

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

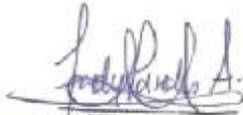


ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**OPERACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE
OXIDACION EN EL DISTRITO DE CHILCA-2017**

PRESENTADO POR:



FREDY ROMAN
PAREDES AGUIRRE
INGENIERO QUIMICO
CIP Nº 95123

MONCADA CUEVA PAUL ENRIQUE

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

M(o) PAREDES AGUIRRE FREDY ROMAN

HUACHO - 2021

**OPERACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE
OXIDACION EN EL DISTRITO DE CHILCA-2017**

MONCADA CUEVA PAUL ENRIQUE

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: M(°) PAREDES AGUIRRE FREDY ROMAN

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
HUACHO
2021**

DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño para mi amada familia por su apoyo moral.

Paul Enrique Moncada Cueva

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a Dios que siempre guía mi camino a mi esposa e hija por su paciencia y cariño a toda mi familia que siempre confió en mi a los directivos, docentes y personal administrativo de la escuela de Posgrado por sus orientaciones.

Paul Enrique Moncada Cueva

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO.....	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	4
1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	4
1.5 DELIMITACION DEL ESTUDIO	5
1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO	6

2.1 ANTECEDENTES RELACIONADOS A LA INVESTIGACION.....	6
2.1.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	6
2.1.2 INVESTIGACIONES NACIONALES	11
2.2 BASES TEORICAS	12
2.3 BASES FILOSOFICAS	49
2.4 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	51
2.5 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION	55
2.5.1 HIPOTESIS GENERAL	55
2.5.2 HIPOTESIS ESPECIFICA	55
2.6 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	55
CAPITULO III	57
METODOLOGIA.....	57
3.1 DISEÑO METODOLOGICO	57
3.2 POBLACION Y MUESTRA	57
3.2.1 POBLACION.....	57
3.2.2 MUESTRA.....	58
3.3 TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.....	58
3.4 Técnicas para el procesamiento de la informacion.....	59
CAPITULO IV	60
RESULTADOS	60
4.1 ANALISIS DE RESULTADOS.....	60
CAPITULO V.....	65
DISCUSION DE RESULTADOS.....	65
CAPITULO VI	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66

6.1 CONCLUSIONES	66
5.2 RECOMENDACIONES	66
CAPITULO VII.....	68
FUENTES BIBLIOGRAFICAS.....	68
7.1 Bibliografía.....	68
ANEXOS	72
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	71
Matriz de identificación de impacto ambiental (Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental HIDRÁULICO modalidad particular SEMARNAT 2002)	72
Matriz de evaluación de impacto ambiental (Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental.....	73
EVALUACIÓN EXPERTA DE INDICADORES AMBIENTALES	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalizacion de Variables.....	56
Tabla 2 Resultados del muestreo del agua residual al ingreso a la laguna de oxidación	60
Tabla 3 Resultados del muestreo del agua residual a la salida de la laguna de oxidación	60
Tabla 4 Promedio mensual de la temperatura en las aguas residuales de la laguna de oxidación en el año 2017.....	61
Tabla 5 DBO5 promedio de las aguas residuales en la entrada y en la salida de la Laguna de oxidación.	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Temperatura promedio de las aguas residuales de la laguna de oxidación.....	62
Figura 2 DBO5 xpromedio de las aguas residuales en la entrada y en la salida de la laguna de oxidación	64

RESUMEN

En el desarrollo de la presente investigación se ha determinado como objetivo efectuar la comparación de los parámetros de diseños originales con el comportamiento actual de la laguna de oxidación en la ciudad de Chilca durante el año 2017.

En ese sentido podemos manifestar que los impactos ambientales no son relevantes los cuales se presentan a través de la emanación de partículas de tierra, ruidos, residuos sólidos acumulados, derrames de aceites, grasas, injerencia en el tránsito vehicular, peatonal e incluso algunos accidentes laborales, que serán aplacados a través del humedecimiento del suelo con máquinas específicas, botaderos en sitios específicos y acordes, etc.

Es bien sabido que las aguas residuales cobijan microorganismos que ocasionan diversas patologías. Por ello la trascendencia radica en que, a pesar de efectuar el análisis pormenorizado de los impactos vinculados con la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, como es el caso de la laguna de oxidación en la ciudad de Chilca con una población de 2 600 habitantes, suele presentarse casos poco favorables en la práctica.

Los impactos negativos más importantes de una laguna de oxidación son la presencia de malos olores y de mosquitos. Comúnmente se hayan vinculados a problemas de operación o falta de mantenimiento de las instalaciones de tratamiento y de la infraestructura de riego. Por lo tanto, se requiere un programa regular de control e inspección y de medidas para mitigar estos impactos negativos

Palabras clave: OPERACIÓN - IMPACTO AMBIENTAL

ABSTRACT

In the development of this research, the objective of comparing the original design parameters with the current behavior of the oxidation lagoon in the city of Chilca during the year 2017 has been determined.

In this sense, we can state that the environmental impacts are not relevant, which are presented through the emanation of dirt particles, noise, accumulated solid waste, oil spills, grease, interference in vehicular and pedestrian traffic and even some work accidents. , which will be leveled through moistening the soil with specific machines, dumps in specific and chord sites, etc.

It is well known that wastewater harbors microorganisms that cause various pathologies. Therefore, the importance lies in the fact that, despite carrying out a detailed analysis of the impacts related to the construction of a wastewater treatment system, as is the case of the oxidation lagoon in the city of Chilca with a population of 2 600 inhabitants, there are usually unfavorable cases in practice.

The most important negative impacts of an oxidation pond are the presence of bad odors and mosquitoes. Commonly they have been linked to problems of operation or lack of maintenance of treatment facilities and irrigation infrastructure. Therefore, a regular control and inspection program and measures are required to mitigate these negative impacts.

Keywords: OPERATION - ENVIRONMENTAL IMPACT

INTRODUCCIÓN

Las variedades de acciones en el ámbito laboral efectuadas por los seres humanos ocasionan variaciones en cuanto a los recursos hídricos, llegando a acrecentar altos grados de contaminación, ocasionando que el agua no pueda ser consumida por las personas.

En ese sentido se debe proceder a diversos tratamientos que cumplan los protocolos sanitarios efectivos, de tal manera que dicha agua esté libre de microbios y de sustancias que dañen la salud.

La falta de cultura sanitaria debido al consumo del agua para uso doméstico origina las aguas servidas ocasionadas por las personas. De igual forma las actividades industriales que muchas veces no cumplen las reglas sanitarias hacen que sus residuos contaminen el agua con materiales orgánicos, que hacen que las aguas se tornen oscuras en los sistemas de alcantarillado que muchas veces se dirigen hacia el mar, ríos o lagos,

El caso de las aguas servidas es un problema social que daña el medio ambiente por lo cual es imprescindible generar la creación de sistemas de depuración que no implique mucho costo y que sea muy efectivo en bien de la población en general.

Para mejor entendimiento esta investigación ha sido dividida en cinco capítulos en los cuales se explica claramente el tema investigado, siguiendo el protocolo establecido por la Escuela de Posgrado y empleando las normas APPA requeridas con sus citas y referencias correspondientes.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las múltiples actividades generadas por el hombre han provocado una modificación de las características de los recursos hídricos, alcanzando niveles de contaminación que hacen el agua no apta para consumo humano, por esta razón los procesos para tratar el agua son cada vez más complejos. El agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas o nocivas para la salud, y cumplir con las normas bacteriológicas y fisicoquímicas establecidas. El agua es un recurso valioso y escaso, por lo tanto, la población debe utilizarla de forma racional Chulluncuy, N., (2011)

La utilización del agua, en usos domésticos genera aguas servidas que contiene los residuos propios de la actividad humana. Entre estos residuos está la materia que consume o demanda oxígeno por oxidación de ésta como: la materia fecal, restos de alimentos, aceites y grasas otra parte son detergentes, sales, sedimentos, material orgánico no biodegradable y también microorganismos patógenos. La materia orgánica biodegradable y algunas sales inorgánicas son nutrientes para los microorganismos. Estas aguas servidas se denominan también aguas negras o residuales y, como es sabido, se vierten en los sistemas de alcantarillado que las conducen, en la inmensa mayoría de los casos, a los cuerpos de agua, como mar, lagos y ríos, produciendo por lo tanto la contaminación de estas aguas naturales, o lo que es peor a pequeños arroyos que atraviesan barrios y

poblaciones poniendo en riesgo la salud de las personas que habitan estos sectores Martínez, (2007).

