT).

En la actualidad, la mayoría de las operaciones y procesos unitarios empleados en el tratamiento de aguas residuales están siendo sometidos a una intensa y continua investigación, tanto desde el punto de vista de ejecución como de aplicación de los mismos.

Debido a la naturaleza cambiante de las aguas residuales se está intensificando el estudio de la tratabilidad de las aguas residuales, especialmente en relación con algunos compuestos específicos. Tales estudios son de especial importancia a la hora de proponer y desarrollar nuevos métodos de tratamiento. Por lo tanto, el ingeniero debe comprender las generalidades y metodología implícitas en: (1) la estimación de la tratabilidad de un agua residual (doméstica o industrial); (2) La realización de estudios en plantas piloto y laboratorios y (3) la transformación de datos experimentales en parámetros de proyecto.

Mc Ghee (1999) citado por Vásquez (2013, 14) menciona que los tratamientos de aguas residuales han sido clasificados en sistemas preliminares, primarios, secundarios y avanzados, división que, aunque para algunos es arbitraria, está bastante bien establecida. Los sistemas preliminares incluyen medición y regulación del caudal entrante y remoción de sólidos flotantes grandes, arena y calvez grasas. La calidad del agua residual no es sustancialmente mejorada por los sistemas primarios; más bien, la operación de los procesos subsiguientes es mejorada a través de la medición y el control del flujo y por la remoción de materiales que pueden interferir con el tratamiento mecánico, químico o biológico. Indica además

que los hoy denominados procesos de tratamiento primario, en la práctica actual, involucran un proceso de sedimentación simple, aunque en ocasiones se utilizan rejillas finas para el mismo propósito y se añaden químicos algunas veces para ayudar en la remoción de sólidos finamente divididos o coloidales o para precipitar fósforo.

Los sistemas de tratamiento secundario son proyectados para remover la materia orgánica soluble y coloidal que permanece después del tratamiento primario. Aunque la remoción de este material puede ser efectuada por medios fisicoquímicos, usualmente se entiende que el tratamiento secundario implica un proceso biológico. El tratamiento biológico consiste en la aplicación de un proceso natural controlado, en el cual los microorganismos remueven material orgánico soluble coloidal del residuo y, a su vez, ellos mismos son removidos.

TEORIA 3: BIOLOGÍA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

Rolim (2000) señala que en las lagunas de estabilización, la remoción de la materia orgánica (expresada como DBO_5) se realiza a través de procesos biológicos aerobios y anaerobios. Dependiendo del proceso predominante, las lagunas se clasifican en: aerobias (de maduración o de pulimento), anaerobias o facultativas.

En las lagunas anaerobias, la biodegradación de la materia orgánica la realizan las bacterias acetogénicas y metanogénicas. Las primeras convierten los compuestos orgánicos complejos de las aguas residuales en moléculas orgánicas más simples. Los carbohidratos, como celulosa y almidón, son convertidos en ácidos orgánicos, aldehídos y alcoholes; los lípidos (grasas y aceites), en glicerol y ácidos grasos que más adelante

serán convertidos en alcoholes, aldehídos y ácidos; las proteínas son degradadas hasta aminoácidos y éstos son transformados en ácidos orgánicos más simples, mercaptanos y dióxido de carbono. Los productos de la degradación ácida son el ácido acético (en mayor proporción), los ácidos propiónico y butírico, además de metanol, entre otros. El ácido acético es el sustrato para la acción de las bacterias metanogénicas que lo convierten en metano y dióxido de carbono. Las bacterias metanogénicas son muy sensibles a los cambios de temperatura y pH, así como al oxígeno molecular, pues son microorganismos estrictamente anaerobios. El éxito de las lagunas anaerobias depende del equilibrio entre las poblaciones bacterianas (las formadoras de ácidos orgánicos y las formadoras de metano). Para lograrlo, la temperatura debe ser superior a 15 °C y el pH debe variar apenas entre 6,8 y 7,4.

Las lagunas facultativas son llamadas así porque tienen una capa aerobia superficial, una zona facultativa intermedia y una capa anaerobia en el fondo. En este tipo de laguna los procesos de oxidación bacteriana convierten el material orgánico en dióxido de carbono, amonio y fosfatos. Las bacterias predominantes responsables de los procesos oxidativos son: ***Pseudomonas spp.***, ***Flavobacterium spp.***, y ***Alcaligenes spp.*** La existencia de nutrientes (NH_4^+ y PO_4^{3-}) proporcionan un ambiente favorable para que se desarrollen las poblaciones de algas y, a través de la fotosíntesis generan gran cantidad de oxígeno disuelto; el mismo que está disponible para que las bacterias aerobias continúen con la oxidación de la materia orgánica. En las lagunas facultativas existe una relación mutualista entre las algas y las bacterias; sin embargo, algunos géneros de algas son capaces de metabolizar directamente materia orgánica y, también, hacer fotosíntesis; este tipo de metabolismo restringido a algunos pocos microorganismos se denomina mixotrofia.