Debido a la situación económica de nuestros pueblos y teniendo en cuenta que las aguas servidas no tratadas se han convertido en un problema para la sociedad y el medio ambiente en general, se hace necesario la implementación de sistemas de depuración que resulten a un bajo costo de instalación y operación y que además funcionen de manera eficiente para el medio ambiente.

El agua ha sido uno de los principales factores medioambientales más afectados por la acción del hombre. En la actualidad, nadie duda que es imprescindible iniciar unas acciones urgentes para remediar tanto los problemas de abastecimiento como los de contaminación producidos en los sistemas continentales y marinos.

En éste proceso, es indispensable la actuación de un profesional calificado que, con una base medioambiental, conozca los problemas actuales de gestión integral del agua y cuente, a la vez, con conocimientos de las diferentes tecnologías de depuración y control existentes, con el fin de tener una visión amplia, objetiva y funcional para poder abordar el conjunto de las posibles soluciones y disminuir los niveles de consumo, uso y contaminación.

Dentro de este contexto de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domesticas encontramos el sistema de lagunas como una alternativa que podría aportar muchas ventajas a nuestras pequeñas poblaciones, donde el factor agravante es la

disponibilidad de recursos para la inversión en infraestructuras que requieren las plantas de tratamientos.

.La laguna en mención comprende las obras civiles, equipos y sistemas necesarios para llevar a cabo el tratamiento preliminar y primario en la planta de tratamiento de aguas residuales, es decir, las rejas, los desarenadores con los equipos asociados para la limpieza y disposición de la arena, el ingreso del agua residual sin tratar, los tanques de sedimentación primaria; luego de la sedimentación por rebose se va a desembocar al mar, con un color de agua ligeramente rosada y a la vez se encuentra que está generando malos olores, proliferación de moscas y consecuentemente hay aves marinas en el entorno.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el impacto ambiental que genera la operación de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017?

1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO

a) ¿Cuáles son los parámetros de diseño originales con el comportamiento actual de la laguna de oxidación en la ciudad de Chilca, 2017?

b) ¿Cuáles son los factores ambientales que favorecen la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación en la ciudad de Chilca, 2017?

- c) ¿Cómo analizar por medio de matrices la identificación de impactos y calificación de los mismos en la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto ambiental que genera la operación de la laguna de oxidación en la ciudad de Chilca, 2017

1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS

- a) Comparar los parámetros de diseños originales con el comportamiento actual de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017.

- b) Evaluar los factores ambientales que favorecen la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017

- c) Analizar por medio de matrices la identificación de impactos y calificación de los mismos en la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca 2017

1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

El estudio se propone conocer el impacto ambiental que se está generando en el ámbito de la ciudad de Chilca, distrito de Chilca, provincia de Cañete, Región Lima Provincia, ubicado a 62 km de la Carretera Sur, que cuenta con 2 lagunas de oxidación de tratamiento de aguas servidas, sobre la base de análisis que permitan identificar los diversos factores

que afectan al medio ambiente en el ecosistema, en el que se encuentran inmersos todos los seres vivos, además de conocer su calidad de agua residual que al desfogar al mar se ajuste a las normas mínimas. En el estudio se identificarán también todas las áreas susceptibles de impactos y riesgos, considerando que las zonas se encuentran actualmente intervenidas, y disponen de algunos servicios como: vías de acceso, condiciones de bioseguridad de los trabajadores y diseños adecuados. Los componentes bióticos y abióticos, así como el medio socioeconómico y cultural

1.5 DELIMITACION DEL ESTUDIO

La investigación se enmarca en determinar los cambios, alteración, o modificación en el ambiente, sea este positivo o negativo, respecto a las causas y efectos que genera la laguna de oxidación de la Ciudad de Chilca, ubicado a 62 km de la carretera sur y pertenece al distrito de Chilca, provincia de Cañete y Región Lima Provincias

1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO

La investigación se trata de recopilar información relevante y de realizar análisis en los diversos puntos de observaciones, para tal efecto se recurrirá al gobierno local, Gobierno Regional, universidades y pobladores

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES RELACIONADOS A LA INVESTIGACION

La importancia del recurso agua dulce, para distinguirla de las aguas saladas y salobres, oceánicas y estatutarias, radica en ser componente esencial de la hidrosfera terrestre y un aparte indispensable de todos los ecosistemas terrestres. En el aspecto ambiental, lo sobresaliente de este recurso es el ciclo hidrológico, incluidos los períodos de inundaciones y sequías. Por otra parte, el cambio climático global y la contaminación atmosférica también pueden tener un impacto en los recursos de agua dulce y su disponibilidad. Finalmente, el crecimiento del nivel del mar podría ser una amenaza para las áreas costeras y los ecosistemas de las islas pequeñas” CONESA, 1993, p. 271)

2.1.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES

Ruiz, A. (2011) en su tesis para optar el grado de magister titulada “Puesta en marcha de un cultivo de microalgas para la eliminación de nutrientes de un agua residual urbana previamente tratada anaeróbicamente” Universidad Politécnica de Valencia, España. Tuvo como objetivo principal evaluar el cultivo de algas autóctonas en condiciones controladas de luz, temperatura y nutrientes, pero teniendo como aporte de nutrientes a las aguas finales de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas; llegando a la siguiente conclusión:

Si es factible cultivar microalgas con aguas provenientes de un sistema de tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas, desarrollándose y aumentando

su biomasa de forma satisfactoria; eliminando los fosfatos, nitratos y nitrógeno amoniacal, los cuales son tomados como nutrientes para su desarrollo Ruiz, A. (2011).

Antecedentes de contaminación, escasez y legislación del agua, en países de América Latina

En la región Latinoamericana puede encontrarse variados ejemplos sobre la legislación en materia de recursos hídricos. Uno de ellos es el de Chile, específicamente en la región del norte, en donde se ha pronosticado el agotamiento de los recursos de aguas a corto plazo, lo que obligará a desarrollar y obtener recursos en forma no tradicional. Ejemplo de estas vías será el recurrir al uso de agua de mar en servicios sanitarios a la desalación de las aguas para cubrir el abastecimiento de agua potable.

Arce, (2013) sostiene Desde el siglo pasado se ha legislado y se han fijado normas relativas a la concesión del derecho de aprovechamiento y control de su uso. Esta legislación se ha ido complementando y mejorando para adecuarla a las necesidades y técnicas modernas impuestas por el desarrollo. Es por esto que Chile cuenta también con la institucionalidad necesaria para el manejo y control de uso de los recursos hídricos

Por otra parte, en Colombia el gran problema de la contaminación se percibe en los diversos ríos del País principalmente en aquellos que se encuentran cercanos de los centros urbanos como en Bogotá, Medellín, Cali y Magdalena, en Barranquilla

y Girardot. La contaminación prácticamente acabó con la vida animal en esos ríos, donde existía pesca hace unos 30 años. Se estima que salvar el río Bogotá costaría en el año 1977 no menos al equivalente de unos 60 millones de dólares. Cabe destacar que en Colombia antes de 1974 la legislación comprendía un monopolio casi absoluto de los ribereños en el uso de las aguas. Con la aparición del Código de Recursos Naturales, Colombia se acercó más al sistema de disposición administrativa de aguas, el cual era racional y se ajustaba mejor a la situación del país

Por último, pero no menos importante, en Venezuela se encontraba a la administración preocupada por el ambiente y los recursos naturales manifestándolo en la promulgación de la Ley Orgánica del Ambiente de 1976, así como en un conjunto de decretos complementarios. Por otra parte para el aprovechamiento de la política nacional hidráulica el país contaba con tres instrumentos: el Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, la Ley de Aguas y la Estructura Institucional; además se preveía la creación de un Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, mismo que actuaría como autoridad única necesaria para el aprovechamiento racional de las aguas.

En diversas zonas de Venezuela se presenta el problema de la contaminación del agua. El organismo encargado de todo en cuanto se refiere al ambiente en Venezuela es el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR).