El oxígeno disuelto producido en las capas superiores de la laguna facultativa depende de la fotosíntesis y de la reaeración superficial a través de la interfase aire/agua, debido a la agitación mecánica de los vientos. La concentración de oxígeno disuelto varía con la actividad de las algas y está asociada con las condiciones climáticas locales.

3.3 DEFINICION DE TERMINOS

ABIOTICO

Que carece de vida, en el ecosistema son los componentes minerales y los factores climáticos.

ACIDEZ DE AGUA

Presencia de anhídrido carbónico libre, ácidos minerales y sales.

ACTORES SOCIALES

Personas que forman parte de una comunidad y desempeñan un rol específico.

ACUIFERO

Formación geológica de la corteza terrestre y la que se acumula aguas infiltradas de afluencia o de condensación.

AEROBIO

Organismos que necesitan oxígeno para vivir.

AGUA

Líquido inodoro e insípido.

AGUA BLANDA

Agua pura libre de sales de calcio y magnesio.

AGUAS CLARAS

Aguas de arroyos y ríos sin sedimentos ni colores.

AGUA CONTAMINADA

Agua que ha sido afectada en su calidad original por la incorporación de contaminantes.

AGUA DURA

Aguas que contienen calcio o magnesio disueltos y que no hacen espuma con el jabón.

AGUA POTABLE

Agua que puede beberse sin riesgos para la salud

AGUAS RESIDUALES URBANAS

Son las aguas residuales domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial.

AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Son las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

AIRE

Es la capa de la atmósfera en contacto con el suelo y la superficie de los océanos.

AIREACION

Acción que se ejecuta para aumentar el contenido de oxígeno disuelto en el agua.

AMBIENTE

Es el conjunto de elementos naturales y sociales que rodean a un organismo a las cuales este responde de una manera determinada.

AMBIENTE ABIOTICO

Son los elementos inanimados.

AMBIENTE BIOTICO

Es todo lo que tiene vida

BACTERIA

Término genérico que cubre el conjunto de organismos unicelulares.

BALDIO

Terreno despejado que no se labra.

BARRERA

Factor ecológico como hábitat inapropiado

BASURA

Deshecho solido generalmente de origen urbano.

BIOACUMULACION

Proceso en el cual organismos que viven en el medio que contiene una concentración relativamente baja de una sustancia química pueden llegar a acumular en sus tejidos dicha sustancia.

BIODEGRADABLE

Sustancia que se desintegra con relativa rapidez en compuestos simple por alguna forma de vida como las bacterias, hongos, etc.

BIODIVERSIDAD

Es la diversidad biológica.

BIODEGRABILIDAD DEL AGUA RESIDUAL

Es la relación entre la DBO₅ y la DQO. Deduciendo de este índice si el agua a depurar es de origen doméstico o industrial.

CALIDAD AMBIENTAL

Son los atributos materiales de un producto o un proceso que indican una contribución a la salud ecológica.

CALIDAD DE VIDA

Se refiere a la existencia de infraestructuras comunes que mejoran el medio o entorno habitable de los hombres

CALOR

Es la energía asociada con los átomos o partículas de un cuerpo.

CAMBIO CLIMATICO

Resultado de los cambios que se están generando debido a la acumulación en la atmosfera de gases causantes del efecto invernadero.

CAPACIDAD DE REGENERACION

Lo que posee un entorno para alcanzar un estado biológico más avanzado.

CATASTROFE AMBIENTAL

Todo evento natural o producido por la acción del hombre que por su gravedad y magnitud que pone en peligro la vida

CICLO DE CALIDAD

Modelo conceptual de las actividades o interrelaciones que influyen en las diferentes etapas desde la identificación hasta la evaluación.

CLIMA

Es el conjunto de los estados atmosféricos que dominan y alternan continuamente en una determinada localidad.

COLIFORME

Bacteria común en el intestino de los vertebrados, su presencia en las aguas con índices altos se toma como un indicador de contaminación.

COMPOST

Resultado del proceso de destrucción y consumo de almidones proteínas y grasas contenidos en la materia orgánica.

CONCIENCIA AMBIENTAL

Convicción de una persona u organización de que los recursos naturales deben protegerse.

DAÑO AMBIENTAL

Perdida causada al ambiente o cualquiera de los componentes naturales o culturales.

DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)

Concentración en masa de oxígeno (O₂) disuelto consumido bajo condiciones específicas (5 días a 20° C con o sin inhibición de la nitrificación) por oxidación biológica de la materia orgánica y/o inorgánica del agua. Unidades: mg/l.

DECANTACIÓN

Proceso mediante el cual se produce la separación de las materias en suspensión presentes en el agua, debido a que las aguas se tranquilizan y se posan los sólidos en el fondo del compartimiento, por medio de la influencia de la gravedad.

DEGENERACION

Alteración grave de las células de un tejido marcado por la desaparición de ciertas vías metabólicas.

DEGRADACION

Proceso bioquímico mediante el cual las moléculas orgánicas complejas se convierten en moléculas simples.

DBO (DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO)

Cantidad de oxígeno consumido durante un tiempo determinado a temperatura dada para descomponer por oxidación orgánica del agua.

DQO (Demanda Química de Oxígeno)

Es una medida compleja de la contaminación química del agua, basada en la determinación de los miligramos de oxígeno consumidos por litro de una muestra que se somete a un proceso de digestión y que se calienta a 150°C durante dos horas.

DEPURACIÓN BIOLÓGICA

El objetivo del proceso biológico es la eliminación, estabilización o transformación de la materia orgánica, presente en las aguas residuales como sólidos no sedimentables. Esta acción se logra por la acción de los microorganismos mediante dos acciones complementarias: metabólica y físico-química.

DESARROLLO SOSTENIBLE

Es un proceso dinámico de crecimiento económico y social sin afectar a los recursos naturales.

DESERTIFICACION

Degradación de tierras.

DETERIORO AMBIENTAL

Es el deterioro de uno o varios componentes del medio ambiente.

ECOLOGIA

Es la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos e inanimados.

ECOSISTEMA

Es el conjunto de factores bióticos y abióticos en una determinada área.

EFEECTO INVERNADERO

Fenómeno climático provocado por la acumulación de gases naturales y artificiales en la atmosfera.

EFLUENTE

Producto de procesos productivos (gases, líquidos o sólidos) que son descargados en el ambiente.

EMISION

Es la descarga de sustancias contaminantes en el aire.

EMULSIÓN

Mezcla íntima de aceite y agua, generalmente de una apariencia lechosa o nebulosa. Esta mezcla es de naturaleza química, no física. Los separadores de hidrocarburos están diseñados para realizar una separación física de los líquidos ligeros, aceites e hidrocarburos, que son arrastrados por las aguas pluviales o de limpieza. Las emulsiones estables no pueden ser separadas en los separadores de hidrocarburos.

EROSION

Perdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándole sin capacidad para sustentar la vida.

ESCORRENTIA

Escurrimiento del agua sobre el suelo cuando supera la capacidad de infiltración.

ESTABILIZACION

Método de tratamientos de residuos líquidos que limitan la solubilidad de los contaminantes.

FACTOR

Es cualquiera de los componentes del medio ambiente.

FAUNA

Conjunto de especies animales que habitan una zona o una región.

FLOCULACION

Tratamiento del agua residual en la aglutinación de materia en suspensión coloidal.

FLORA

Conjunto de plantas que habitan una zona o región.

GERMEN

Termino que se define en bacteriología, la espora de una bacteria o un hongo.

GESTION AMBIENTAL

Es el conjunto de actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente.

HABITAT

Espacio o área ecológicamente homogénea caracterizada por un sustrato material que constituye soporte físico para la vida.

IMPACTO AMBIENTAL

Es la repercusión de las modificaciones de los factores ambientales generado por las acciones antropomórficas.

INDICADOR

Es una señal que muestran una tendencia. Es una herramienta para simplificar, medir y comunicar información.

INFILTRACION

Es el proceso mediante el cual el agua penetra al subsuelo y gradualmente es conducido a capas más profundas.

INMISION

Es la presencia de contaminantes en el aire.

LIXIVIACION

Migración de líquidos en el suelo.

LODOS

Masa biológica producida durante el tratamiento del agua residual por el crecimiento de bacterias en suspensión y otros microorganismos bajo condiciones aeróbicas o anóxicas.

MATERIAL PARTICULADO

Es la emisión de partículas sólidas al aire.

MES

Las materias en suspensión (MES) son la concentración en masa de sólidos en un líquido determinado normalmente por filtración o centrifugación y posterior secado bajo condiciones definidas. Unidades: mg/l.

MICROORGANISMO

Termino que se aplica a los organismos animales y vegetales minúsculos.

MOLECULA

Combinación química de 2 o más átomos.

MONITOREO AMBIENTAL

Etapas de control sistemático del entorno ambiental.

OXIDACIÓN BIOLÓGICA

Proceso en el que se descompone la materia orgánica mediante la aportación de oxígeno y a la actividad de los microorganismos.

PRETRATAMIENTO

Etapas de tratamiento que comprende la eliminación de los sólidos gruesos, arena, grava o material flotante del agua residual.

SISTEMA COLECTOR

Sistema de alcantarillado diseñado para transportar tanto aguas residuales como de escorrentía superficial.

TRATAMIENTO ADECUADO

Es el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de depuración en virtud del cual se obtiene una calidad de vertido dentro de los parámetros establecidos por la Confederación Hidrográfica a la que pertenece.