Las causas de contaminación de agua más frecuentes en el País son: la descarga de los desechos industriales y domésticos en ríos, lagos y mares, el uso de plaguicidas,

fertilizantes, herbicidas y otros productos químicos en las actividades agropecuarias, derrames de petróleo, el uso del agua como refrigerante de turbinas termoeléctricas, pues los cambios de temperatura impiden el desarrollo de la fauna y flora acuáticas.

De acuerdo con el documento en línea Problemas Ambientales en Venezuela, una de las principales causas de contaminación es el aumento constante de aguas servidas de procedencia doméstica, en las que hay exceso de restos orgánicos, cantidades ingentes de detergentes y otros residuales que transforman el equilibrio de las aguas, generando en ella contaminación que se agrava con la presencia de microorganismos. Todas estas circunstancias causan graves daños a los cuerpos de agua.

Los estudios realizados por el ente encargado del mantenimiento y saneamiento ambiental ha determinado que las regiones y zonas con mayor contaminación de agua son las siguientes: los ríos Guaire y Tuy, el Lago de Valencia y sus ríos tributarios; los valles de los ríos Tocuyo y Aroa, los ríos Unare, Neverí, Manzanares, Guarapiche y sus afluentes, el Lago de Maracaibo y las aguas costeras de sur-este del Golfo de Venezuela; en este último caso ocurre como producto de derrames de petróleo, caída de desechos industriales y petroquímicos.

De estas zonas y regiones más afectadas por el problema de la contaminación se destacan las siguientes, según lo indica el documento La Contaminación del Medio Ambiente:

La Región Capital: la contaminación que sufre esta región se debe primordialmente a las actividades económicas que produce la contaminación, donde se encuentran las fábricas de productos químicos que emiten humo o gases contaminantes hacia la atmósfera, así como desechos tóxicos hacia los cuerpos de agua. Las cochineras, las polleras y los mataderos que lanzan gran cantidad de desperdicios orgánicos en los cuerpos de agua, adicionalmente se agrega la contaminación de playas por actividades turísticas, debido a la desembocadura de cloacas de hoteles y servicios turísticos hacia el mar.

Lago de Maracaibo: el desarrollo de actividades económicas en el propio lago o en sus alrededores ha ocasionado una fuerte contaminación en al mismo, lo que ha repercutido negativamente en el uso de dichos recursos como fuente de recreación, eliminación de flora y fauna y excesivo crecimiento de factores epidémicos. Dentro de las fuentes de contaminación están: la actividad petrolera que produce mortandad de peces y aves y destruyen parte de la flora; las cochineras, polleras y mataderos que botan sus desperdicios en el Lago son una fuente permanente de contaminación. El Complejo Petroquímico el Tablazo también arroja considerables cantidades de compuestos nitrogenados, de mercurio y fenol, lo que viene a agregar otros elementos de contaminación a las aguas de este lago.

Lago de Valencia: es uno de los casos más dramáticos de contaminación; el Lago de Valencia está enclavado en una cuenca endorreica y los desechos que se depositan en él no tienen posibilidad de ser evacuados a otra parte o de circular hacia otros lugares. De esta forma se ha venido produciendo una acumulación de tóxicos

contaminantes en el Lago de Valencia que ha llevado autoridades competentes a declarar dicho cuerpo de agua en estado de emergencia. Las poblaciones que se ha desarrollado alrededor del Lago, como son Valencia, Maracay, Guacara, San Joaquín, desembocan sus cloacas al referido lago, así mismo numerosas industrias textiles, metalúrgicas, químicas, procesadoras de alimentos, ensambladoras, son una fuente permanente de contaminación del mismo, debido a que vierten en él sus desperdicios. También se encuentra en su cuenca un gran número de cochineras, polleras y mataderos industriales.

La cantidad de tóxicos que se han vertido en el lago, en cuestión ha imposibilitado el uso de este importante cuerpo de agua para el consumo humano o para el consumo agropecuario. Es frecuente ver informaciones sobre los efectos ecológicos que genera la fuerte contaminación de que ha sido objeto el Lago de Valencia.

2.1.2 INVESTIGACIONES NACIONALES

Se tiene a Cano (2000), con el trabajo: Recuperación de aguas servidas domésticas mediante el proceso de lodos activados. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería. Alcanzando así el tratamiento de aguas residuales en el proceso de lodos activados mediante el proceso biológico de los microorganismos en laboratorio, y la evolución de los lodos en días, así alcanzado parámetros, control del proceso.

Asimismo, se tiene a Arce (2013), con Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales. Tesis para optar el Título de

Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, en que alcanza que en el Perú no se ha logrado solucionar el tema de la obstrucción del ciclo correcto de utilización del agua, debido a que el agua debe pasar por procesos de tratamiento después de ser empleada, para finalmente destinarla por efluentes adecuados hacia sus orígenes. En algunos lugares se han centrado solo en almacenar aguas residuales domésticas que producen no solo problemas de salud, sino también en el medio ambiente y una falta de control operacional por las entidades prestadoras de agua, donde se alcanza la situación real del Perú en el tema de saneamiento donde se plantean soluciones no solo tendrán como fondo principal el uso racional del agua sino brindar calidad de vida en urbanizaciones sostenibles a las personas.

También se cuenta con el trabajo de quién evalúa las Lagunas de San Juan de Miraflores fueron diseñadas en los años 60, para tratar los desagües provenientes de Ciudad de Dios y Pamplona del distrito de San Juan de Miraflores, con una capacidad promedio de 160 L/s, considerándose un área de tratamiento de 20 hectáreas.

2.2 BASES TEORICAS

AGUAS SERVIDAS

Cano, (2000) Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas *cloacales*.

Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo son negras por el color que habitualmente tienen, y *cloacales* porque son transportadas mediante cloacas (del latín *cloaca*, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas

residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

IMPORTANCIA SANITARIA

Canter (1998) Desde el punto de vista de la salud pública tienen una importancia relevante. Puesto que uno de sus contenidos importantes son las excretas humanas (fecales y orinas) no dejando a un lado las aguas provenientes de industria e instituciones que generan residuos orgánicos y patógenos, estas aguas pueden transportar numerosos microorganismos causantes de enfermedades.

Chulluncuy (2011) Los estudios microbiológicos revelan la presencia de bacterias, virus y parásitos humanos y de otros orígenes. Por tanto, si son descargadas a ríos u otras fuentes de agua para consumo humano pueden producirse epidemias graves. Así mismo, las aguas servidas pueden causar la morbilidad, alteración del equilibrio biótico y en última instancia la muerte de la fauna, especialmente peces, cuando son descargadas en fuentes de agua debido a que consumen oxígeno. También es peligrosa su descarga en las aguas marinas continentales puesto que pueden contaminar los mariscos, especialmente aquellos que se alimentan por filtración del agua, tales como choros (mejillones), almejas y la cadena trófica en general.

Chulluncuy-Camacho (2011) Es especialmente peligroso el uso de las aguas servidas para el cultivo de vegetales destinados al consumo humano, tales como hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen habitualmente crudas, de las cuales son ejemplo la lechuga, el berro, el repollo, el perejil, el cilantro, el apio y los cebollines.

Collado (1992) Los microorganismos aislados de aguas servidas, con importancia en salud pública, son: *Salmonella*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, virus de la hepatitis A, rotavirus, virus de la poliomielitis y enterovirus. Dentro de los parásitos se han aislado huevos de *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia*, *Taenia solium*, *Taenia saginata* y *Entamoeba hystolitica*.

COMPOSICIÓN

Eddy (1995) Las aguas servidas están formadas aproximadamente por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones.

Los Parámetros Principales que es necesario conocer de las aguas residuales urbanas, a efectos de la contaminación del recurso son los siguientes: (de acuerdo al RAS 2000, Título E)

- pH
- Temperatura
- Color
- Demanda Bioquímica de oxígeno
- Demanda Química de oxígeno
- Sólidos en suspensión y sólidos sedimentables
- Aceites y grasas
- Concentración de tóxicos metálicos
- Nitrógeno
- Fósforo
- Amoniaco
- Cloruros

TRATAMIENTO DEL AGUA SERVIDA

De acuerdo con el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM, el LMP es “la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente”. Los LMP definen la calidad del efluente de las PTAR cuando se vierte a un cuerpo natural de agua. Sin embargo, cuando la PTAR incluye emisario submarino, la norma OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones señala que estos valores no son aplicables. Los LMP son obligatorios para todas las PTAR sin distinción de tamaño, ni de nivel de tratamiento. Loose (2015)

Tabla 1: LMP de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua (MINAM, 2010)

Parámetro	Valor	Unidad
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO ₅)	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200
pH		6,5 – 8,5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Antes de tratar cualquier agua servida se debe conocer su composición. Esto es lo que se llama caracterización del agua. Permite conocer qué elementos químicos y biológicos están presentes y da la información necesaria para que los ingenieros expertos en tratamiento de aguas puedan diseñar un sistema apropiado al agua servida que se está produciendo.