TRATAMIENTO PRIMARIO

Es el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico y/o químico que incluye la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO5 de las aguas residuales se reduzca por lo

menos en un 20% antes del vertido y el total de sólidos en suspensión se reduzca por lo menos en un 50%.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Es el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluye un tratamiento biológico con sedimentación secundaria u otro proceso en el que se cumplen los requisitos siguientes:

1. • Reducción mínima en DBO₅: 70% - 90%, o bien que la concentración en DBO₅ a la salida del tratamiento sea de 25mg/L O₂.
2. • Reducción mínima en DQO: 75%, o bien que la concentración en DQO a la salida del tratamiento sea de 125mg/L O₂.
3. • Reducción mínima en MES: 90%, o bien que la concentración en MES a la salida del tratamiento sea de 35mg/l O₂.

TRATAMIENTO Terciario

Son los procesos adicionales de tratamiento que permiten una mayor purificación de la que se obtiene con la aplicación de los tratamientos primario y secundario. A menudo se puede integrar este tratamiento en el secundario dependiendo del tipo de eliminación que se quiera conseguir. Tipos de terciarios: eliminación de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo), lagunas de clarificación, desinfección (mediante UV, ozono, Cloro u otro tratamiento equivalente), filtración, etc.

CAPITULO IV:

ACCIONES Y FACTORES AMBIENTALES

4.1 ACCIONES

4.1.1 TRAZO Y REPLANTEO

Son las actividades concernientes a la etapa previa a la ejecución del proyecto, es decir, es la fase topográfica que indica por donde se va a ejecutar las redes de agua potable y alcantarillado.

4.1.2 TALA Y DESBROCE

Consiste en la eliminación de árboles y arbustos que se encuentran en las calles.

4.1.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Consiste en la excavación de zanjas para redes de agua potable y alcantarillado, lagunas de tratamiento de aguas residuales, pozo de captación de agua subterránea, cimentación de tanque elevado.

4.1.4 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE.

Consiste en la disposición final del material obtenido del corte de terreno, de las redes de agua potable, alcantarillado, laguna de tratamiento de aguas residuales, pozo tubular y tanque elevado a una zona descampada.

4.2 FACTORES AMBIENTALES

4.2.1 MEDIO FISICO

4.2.1.1 AIRE

4.2.1.1.1 MATERIAL PARTICULADO

Generado por el movimiento de tierras en las obras de las redes de agua potable y alcantarillado y laguna de tratamiento de aguas residuales.

4.2.1.1.2 RUIDO

Generado por las maquinas en las obras de las redes de agua potable y alcantarillado, pozo tubular y tanque elevado.

4.2.1.1.3 GASES

Generado por la operación de las maquinas en las obras de las redes de agua potable y alcantarillado, pozo tubular y tanque elevado.

4.2.1.1.4 OLORES

Generado por las máquinas y por la ruptura de la tubería de alcantarillado existente.

4.2.1.2 SUELO

4.2.1.2.1 CAMBIO DE USO DEL SUELO.

De suelo natural a las obras de las redes de agua potable y alcantarillado, laguna de tratamiento de aguas residuales, pozo tubular y tanque elevado.

4.2.1.2.2 CAMBIO DE PROPIEDADES DEL SUELO.

Al ejecutar las obras de las redes de agua potable y alcantarillado, laguna de tratamiento de aguas residuales pozo tubular y tanque elevado varían las propiedades mecánicas del suelo natural a suelo comprimido.

4.2.1.2.3 CONTAMINACION DIRECTA.

Esta generado por derrames fortuitos de combustible de las máquinas y por la ruptura de la red de alcantarillado existente.

4.2.1.2 AGUA

4.2.1.2.1 AGUA SUBTERRANEA

Sus propiedades pueden ser alteradas en la construcción del pozo tubular, tanque elevado y lagunas de oxidación.

4.2.2 MEDIO BIOLÓGICO

4.2.1 FLORA

4.2.1.1 HIERBAS

Que consiste en la eliminación de gras en algunas zonas de las calles de la ciudad.

4.2.1.2 ARBUSTOS

Eliminación de plantas de tallo mediano.

4.2.1.3 ARBOLES

Eliminación de plantas de tallo alto en ciertas zonas de las calles de la ciudad.

4.2.1 FAUNA

4.2.1.1 AVES

Desplazamiento del nicho del ave por la tala y desbroce.

4.2.1.2 INSECTOS

Desplazamiento de insectos por la tala y desbroce.

4.2.1.3 ARBOLES

Eliminación de plantas de tallo alto en ciertas zonas de las calles de la ciudad.

4.2.3 MEDIO SOCIOECONOMICO

4.2.3.1 PAISAJE

Debido a las actividades de desbroce, tala y movimiento de tierras se afecta al paisaje natural existente.

4.2.3.2 EFECTO BARRERA

Es la indisposición de cruce perpendicular a las obras por la población humana.

4.2.3.3 INTERRUPCION DE SERVICIOS

Debido a la construcción de las redes de agua potable y alcantarillado se afecta al tránsito, al agua potable y al alcantarillado.

4.2.3.4 GENERACION DE EMPLEO

La construcción de las obras de las redes de agua potable y alcantarillado, laguna de tratamiento de aguas residuales y tanque elevado proporciona el uso de mano de obra local.