Gomez (1999) Una Planta de tratamiento de Aguas Servidas debe tener como propósito eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente en forma segura. El proceso, además, debe ser optimizado de manera que la planta no produzca olores ofensivos hacia la comunidad en la cual está inserta. Una planta de aguas servidas bien operada debe eliminar al menos un 90% de la materia orgánica y de los microorganismos patógenos presentes en ella. (Tchobanoglous, 2000)

Etapas del tratamiento del agua servida

Gomez (1999) El proceso de tratamiento del agua servida se puede dividir en cuatro etapas: preliminar, primaria, secundaria y terciaria. Algunos autores llaman a las etapas preliminar y primaria unidas como etapa primaria.

Etapa preliminar – Pretratamiento.

Debe realizarse por medio de procesos físicos y/o mecánicos, como rejillas, desarenadores y trampas de grasa, dispuestos convencionalmente de modo que permitan la retención y remoción del material extraño presente en las aguas negras y que pueda interferir los procesos de tratamiento Orozco, A. (1989).

Debe cumplir dos funciones:

1. Medir y regular el caudal de agua que ingresa al sistema, con estructuras como canaletas parshal, vertederos, piezómetros, etc.
2. Extraer los sólidos flotantes grandes y la arena, a través de tamices o cribas.

En esta etapa se consigue remover los residuos sólidos que el agua servida contiene: palos, pañales, botellas plásticas, granos de maíz, etcétera, por lo que es necesario retirarlas para que el proceso pueda efectuarse normalmente. Las estructuras encargadas de esta función son las rejillas, tamices, trituradores (a veces), desgrasadores y desarenadores. En esta etapa también se puede realizar la preaireación, cuyas funciones son: a) Eliminar los compuestos volátiles presentes en el agua servida, que se caracterizan por ser malolientes, y b) Aumentar el contenido de oxígeno del agua, lo que ayuda a la disminución de la producción de malos olores en las etapas siguientes del proceso de tratamiento.

Etapa primaria

Quiroz (2009) Tiene como objetivo remover los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple. Para complementar este proceso se pueden agregar compuestos químicos con el objeto de precipitar el fósforo, los sólidos en suspensión muy finos o aquellos en estado de coloide.

Las estructuras encargadas de esta función son los estanques *de* sedimentación primarios o clarificadores primarios. Habitualmente están diseñados para remover aquellas partículas que tienen *tasas de* sedimentación de 0,3 a 0,7 mm/s. Asimismo, el *período de retención* es normalmente corto, 1 a 2 h. Con estos parámetros, la profundidad del estanque fluctúa entre 2 a 5 m.

En esta etapa se remueve por precipitación alrededor del 60 al 70% de los sólidos en suspensión. En la mayoría de las plantas existen varios estanques primarios y su forma puede ser circular, cuadrada a rectangular.

Etapa secundaria

Ruiz (2011) Tiene como objetivo remover los sólidos en solución y en estado coloidal mediante un proceso de naturaleza biológica seguido de sedimentación. Este proceso biológico es un proceso natural controlado en el cual participan los microorganismos presentes en el agua servida más los que se desarrollan en el estanque secundario. Estos microorganismos, principalmente bacterias, se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal

produciendo en su degradación en anhídrido carbónico y agua, originándose una biomasa bacteriana que precipita en el estanque secundario.

En este estanque el 33% de los sólidos se transforma en anhídrido carbónico y agua. El 66% restante, en flóculos bacterianos que sedimentan. El sedimento que se produce y que, como se dijo, está formado fundamentalmente por bacterias, se denomina lodo activado.

Los microorganismos de éste estanque pueden estar en suspensión en el agua, proceso biológico donde estos, responsables de la conversión de materia orgánica y otros compuestos en gas y materia celular están mantenidos en suspensión en el líquido (*procesos de crecimiento suspendido*), adheridos a un medio de suspensión, proceso biológico donde los microorganismos responsables de la conversión de materia orgánica y otros compuestos en gas y materia celular están adheridos a un medio inerte, como rocas o algunos empaques de cerámica y plástico (procesos de crecimiento adherido) ó distribuidos en un sistema mixto (procesos de crecimiento mixto).

Sanz (1991) Las estructuras usadas para el tratamiento secundario incluyen:

Filtros de arena intermitentes: son lechos profundos de arena disponibles para el tratamiento de aguas residuales que previamente han recibido pre-tratamiento lo que se busca es la eliminación de microorganismos y materia en suspensión contenidos en el agua.

Filtros percoladores: Estos filtros consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que los microorganismos se adhieren y mediante el cual se filtra el agua residual.

El tamaño de las piedras de que consta el medio filtrante este ente 2.5 – 10 cm de diámetro, la profundidad de estas varía de acuerdo al diseño particular generalmente de 0.9 – 2.4 m con un promedio de profundidad de 1.8 m.

Contactores biológicos rotatorios (BIODISCOS): el proceso consiste en una serie de discos plásticos que giran en torno a un eje horizontal, ubicado dentro de un recipiente

Los discos giran en forma lenta dentro del recipiente del agua residual con un 40 % de la superficie sumergida. Cuando la superficie del disco se encuentra en el aire, la biomasa adherida al mismo, toma el oxígeno necesario para que durante el periodo de inmersión, se produzcan la degradación de la materia orgánica presente en el agua residual. Collado, Ramón (1992)

Estanques de lodos activados: proceso de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores.

Lagunas de estabilización u oxidación: estanques construidos en tierra de profundidad reducida (menos de 5m), diseñado para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias ,protozoarios, etc.), y la materia orgánica del desecho. La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas (DBO, DQO, OD, SS, algas, nutrientes, coliformes etc.).

Sistemas de digestión de lodos: Estabilización por procesos biológicos, aerobios y anaerobios, de la materia orgánica de un lodo.

Etapas terciaria

Souza (1997) Tiene como objetivo remover algunos contaminantes específicos presentes en el agua servida tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en curso de agua favorece la eutroficación, es decir, un desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática la que agota el oxígeno, mata la fauna existente en el sector. Dentro del tratamiento de las aguas de desecho para la eliminarles los nutrientes están la precipitación, la sedimentación y la filtración.

No todas las plantas tienen esta etapa ya que dependerá de la composición del agua servida y el destino que se le dará.

SISTEMAS DE LAGUNAS:

TCHOBANOGLOUS (2000) El lagunaje es un sistema de tratamiento de agua residual. El almacenamiento de la misma en balsas o lagunas de una profundidad variable favorece la acción de microorganismos (bacterias, algas, protozoos, etc.) exclusivamente por acción natural, reduciendo la DBO sin aporte externo de energía. En fechas más recientes se suministra aire por procedimientos mecánicos a algunos tipos de lagunas, son las llamadas lagunas aireadas que en realidad constituyen un cultivo biológico en suspensión similar al de fangos activos, quedando algo distanciados de los sistemas naturales de aireación.

TIPOS DE LAGUNAS

Según las reacciones

- Biológicas
- Anaerobias
- Facultativas
- Aerobias

Según el grado de tratamiento

- Primarias
- Secundarias
- Terciarias o de maduración

Según el método de aireación

- Anaerobias
- Aerobias
- Aireadas

Según las condiciones

- Con flujo controlado
- Con flujo continuo

Lagunas Anaerobias

Son las que reciben el agua bruta y por lo tanto las de mayor carga orgánica. La mayor parte del agua se encuentra en condiciones anaerobias y son las bacterias (Streptococos fecales, Actinomiceto) las encargadas de actuar en la digestión del fango acumulado. El objeto de estas lagunas es retener la mayor carga orgánica posible.

Las lagunas anaeróbicas son lagunas con carga orgánica tan altas que no poseen zona aeróbica, excepto, posiblemente en su superficie. Típicamente son usadas como lagunas primarias para aguas residuales domésticas y municipales, así como para el tratamiento de aguas residuales industriales con DBO mayor de 1000mg/L.

La fase anaerobia se realiza en lagunas de más de tres metros de profundidad, dispuestas generalmente en paralelo para conseguir un tiempo de residencia que no supere los 4 ó 5 días y proporcionar un flujo continuo a la fase siguiente

En estas lagunas también se produce decantación e importantes procesos biológicos anaerobios, tanto en las aguas como en los lodos decantados. Debido a la existencia de procesos anaerobios, se aconseja disminuir al máximo el contacto del agua con el aire, reducir la superficie de las lagunas y aumentar la profundidad. La eficacia depurativa en estas lagunas mejora cuando se construyen los taludes sobresaliendo de la lámina de agua para que la protejan de los vientos. También ayuda al buen funcionamiento colocar las entradas alejadas de los taludes, hacia la mitad de la columna de agua y dirigidas desde abajo hacia

arriba, de modo que solamente ocasionen un flujo muy lento ascendente y se favorezca la formación de fango granular.

Debido a las altas cargas que soporta este tipo de unidades de tratamiento y a las eficiencias reducidas, se hace necesario el tratamiento posterior, generalmente por unidades de lagunas facultativas en serie, para alcanzar el grado de tratamiento requerido. Para este caso debe comprobarse que la laguna facultativa secundaria no tenga una carga orgánica por encima del límite, según lo establecido.

Es importante que las lagunas anaerobias estén aisladas porque contienen productos altamente tóxicos que pueden contaminar los suelos y acuíferos subterráneos. Por ello, los sistemas deben realizarse en lagunas construidas para este fin y bien impermeabilizadas, tanto el fondo como los taludes.

En las lagunas anaerobias se pueden generar malos olores debido a que la transformación no es completa y se desprenden productos intermedios de Sulfuro de Hidrógeno, ácidos orgánicos, mercaptanos, Escatol, etc. Pero si el funcionamiento es correcto, y se llegan a formar como productos finales dióxido de carbono y metano, los olores son prácticamente inapreciables. Las aguas en esta fase de depuración deben estar tranquilas, sin que los flujos de agua sean rápidos. Deben aparecer esporádicamente burbujas en la superficie, que corresponden al desprendimiento de metano. El color de las aguas debe ser gris, ocasionado por la formación de sulfuros metálicos y no se deben apreciar algas ni costras en la superficie.

Lagunas Facultativas

Tienen dos zonas diferenciadas y variables según la época del año. La zona superior es aerobia por estar en contacto con el aire. La inferior es anaerobia al estar en contacto con el fango y alejada de la superficie

En cuanto a la fase facultativa es muy importante en el proceso depurativo porque aumenta la calidad del agua que sale de la fase anterior y la clarifica, permitiendo que existan algas hasta una cierta profundidad. El agua residual se transforma intensamente mediante acciones anaerobias en el fondo y acciones aerobias en la superficie de las lagunas.

Las lagunas de esta fase tienen una profundidad aproximada de 1,5 m., generalmente se construyen en número par, con la extensión superficial adecuada para que el tiempo de residencia hidráulica esté próximo a los 30 días. El número de entradas, salidas e intercomunicaciones entre las lagunas debe ser múltiple para que se produzca mezcla total de las aguas.

El color de las aguas en estas lagunas, cuando el funcionamiento es correcto, debe ser verde intenso por la abundancia de algas *clorofíceas* de sus aguas. La actividad fotosintética realizada por estas algas proporciona un pH ligeramente alcalino, en torno a 8. También debido a la actividad fotosintética de las algas, en las aguas superficiales de las lagunas hay más de 2 mg/L. de oxígeno disuelto.

Nunca deben producirse olores en las lagunas facultativas porque los gases procedentes de las zonas profundas son oxidados en superficie y utilizados como nutrientes por los abundantes seres vivos que habitan sus aguas. Los *alginatos* desprendidos por las algas y la tranquilidad ambiental del agua proporcionan la precipitación de sólidos en suspensión y la clarificación del agua, que a su vez facilita que entre la luz solar hasta zonas más profundas.

Durante la fase facultativa se rebajan los nutrientes disueltos en las aguas entre 40 y 90%. Se estabiliza la materia orgánica putrescible, al convertirse en materia viva celular de algas y bacterias. Hay paso de sulfuros a sulfatos, debido a las condiciones oxigénicas sobre todo en la superficie. También son importantes en las lagunas facultativas las reacciones de óxido-reducción y las de nitrificación-desnitrificación. Las acciones biológicas que dan lugar a estas transformaciones son: fotosíntesis de las algas y el metabolismo heterótrofo, muy intenso, de las bacterias. Algas y bacterias se encuentran en simbiosis.

Lagunas de Maduración

Son las que trabajan con aportación natural de oxígeno, por acción del viento o por la fotosíntesis de las algas. También son denominadas de oxidación o maduración.

Son llamadas lagunas de oxidación (corto tiempo de retención) o de maduración (alto tiempo de maduración). Se mantienen las condiciones aerobias en todo su volumen al tener poca profundidad. El agua está en condiciones aerobias y recibe una menor carga orgánica

En las lagunas de oxidación-maduración el agua aumenta la calidad química y bioquímica, mediante la actuación de seres aerobios que forman complejas redes tróficas y consiguen la eliminación casi completa de nutrientes, de patógenos y la clarificación del agua.

El conjunto de las lagunas, generalmente más de dos, se suele disponer en serie, mientras que las de las fases anteriores suelen colocarse en paralelo. Sus superficies se calculan teniendo en cuenta que la profundidad de la columna de agua es aproximadamente de 0,6 m. y que el tiempo de residencia hidráulica debe estar en torno a 8 días.

Las entradas de agua pueden ser múltiples, mediante tubos agujereados que se llaman tubos flauta, dispuestos en el fondo de las lagunas. Los agujeros existentes a lo largo del tubo tienen la finalidad de mezclar y homogeneizar las aguas con mayor rapidez Souza, M (1997)

Lagunas Aireadas

Son aquellas a las que se les suministra oxígeno de forma forzada para aumentar el rendimiento. Pueden considerarse cultivos biológicos en Suspensión.

Es un estanque de 2 a 5m de profundidad, hecho para el tratamiento biológico de aguas residuales. En el sistema de tratamiento se usa un equipo de aireación mecánica con el objeto de suministrar oxígeno y mezcla. Una laguna aireada se diseña como laguna aeróbica, con suficiente introducción de potencia, para mantener todos los sólidos en suspensión, o facultativa o de mezcla incompleta, con un nivel de potencia apenas suficiente para crear la turbulencia requerida para la dispersión de oxígeno y permitir sedimentación de sólidos. Las lagunas aireadas facultativas son las más usadas porque producen un buen efluente, los niveles de potencia son inferiores, requieren control mínimo y la remoción de lodos es poco frecuente, cada 10 años o más. Las lagunas aireadas aeróbicas son más usadas para aguas residuales industriales de concentración alta.

Las lagunas aireadas surgieron, alrededor de 1957, como solución a los problemas de malos olores existentes en lagunas naturales de oxidación sobrecargadas excesivamente y para mejorar la calidad de los efluentes. Sin embargo, al agregar aireadores a lagunas de oxidación

natural, se incrementa la turbulencia y la turbiedad, desaparecen las algas y surgen condiciones muy diferentes a las de las lagunas naturales de oxidación de aguas residuales.

Lagunas con flujo controlado También llamadas semicontínuas. Se produce el llenado, y pasado cierto tiempo se procede a la descarga o vaciado. Suelen diseñarse para variaciones estacionales de caudal, o para apoyo a regadíos. Se suelen descargar entre 5 y 31 días y el tiempo de retención es de 120 a 180 días, 2 m de profundidad y 22 a 28 kg de DBO5/ha.

Lagunas con flujo continuo

La entrada y la salida de agua son continuas y con caudal muy similar.