4.2.3.5 SALUD Y SEGURIDAD

El movimiento de tierras de las obras de construcción de las redes de agua potable y alcantarillado genera material particulado que a su vez afecta la salud de la población y también la seguridad.

CAPITULO V: IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación de impactos ambientales se interrelacionan las acciones y los factores ambientales.

5.1.1 METODOS DE IDENTIFICACION

5.1.1.1 TIPOS DE IMPACTOS

5.1.1.1.1 IMPACTOS POR LA VARIACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL

- **POSITIVO.** Cuando produce un beneficio al medio ambiente.
- **NEGATIVO.** Se traduce en la pérdida de calidad de un factor ambiental.

5.1.1.1.2 POR SU INTENSIDAD O GRADO DE DESTRUCCION

- **IMPACTO NOTABLE.** Se manifiesta en una modificación del medio ambiente, recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento que produzca o pueda producir repercusiones apreciables de los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado.

- **IMPACTO MINIMO O BAJO.** Cuyo efecto es una destrucción mínima del factor considerado.

- **IMPACTO MEDIO.** Cuando el efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos están por debajo de los niveles anteriores.

5.1.1.1.3 POR SU EXTENSION (AREA DE INFLUENCIA DEL EFECTO)

- **PUNTUAL.** Efecto muy localizado.
- **PARCIAL.** Efecto que supone una incidencia apreciable en el medio ambiente.
- **EXTREMO.** Cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.
- **TOTAL.** Cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

5.1.1.1.4 POR EL MOMENTO EN QUE SE MANIFIESTA

- **IMPACTO LATENTE.** El efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo del inicio de la actividad que lo provoca como consecuencia de una aportación progresiva de agentes inicialmente inmersos en un umbral permitido:
 - Corto Plazo menor a 1 año.
 - Mediano plazo entre 1 y 5 años.
 - Largo plazo: mayor a 5 años.

- **IMPACTO INMEDIATO.** Cuando coincide el efecto con el inicio de la manifestación.
- **IMPACTO DE MOMENTO CRÍTICO.** Es el momento en el que tiene lugar una acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación.

5.1.1.1.5 POR SU PERSISTENCIA

- **TEMPORAL.** Cuyo efecto supone una alteración no permanente en el tiempo, puede ser:
 - Fugaz: menor a 1 año.
 - Temporal: 1-3 años.
 - Pertinaz: 4-10 años.
- **PERMANENTE.** Cuyo efecto supone una alteración del medio ambiente en forma indefinida en el medio ambiente.

5.1.1.1.6 POR SU CALIDAD DE RECUPERACION.

- **IRRECUPERABLE.** La alteración del medio es imposible de reparar.
- **RECUPERABLE.** La alteración puede eliminarse por la acción humana estableciendo oportunas medidas correctoras.
- **MITIGABLE.** Efecto en que la alteración puede paliarse de una manera ostensible mediante el establecimiento de medidas correctoras.

- **IMPACTO FUGAZ.** Cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa medidas correctivas.

5.1.1.1.7 POR LA RELACION CAUSA EFECTO.

- **DIRECTO.** Cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
- **INDIRECTO.** Cuyo efecto supone una incidencia respecto a la interdependencia en la relación acción factor.

5.1.1.1.8 POR LA INTERRELACION: ACCIONES-EFECTOS.

- **SIMPLE.** Cuyo efecto se manifiesta en un solo componente ambiental.
- **ACUMULATIVO.** Efecto que al prolongarse en el tiempo la acción, incrementa progresivamente su gravedad.
- **SINERGICO.** Efecto conjunto de la presencia de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales.

5.1.1.1.9 POR SU PERIODICIDAD

- **CONTINUO.** Su efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

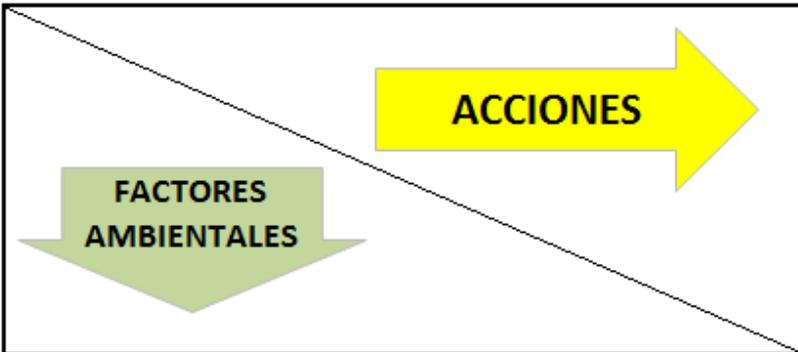
- **DISCONTINUO.** Su efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.
- **PERIODICO.** Su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente en el tiempo.

5.1.1.1.10 POR SU NECESIDAD DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS.

- **CRITICO.** Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable, es un impacto irrecuperable.
- **SEVERO.** Efecto en que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras para su recuperación.
- **MODERADO.** Efecto cuya recuperación no precisa de medidas correctoras.