Ventajas de los sistemas de lagunas:

- Procedimiento totalmente natural.
- Bajo impacto y gran integración en el medio natural.
- Bajos costos en energía instalada (salvo en las lagunas aireadas)
- Facilidad de explotación y de mantenimiento
- Tanto los caudales como las cargas pueden tener un amplísimo margen de fluctuación sin que el proceso se resienta.
- Personal poco especializado, dada la poca complejidad de las instalaciones.
- Gran estabilización en los fangos producidos, y producción baja que se retira en intervalos de tiempo muy separados (años)
- Elevada reducción de microorganismos patógenos (superior al 99.9% con buena operación)

- Pueden utilizarse en el tratamiento de aguas residuales industriales con elevada cantidad de materias biodegradables (lecheras, fábricas de conservas...)
- Admite gran variabilidad estacional por su facilidad para poner en marcha lagunas en reserva, o variando la profundidad con vertederos regulados.
- Pueden generarse biomasas (peces, plantas.) con ampliaciones posteriores

Desventajas

- Necesidad de grandes extensiones de terreno
- Desarrollo de mosquitos u otros insectos en sus proximidades
- Necesidad de un afinamiento final (filtrado) para evitar los altos contenidos de sólidos del efluente (algas...)
- Acumulación de materias vivas que pueden dar un mal aspecto al tratamiento.
- Exceso de nutrientes
- Pérdidas considerables de agua por evaporación (en climas cálidos o en verano donde hay estaciones)

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

Estudio orientado a predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social, y proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes y correctivas a los fines de verificar el cumplimiento de las

disposiciones ambientales contenidas en la normativa legal vigente en el país y determinar los parámetros ambientales que conforme a la misma deban establecerse para cada programa o proyecto, CONESA, Vicente (1993)

OBJETIVOS

Llevar a cabo un estudio del **impacto** sobre el Medio Ambiente ocasionará la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad definida como tal.

Predecir y evaluar las consecuencias de la ejecución de las actividades. Identificación de las acciones, factores implicados.

La magnitud de los impactos de las acciones sobre los factores.

Se pretende, así mismo que la identificación y evaluación de los impactos sirva para indicar las posibles medidas correctoras o minimizadoras de sus efectos (ya que resulta prácticamente imposible erradicar por completo un impacto negativo).

ESTRUCTURA GENERAL DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:

1. Análisis del proyecto y sus posibles alternativas.
2. Antecedentes del proyecto y las alternativas.

3. Partes del proyecto.
4. Definición del entorno del proyecto (inmediato-mediatO)
5. Previsiones de los efectos sobre los medios.
6. Identificación y definición de las acciones del proyecto.
7. Identificación y definición de los factores del medio impactados.
8. Cualificación y cuantificación
9. Predicción de las magnitudes posibles.
10. Medidas correctoras posibles.

MATRIZ DE VALORACION CUALITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL:

Matriz de impactos: La matriz de impactos, que es del tipo causa - efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuraran las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores medio ambientales susceptibles de recibir impactos.

Dicha matriz nos permitirá **identificar, prevenir y comunicar** los efectos del proyecto en el medio para posteriormente obtener una valoración de los mismos.

IDENTIFICACION DE LAS ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTO

Para la identificación de las acciones, se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que modifican el entorno social económico y cultural.

Una vez se ha caracterizado el área de estudio y conociendo cuáles son los componentes del medio más susceptibles de sufrir impactos, se procede a la identificación de los posibles impactos ambientales, tanto negativos como positivos, que se inducirán al medio como consecuencia de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para poder identificar el tipo de impactos que la ejecución del proyecto conllevará, es necesario conocer inicialmente, las características del proyecto. Luego se debe tener claro cuáles son las etapas y actividades del proyecto, más relevantes desde el punto de vista ambiental. Es decir, aquellas que producirían los mayores cambios o alteraciones sobre los componentes ambientales del área de influencia del proyecto.

También es necesario desagregar el medio ambiente, en sus componentes principales y en cada uno de los elementos que se verán afectados, Gomez, D (1999)⁵.

METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Para la identificación de los posibles impactos, se parte de una confrontación entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, mediante la aplicación de una matriz de interacción. Esta matriz resulta práctica porque permite visualizar cuáles son las actividades que mayor impacto causan y cuáles elementos del medio ambiente sufren mayores alteraciones.

El objetivo principal de este ejercicio es llamar la atención sobre aquellas acciones que requieren un especial análisis, al momento de plantear el Plan de Manejo Ambiental.

Toda Evaluación de Impacto Ambiental debe pasar unas fases o etapas que permiten darle cuerpo técnico y densidad científica al documento final. Además de cumplir con los objetivos considerados por la legislación y los propósitos legales y administrativos marco, se propone identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que la realización de un proyecto acarrearía sobre su entorno inmediato y mediato.

La mayoría de las metodologías consideradas se refieren a impactos ambientalmente específicos pero ninguna de ellas se encuentra desarrollada completamente, y es por la misma especificidad donde se encuentra la imposibilidad de generalizar una determinada metodología, determinando que las existentes son las idóneas para proyectos concretos.

La dificultad para obtener una metodología estándar o tipo son:

1. El cambio de factores afectados hace que el método cambie,
2. Solo podemos llegar a un tipo de método según la actividad,
3. Hay varios métodos para estudiar el impacto sobre un mismo factor y todos son válidos,
4. Los medios y proyectos son individuales y únicos.
5. La interdisciplinariedad que aportan a los Estudios de Impacto Ambiental y a las Evaluaciones de Impacto Ambiental ciencias y disciplinas tales como la Economía, Sociología y las Ciencias Sociales, y esta conjugación con las demás, la que hace de las Ciencias Ambientales la hermana mayor.

La metodología deberá ser elegida por los responsables y en caso de la interdisciplinariedad por parte del director del trabajo, y el primer paso después de decidir la metodología es definir el universo, en otras palabras, establecer el acotamiento espacial del ecosistemas o ecosistemas involucrados en el proceso, para posteriormente pasar a considerar los impactos generados por acciones, su magnitud y los factores afectados.

Hay que recordar que el método de los Estudios de Impacto Ambiental está definido por la ley en los términos de referencia, pero lo que estos no definen es la metodología para llegar a desarrollar este método y cumplir los términos de referencia.

METODOLOGÍAS MÁS USUALES

1. Sistemas de red y gráficos
 - a. Matrices de causa efecto (Leopold) y las listas de chequeo

- b. Bereano
 - c. Sonrensen
 - d. Guías metodológicas del MOPU
 - e. Banco Mundial
- 2. Sistemas cartográficos
 - a. Superposición de transparencias
 - b. McHarg
 - c. Tricart
 - d. Falque
- 3. Análisis de sistemas
 - 4. Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación
 - 5. Colmes
 - 6. Universidad de Georgia
 - 7. Hill Schechter
 - 8. Métodos cuantitativos
 - 9. Batelle – Columbus

MÉTODO BATELLE COLUMBUS:

EL Método permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos. Con este procedimiento se puede conseguir una planificación a medio y largo plazo de proyectos con el mínimo impacto ambiental posible.

La base metodológica es la definición de una lista de indicadores de impacto con setenta y ocho parámetros ambientales merecedores de considerarse por separado, que nos indican además la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas.

Los parámetros serán fácilmente medibles, estimándose por medidas o niveles, siendo los datos del medio, necesarios para obtener aquella estimación la cual, siempre que sea posible, se deducirán por mediciones reales.

MÉTODOS CARTOGRÁFICOS.

Se desarrollaron en el ámbito de la planificación territorial para la evaluación de los impactos ambientales de uso del territorio. También se les conoce como métodos de transparencias y gráficos. Básicamente consisten en la superposición -sobre un mapa del área de estudio, convenientemente subdividida- de transparencias dedicadas a un factor ambiental e identificadas con códigos (color, números, otros) que indican el grado de impacto previsible de cada subzona en caso de llevarse a cabo un proyecto o actividad. La gradación de tonos de color se utiliza para dar idea de la mayor o menor magnitud del impacto Sanz, (1991). Sin embargo sus resultados son limitados, principalmente por el número de impactos que pueden

ser analizados en una misma operación. El alto grado de versatilidad y desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG) permiten hoy día darle mayor aplicación a esta metodología.

Las técnicas cartográficas pueden ser buenas herramientas de comunicación, especialmente en estudios del medio físico son de gran utilidad en las reuniones con el público y en actividades para la difusión o aclaración de conceptos a éste en el proceso de planificación Esteban (1999).

MÉTODOS MATRICIALES.

Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales son básicamente de identificación. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la EIA. La modalidad más simple de estas matrices muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en la celda de cruce, describiéndose en términos de su magnitud e importancia (Canter, 1998). Uno de los métodos matriciales más conocido es el de la Matriz de Leopold, desarrollado en 1971 para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de América.

La Matriz de Leopold está constituida por 100 columnas en las que se representan las acciones del proyecto, y 88 filas relacionadas con factores ambientales, produciendo un

total de 8.800 posibles interacciones. Dada la dificultad de trabajar con tal número de interacciones, normalmente se hace con matrices reducidas para 100 o 150, de las cuales un máximo de 50 es significativo.

El principio básico del método consiste, inicialmente, en señalar todas las posibles interacciones entre las acciones y los factores, para luego establecer, en una escala que varía de 1 a 10, la Magnitud e Importancia de cada impacto identificando si éste es positivo o negativo.

Con respecto a la valoración de la Magnitud, ésta es relativamente objetiva o empírica puesto que se refiere al grado de alteración provocado por la acción sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la Importancia es subjetiva, ya que implica atribución de peso relativo al factor afectado en el ámbito del proyecto.

Valoración de los Impactos

Para la valoración de los impactos ambientales se seleccionó la metodología desarrollada por las Empresas Públicas de Medellín, la cual consiste en una valoración semicuantitativa donde se obtiene:

Calificación Ecológica (CE).

La Calificación ecológica (CE), o también llamada calificación ambiental califica numéricamente entre 0 y 10 el rango respectivo de la consecuencia del impacto sobre cada uno de los componentes ambientales del área del proyecto. Se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$CE = C x Pr[a (De x Ma) + b (Du)]$$

C = carácter del efecto: puede ser positivo o negativo.

Pr = Presencia o probabilidad de ocurrencia.

De = Desarrollo del efecto.

Ma = Magnitud.

Du = Duración

Los valores de **a** y **b** son valores adimensionales se obtienen subjetivamente teniendo en cuenta las características de la zona y del proyecto. Para **a** se tomó un valor de 70% y para **b** de 30%. El valor de **a** es mayor que el de **b** ya que **a** influye directamente sobre el desarrollo y la magnitud del efecto que son criterios de mayor importancia que la duración, la cual en la mayoría de los impactos es de carácter temporal.

Se determinan unos criterios de evaluación los cuales son: Carácter del efecto, presencia o probabilidad de ocurrencia, duración, desarrollo del efecto y magnitud relativa.

El carácter del efecto (C), es el sentido del impacto producido por una acción del proyecto. Indica el signo o clase (adverso o benéfico).

La presencia o probabilidad de ocurrencia (Pr), califica la certeza o probabilidad que el impacto pueda presentarse. El rango de calificación es el siguiente:

El **desarrollo del efecto (De)**, califica la velocidad del proceso o aparición del impacto desde que se inicia hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias. El siguiente es el rango de calificación:

La duración (Du), es el tiempo que permanece el efecto. El siguiente es el rango de calificación:

ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Para poder determinar el grado de importancia de un impacto esperado se estableció un rango de comparación teniendo en cuenta los valores obtenidos en las matrices de valoración y el carácter del impacto, si el impacto es positivo entonces es benéfico y si es negativo es adverso.

MATRICES DE IDENTIFICACION Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

En la matriz de interacción se coloca, en la fila superior, las actividades del proyecto, en la primera columna se colocan los elementos de cada componente ambiental y en la segunda columna se colocan los efectos esperados sobre el medio.

IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN:

Si bien es cierto este proceso de análisis de las matrices es lo que da pie al plan de manejo y a las medidas a tener en cuenta para mitigar o reforzar los impactos ocasionados, de acuerdo a su calificación e incidencia a continuación, resaltamos las actividades más relevantes y los factores afectados por las mismas, encontraremos el resumen y análisis general de las matrices.

En el medio socio económico

Las actividades más impactantes tenemos:

Presentación del proyecto

Instalación de campamentos y talleres

Contratación de mano de obra

Excavaciones

Disposición del material sobrante

Construcción de las lagunas y

El arranque y puesta en marcha del sistema

Los efectos esperados más impactantes:

Malestar por la generación de ruido

Malestar por generación de escombros y desperdicios

Aumento de expectativas con respecto al proyecto

Demanda de mano de obra

Demanda de bienes y servicios

Al momento de la calificación se observa que estas actividades identificadas como impactantes dan como resultados impactos medios y fuertes, el resto son impactos leves en todas las etapas preliminar, construcción y operación de las lagunas, los factores más

propensos a recibir impactos reciben una calificación ambiental leve, ya sea positivo negativo para la comunidad, así, por ejemplo:

La presentación del proyecto aumenta las expectativas del proyecto lo que le da una calificación de 7.3 produciendo un impacto fuerte y positivo.

La instalación de campamentos y talleres genera demanda de mano de obra y de bienes y servicios, lo que le da una calificación positiva de 5.2 a ambas

Las excavaciones originan malestar por generación de ruido (-2.2), generación de escombros y desperdicios (-1.4), recibiendo estos una calificación total de impactos leves, siendo además de duración temporal, es decir su desarrollo es solo durante la construcción de las lagunas.

En el medio Aire, hídrico, suelo y biótico a las matrices se le da la calificación para cada uno de estos medios en la fase de construcción y operación de los sistemas de lagunas. En este orden de ideas se tomó un sistema facultativo, anaerobio y un sistema aireado, para evaluar la incorporación al medio de cada uno de ellos.

Las actividades más impactantes:

- Desmonte y limpieza
- Conformación de terraplén para la laguna
- Disposición del material sobrante
- Descapote para la laguna de oxidación
- Excavaciones

- Construcción de las lagunas
- Arranque y puesta en marcha del sistema y
- Operación y mantenimiento de las lagunas

MEDIO HÍDRICO

La actividad que más impacta: en la etapa de construcción, es la disposición del material sobrante, debido al arrastre de material y aportes de sedimentos con una calificación de (-5.8), originando un impacto medio, manteniéndose casi que constante en las tres lagunas, las demás genera impacto leves en el medio hídrico.

MEDIO AIRE:

Tenemos: que en la operación el arranque y puesta en marcha del sistema y la operación y mantenimiento del mismo, dan origen a la producción de gases y olores lo que le da una calificación ecológica de más de (-5), produciendo impactos medios, los demás impactos en la construcción y operación son leves, en este caso el sistema que mayor calificación negativa genera es el sistema anaeróbico y la que mejor calificación obtiene son los sistemas aireados.

MEDIO SUELO:

La conformación de base y subbase origina la destrucción de la capa orgánica con calificación ecológica = (-5.2), es decir un impacto medio. De igual calificación para los patrones de drenaje.

El descapote: origina la remoción de masas con $CE = -7.9$, un impacto negativo fuerte, también produce la destrucción de la capa orgánica con $CE = -6.3$, lo que representa un impacto medio.

Las excavaciones y la propia construcción de las lagunas destruyen la capa orgánica y remueven masa obteniendo una $CE = -6.3$, un impacto medio. Las demás actividades originan impactos leves, en este caso el sistema que más impacta en cuanto a área se refiere es el sistema facultativo por lo que requiere de más extensiones de terreno.

MEDIO BIOTICO:

Las actividades Desmonte y limpieza, Conformación de terraplén para la laguna, Disposición del material sobrante, Descapote para la laguna de oxidación, Excavaciones, Construcción de las lagunas, Arranque y puesta en marcha del sistema y Operación y mantenimiento de las lagunas, producen efectos con CE entre (-5 y -6.3), originando impactos medios. El resto de actividades dan origen a efectos leves. Siendo la calificación negativa más alta para los sistemas anaerobios.

Eliminación de olores

Los olores frecuentemente provienen de la descomposición de masas de algas (*Chlamydomonas*), acumuladas por la acción del viento en una orilla o esquina de las lagunas, las cuales podrán crecer rápidamente y extenderse por toda la superficie de las lagunas y reducir la penetración de la luz en el agua. La solución del problema es la dispersión inmediata de las masas flotantes de algas. Otra solución es implementar una rueda de paletas propulsada mecánicamente para agitar la superficie.

Se debe tener especial cuidado con la eliminación de las algas en las lagunas de estabilización ya que podrían salir al receptor final y ocasionar la eutroficación de los cuerpos de agua en su recorrido.

Para mitigar el efecto de la generación de olores en las lagunas de estabilización, se ha proyectado la siembra de árboles alrededor de ésta, de tal manera que formen un cordón de protección, pero que a la vez no impida que el viento produzca una agitación en la superficie ya que la ausencia de ésta puede ser indicio de condiciones anaeróbicas o superficie aceitosa.