5.1.1.2 MATRIZ DE IDENTIFICACION

TABLA N° 01. MATRIZ DE IDENTIFICACION

			TRAZO Y REPLANTEO	TALA Y DESBROCE	MOVIMIENTO DE TIERRAS	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
MEDIO FISICO	AIRE	MATERIAL PARTICULADO	X		X	X
		RUIDO			X	X
		GASES			X	X
		OLORES			X	X
	SUELO	CAMBIO DE USO			X	
		CAMBIO DE PROPIEDADES			X	
		CONTAMINACION DIRECTA			X	X
AGUA	AGUA SUBTERRANEA			X		
MEDIO BIOLOGICO	FLORA	HIERBAS		X	X	
		ARBUSTOS		X	X	
		ARBOLES		X	X	
	FAUNA	AVES		X	X	
		INSECTOS		X	X	
MEDIO SOCIOECONOMICO		PAISAJE		X	X	X
		EFEECTO BARRERA			X	X
		INTERRUPCION DE SERVICIOS	X	X	X	X
		GENERACION DE EMPLEO	X	X	X	X
		SALUD Y SEGURIDAD		X	X	X

5.2 EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento analítico cualitativo de los impactos generados por las acciones.

5.2.1 METODOS DE IDENTIFICACION

5.2.1.1 MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES

ALGORITMO DE IMPORTANCIA

$$I=3IN+2EX+MO+PE+RB+SI+AC+EF+PR+MC$$

IN=INTENSIDAD

EX=EXTENSION

MO=MOMENTO

PE=PERSISTENCIA

RB= REVERSIBILIDAD

SI=SINERGIA

AC=ACUMULACION

EF=EFEECTO

PR=PERIODICIDAD

MC=RECUPERABILIDAD

TABLA Nº 02: ALGORITMO DE IMPORTANCIA

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto Beneficioso	+	Baja	1
Impacto Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIJA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa (1997)

TABLA Nº 03. TABLA DEL INSTITUTO DE BATELLE-COLUMBUS

IMPACTOS AMBIENTALES							
Ecología	(240)	Contaminación ambiental	(402)	Aspectos estéticos	(153)	Aspectos de interés humanos	(205)
Especies y Poblaciones Terrestres (14) Pastizales y praderas (14) Cosechas (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves de caza continentales Acuáticas (14) Pesquerías comerciales (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves acuáticas (14) Pesca deportiva	140	Contaminación del agua (20) Pérdidas en las cuencas hidrográficas (25) DBO (31) Oxígeno disuelto (18) Coliformes fecales (22) Carbono inorgánico (25) Nitrogeno inorgánico (28) Fosfato inorgánico (16) Plaguicidas (18) pH (28) Variaciones de flujo de la corriente (28) Temperatura (25) Sólidos disueltos totales (14) Sustancias tóxicas (20) Turbidez	318	Suelo (6) Material geológico superficial (16) Relieve y caracteres topográficos (10) Extensión y alineaciones Aire (3) Olor y visibilidad (2) Sonidos Agua (10) Presencia de agua (16) Interfase agua-tierra (6) Olor y materiales flotantes (10) Área de la superficie de agua (10) Márgenes arboladas y vegetadas	32 5 52	Valores educacionales y científicos (13) Arqueológico (13) Ecológico (11) Geológico (11) Hidrológico Valores históricos (11) Arquitectura vestigios (11) Acontecimientos (11) Personales (11) Religiones y culturas (11) Frontera del oeste Culturas (14) Indios (7) Otros grupos étnicos (7) Grupos religiosos	48
Hábitats y comunidades Terrestres (12) Cadenas alimenticias (12) Uso del suelo (12) Especies raras y en peligro (14) Diversidad de especies Acuáticas (12) Cadenas alimenticias (12) Especies raras y en peligro (12) Características fluviales (14) Diversidad de especies	100	Contaminación atmosférica (5) Monóxido de carbono (5) Hidrocarburos (10) Óxidos de nitrógeno (12) Partículas sólidas (5) Oxidantes fotoquímicos (10) Óxidos de azufre (5) Otros Contaminación del suelo (14) Uso del suelo (14) Erosión Contaminación por ruido (4) Ruido	52 28 4	Biota (5) Animales domésticos (5) Animales salvajes (9) Diversidad de tipos de vegetación (5) Variedad dentro de los tipos de vegetación Objetos artesanales (10) Objetos artesanales Composición (15) Efectos de composición (15) Elementos singulares	24 10 30	Sensaciones (11) Admiración (11) Asilamiento, soledad (4) Misterio (11) Integración con la naturaleza Estilos de vida (patrones culturales) (13) Oportunidades de trabajo (13) Vivienda (11) Interacciones sociales	28 37

Fuente: Conesa (1997)

TABLA N° 04. HOJA DE CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA

$$I=3IN+2EX+MO+PE+RB+SI+AC+EF+PR+MC$$

FACTORES AMBIENTALES	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
MATERIAL PARTICULADO	-4	-2	-4	-2	-2	-1	-1	-4	-1	-2	-33
RUIDO	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-20
GASES	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
OLORES	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
CAMBIO DE USO	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
CAMBIO DE PROPIEDADES	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
CONTAMINACION DIRECTA	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
AGUA SUBTERRANEA	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
HIERBAS	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
ARBUSTOS	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-4	-1	-1	-25
ARBOLES	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-4	-1	-1	-25
AVES	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
INSECTOS	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17
PAISAJE	-4	-2	-4	-2	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-32
EFFECTO BARRERA	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-4	-1	-1	-25
INTERRUPCION DE SERVICIOS	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-4	-1	-1	-25
GENERACION DE EMPLEO	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	17
SALUD Y SEGURIDAD	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-17

TABLA Nº 05. MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

		FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES		UIP		TRAZO Y REPLANTEO	TALA Y DESBROCE	MOVIMIENTO DE TIERRAS	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	IMPORTANCIA ABSOLUTA IA	IMPORTANCIA RELATIVA		
													IR	%	
MEDIO FISICO	AIRE	MATERIAL PARTICULADO				12								4.47	10.87%
		RUIDO				4								0.90	2.20%
		GASES				5								1.05	2.54%
		OLORES				5								0.48	1.17%
		CAMBIO DE USO				14								1.34	3.27%
MEDIO BIOLÓGICO	SUELO	CAMBIO DE PROPIEDADES				14								1.34	3.27%
		CONTAMINACION DIRECTA				14								1.34	3.27%
		AGUA SUBTERRANEA				15								1.44	3.50%
MEDIO SOCIOECONOMICO	FLORA	HIERBAS				5	-20							1.61	3.91%
		ARBUSTOS				5	-25							2.12	5.15%
	FAUNA	ARBOLES				5	-25							2.12	5.15%
		AVES				5								0.48	1.17%
MEDIO SOCIOECONOMICO		INSECTOS				5								0.48	1.17%
		PAISAJE				15								5.42	13.18%
		EFFECTO BARRERA				15								4.83	11.73%
		INTERRUPCION DE SERVICIOS				15								5.00	12.15%
		GENERACION DE EMPLEO				13								2.50	6.07%
		SALUD Y SEGURIDAD				11								4.23	10.27%
							177								41.16

IMPORTANCIA ABSOLUTA (IA)		87	121	391	171
IMPORTANCIA RELATIVA		IR	3.03	5.72	12.11
		%	10.53%	19.87%	42.08%
					27.52%
					100.00%

CAPITULO VI: RESULTADOS

Realizada la evaluación de los impactos ambientales del mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe, de la ciudad de Chiclayo, mediante la matriz de importancia que hace uso del algoritmo de importancia y de la tabla de Batelle Columbus, se ha obtenido los siguientes resultados:

La acción más agresiva es el movimiento de tierras con 42.08% de importancia relativa (IR), seguido de la disposición de material excedente con 27.52% de IR.

El factor más frágil es el paisaje con 13.18% de IR seguido de la interrupción de servicios con 12.15% de IR.

CAPITULO VII: DISCUSION

El método de matriz de importancia que se ha utilizado en la evaluación de impactos ambientales del mejoramiento de servicios de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Mocupe es el más adecuado porque hace uso del algoritmo de importancia y de las unidades de importancia ponderada de la tabla de Batelle Collumbus.

Por la importancia que tiene el proyecto, se considera que es una obra que beneficiará a la población de la ciudad de Mocupe, esta obra permitirá cumplir con las normas que rigen este tipo de actividades. Al respecto el Ministerio del Ambiente (2008, 11) refiere que El Perú al igual que muchos países del mundo enfrenta retos en el manejo del agua potable y residual, debido a que el entorno ambiental cambia por el crecimiento de las poblaciones concentradas hacia grandes ciudades como Ica, Trujillo, Chiclayo, Iquitos, Huancayo, entre otros, siendo la causa principal la migración desde las zonas rurales a las ciudades; Desde la perspectiva de la Ley general de Municipalidades; El Ministerio de Salud, las Municipalidades provinciales y las Municipalidades Distritales son autoridades competentes sobre este tema.

Los impactos ambientales que se prevén ocurrirán durante las fases de construcción del proyecto ya explicitados en la parte de resultados, son compatibles con los criterios de evaluadores ambientales y consultores en distintas partes del Perú y Sudamérica.

CAPITULO VIII: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

8.1 Participación Ciudadana

La participación ciudadana en el proceso de la implementación de los proyectos es sumamente importante, para este caso, la población ha participado activamente solicitando la realización del proyecto en mención en su zona, además se prevé su participación en los talleres y encuestas a ser realizadas por la consultora durante el proceso de elaboración del Instrumento de Gestión Ambiental

El taller informativo se llevará a cabo en Mocupe y para el cual se utilizará el canal del municipio para hacer la convocatoria a las autoridades, personalidades y población en general, de igual manera se tiene previsto ejecutar encuestas de participación ciudadana, se realizaran entrevistas filmadas a las personas que accedan a las mismas, y por último se prevé una audiencia pública donde se sustentará el estudio de impacto ambiental.

8.2 Medidas de prevención, mitigación.

TABLA N° 06. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Etapa del proyecto	Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales			
	Impacto identificado	Actividad causante	Tipo de medida	Medida propuesta
Ejecución	Contaminación por incremento de Desechos sólidos orgánicos e inorgánicos y residuos líquidos.	Proceso constructivo	Prevención	Diseñar, construir, señalar y acondicionar lugares específicos de disposición de materiales de desecho.
			Mitigación	Elaborar procedimientos para un apropiado manejo de residuos sólidos
				Elaborar procedimientos para un apropiado manejo de residuos líquidos.
	Alteración del Ecosistema Suelo y su relieve	Movimiento de tierras y apertura de zanjas	Mitigación	Realizar el movimiento de tierras y apertura de zanjas estrictamente necesarias.
	Incremento de Material <u>Particulado</u>	Proceso constructivo	Mitigación	Riego <u>interdiario</u> del área de trabajo.
				Carga y descarga adecuada de material, agregados, previo humedecimiento
	Incremento de ruido	Proceso constructivo	Prevención	Prohibir el uso innecesario de las sirenas
			Mitigación	Evitar la congestión de maquinaria y vehículos
	Pérdida de Cobertura vegetal	Proceso constructivo	Prevención	Delimitar el área a ser utilizada
			Mitigación	Evitar el desbroce de áreas de terreno que no estén consideradas dentro del proyecto
		Eliminación incorrecta de RRSS	Prevención	Prohibir el arrojo de los desperdicios al suelo y cursos de agua
	Migración de aves	Proceso constructivo	Prevención	Prohibir la destrucción de nidos
			Prevención	Prohibir la caza de aves silvestres
			Prevención	Colocar cercos para evitar la caída de animales
Mitigación			Evitar ruidos innecesarios	

CAPITULO IX:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- El Mejoramiento de Agua Potable y alcantarillado de la Ciudad de Mocupe es ambientalmente viable.
- En la etapa de construcción, la acción más agresiva es el movimiento de tierras y el factor más frágil es el paisaje.

9.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar el regado de calles antes de la apertura de zanjas para el alcantarillado, para disminuir la emisión de material particulado.
- Colocar puentes provisionales para que atraviesen las calles los pobladores cada cuadra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRACK, A. y C. MENDIOLA. 2004. Ecología del Perú. 2ª.ed. Lima bruño-
- CANTER, L. 1999. Manual de evaluación de Impacto ambiental, Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill.
- CONESA, V. 1996. Guia metodológica para la evaluación del Impacto ambiental. 2ª. Ed. Madrid. Mundi-Prensa
- CONESA, V. 1997. Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa, Madrid. Mundi-Prensa
- CONESA, V. 2010. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 4a. Ed. Madrid. Mundi-Prensa.
- DE TORRES, D. 1999. Nuevo método para la valoración de impactos puntuales. **Revista de Medio Ambiente**. Revista 12 / Año 1999.
- FAIR, G., J. GEYER y D. OHUN. 2001. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales 1. Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Editorial
- MILLER, T. 1994. Tratado de Ecología. México. Interamericana
- SEOANEZ, M. 1996. el gran diccionario del medio ambiente y de la contaminación, Madrid. Mundi Prensa.
- VÁSQUEZ, A. 2005. Impactos de la Industria Pesquera en el sistema marino litoral de Puerto Malabrigo. Tesis Doctor en Medio Ambiente. Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Trujillo. Mimeo vs. pgs.
- FAIR, G., J. GEYER y D. OHUN. 2001. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales 1. Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Editorial Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega Editores. México p:11-15, 21-25, 63-66

- GIL-RODRÍGUEZ MANUEL 1998. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DE EFLUENTES CON PRODUCTOS XENOBIÓTICOS Vol. 5 • Nº 4 • diciembre 1998 p. 47
- McGHEE, T. 1999. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental. Mc Graw Hill INTERAMERICANA S.A. SANTA FE de Bogota D.C. Colombia. p: 1-15, 431-483.
- MENDOZA, y M. MILLONES. 2000. Aguas Residuales de Lambayeque, Ciudad, Tesis Maestro en Ciencias, mención Ecología Conservación. EPG- UNPRG. Lambayeque, Mineo. vs. pgs.
- METCALFF, & EDDY, INC. 1995. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización. 3a ed. Mc-Graw Hill/ INTRAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U, Madrid. p: 1-13.

ANEXOS

1. PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01. Vista frontal del tanque elevado en construcción.



Fotografía 02. Vista caseta de almacén planta de tratamiento.



Fotografía 03. Vista de la construcción de la planta de tratamiento primario.



Fotografía 04. Vista de la construcción de planta de tratamiento secundario.



Fotografía 05. Vista de la construcción de la planta de tratamiento terciario.

2. PLANO DE UBICACION