Las especies recomendadas para tal fin deben tener las siguientes características:

- De raíces no muy gruesas que afecten la estabilidad de los taludes.
- Follaje abundante.
- Especie propia de la región para garantizar su desarrollo normal y rápido.
- Que no deshoje demasiado o por períodos muy prolongados, de tal forma que esto no contribuya a una sobrecarga en las lagunas.

- Que sea preferiblemente de raíces pivotantes, es decir, de crecimiento vertical.
- Que no sea frutal, para que las personas o animales no encuentren atractivo de acercarse a la laguna.
- Altura inicial al momento de sembrado, de 1 a 2 metros.
- Crecimiento rápido.

Reconocimiento de olores y colores característicos

La aparición de un olor o el cambio de color del agua en la laguna, deberá poner alerta al operario para reconocer a tiempo estos signos, puesto que quiere decir que se está presentando un cambio importante en el funcionamiento del sistema.

Normalmente, las lagunas facultativas tienen casi siempre un color verde o verde parduzco, que a veces puede tomar un tono rosado o presentar cualquier otra variación, los estanques anaerobios son de color negro grisáceo.

Cuando el color verde característico de una laguna facultativa comience a cambiar a negro, acompañado de la aparición de masas flotantes de materias procedentes del fondo, indica una rápida fermentación de los sedimentos depositados en el fondo, debido a cambios en la temperatura de la laguna o de las características del agua residual.

La presencia de microorganismos coloreados (*Chromatium*, *Thiospirillum* y *Thiopedia*), es la consecuencia de una sobrecarga, una estratificación de la laguna o un defecto de funcionamiento.

La aparición de sulfobacterias fotosintéticas (Desodorantes biológicos), viene acompañada de una reducción de olor o ácido sulfúrico.

Siempre que sea posible conviene eliminar los árboles de gran tamaño, porque dificultan el funcionamiento de las lagunas, ya que se oponen a la acción natural del viento y reducen la intensidad de la luz en la superficie de las lagunas. Además las hojas que caen en la laguna pueden interferir los procesos fotosintéticos, aumentar la DBO.

Control de la Eutroficación

Uno de los aspectos más importantes a analizar en una laguna de estabilización es su posibilidad de eutroficación y los métodos tendientes a controlarla. La eutroficación o fertilización excesiva de las aguas lleva a crecimientos exagerados de algas y plantas acuáticas que disminuyen con el tiempo la capacidad útil de la laguna y por consiguiente el período o vida útil de operación para el cual fue diseñada.

El control se hace midiendo las concentraciones de nutrientes y cuantificando la presencia de vegetación en la laguna, para esto se recomienda:

Realizar un control sobre la concentración de fósforo presente en las aguas residuales afluentes y efluentes de las lagunas facultativas o de maduración principalmente, porque este constituye uno de los factores más limitantes para el desarrollo o reducción del crecimiento

de algas. Otro elemento susceptible de limitar la biomasa de algas, son las formas de nitrógeno

(Nitrato y Amoniaco), pero por lo general en las lagunas de estabilización es más frecuente una limitación por fósforo, por lo tanto, su control se obtiene en la práctica precipitando el fósforo con sales de hierro o aluminio, o con cal, lográndose además de la eliminación del fósforo, la de otros elementos contaminantes de las aguas residuales domésticas.

Control de gases

La generación de gases en un sistema de lagunas se presenta principalmente en la parte de la red en que las velocidades son muy bajas, cuando las distancias o los tiempos de recorrido son largos, cuando las alcantarillas fluyen a sección llena. Estos gases salen a la atmósfera en las zonas donde se presenta una caída de agua, generalmente en las lagunas.

El método recomendado para el manejo de los gases es el método de oxidación química el cual consisten en la oxidación de los compuestos causantes de olores. Entre los oxidantes que se puede utilizar y que son de uso más común están el cloro, cloruro férrico, peróxido de hidrógeno, ozono y dióxido de azufre. El uso del cloro contribuye a limitar el desarrollo de la película biológica.

2.3 BASES FILOSOFICAS

La orientación filosófica a través de la cual el presente trabajo de investigación se guiará es la pospositivista. Esta orientación comienza a generarse para fines del siglo pasado cuando diversos autores famosos entre los cuales se pueden citar a: Dilthey, Max Weber,

Husserl entre otros dieron a conocer algunas de sus ideas como por ejemplo: "...el principio de la verificación es autocontradictorio, ya que él mismo es in verificable y es de naturaleza metafísica o filosófica; es decir que los positivistas filosofando pretenden condenar y renegar de la filosofía..." (Martínez. 1998, p.18). Esta idea, entre muchas otras que surgieron por parte de los pospositivistas como forma de crítica a los positivistas, fueron las que abrieron paso a esta nueva corriente denominada el pospositivismo.

Esta corriente efectúa un rescate del sujeto y de su importancia, donde la mente construye la percepción u objeto conocido, moldeándolo de acuerdo con lo que percibe a través de sus sentidos, usando para ello categorías, es decir como si pudiera crear sus propias leyes en la materia. En otras palabras, tal y como lo dice Martínez, lo que percibe la mente y su significado dependerá de una formación previa, de las expectativas teóricas, de valores, actitudes, creencias, entre otras variables. Lo que se percibe entonces no sólo es una observación, sino la inclusión de lo observado en un marco referencial que es el que tiene sentido para cada uno de los seres humanos. De allí que Geertz afirmara lo siguiente: "el hombre es un animal suspendido en una red de significados que él mismo se ha tejido"

De esta orientación pospositivista, que llegó a su desarrollo pleno en las décadas de 1950 y 1960 de este siglo, se deriva el Paradigma Pospositivista, considerado como un paradigma enteramente nuevo e irreconciliable con el viejo, el positivista.

Este nuevo paradigma tal y como lo menciona Miguel Martínez (1998) exige el derrocamiento del viejo, sin crear una adicción a las teorías precedentes, los cambios maduran lentamente en la medida en que se conviertan benéficos.

“El paradigma pospositivista supera el esquema que considera la percepción como simple reflejo de las “cosas reales” y el conocimiento como copia de esa realidad. El conocimiento, en cambio, se considera como el fruto o el resultado de una interacción, de una dialéctica o diálogo, entre el conocedor y el objeto conocido” (Martínez 1998, p.25)

2.4 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

Agentes contaminantes biodegradables. Sustancias que son capaces de ser descompuestas bajo condiciones ambientales estándar.

Agua. Sustancia que a la temperatura media del planeta Tierra es un líquido normalmente inodoro, insípido e incoloro; fundamental para la existencia de la vida. Por su elevada constante dieléctrica puede disociar, descomponer y transportar numerosas sustancias. En la naturaleza contiene pequeñas cantidades de gases y sólidos disueltos (principalmente sales).

Aguas negras. Aguas que contienen los residuos de seres humanos, animales o alimentos.

Aguas residuales. Agua desechada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

Ambiente. Medio biótico y abiótico que rodea a un organismo. Conjunto de circunstancias y condiciones externas a un organismo.

Anaeróbico. Todo proceso respiratorio que no requiere de oxígeno. No requiere de oxígeno libre para llevar a cabo la respiración.

Anóxicos. Pobre en oxígeno libre; sin oxígeno libre.

Anaeróbica, descomposición. Es la descomposición incompleta de la materia orgánica por las bacterias, en ausencia de oxígeno.

Bioacumulación. Acumulación neta, en función del tiempo, de metales y otras sustancias persistentes en un organismo a partir de fuentes tanto bióticas (otros organismos) como abióticas (suelo, aire y agua).

Bacterias coliformes. Indicador de contaminantes y patógenos cuando son encontradas en las aguas. Usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente.

Caudal. Flujo de agua superficial en un río o en un canal.

Colector terrestre. Son los colectores destinados a conducir y recolectar en forma artificial las aguas servidas.

Calidad ambiental. El grado en que el estado actual o previsible de algún componente básico permite que el medio ambiente desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la Tierra. Este grado no se puede cuantificar; solo se lo califica con fundamentos, a través de un juicio de valor.

Condiciones medio ambientales. Todos los factores que condicionan la estructura y forma de vida en un espacio definido, tanto físico como biológico.

Contaminante. Cualquier factor cuya presencia en un determinado ambiente y circunstancias, constituya o desencadene contaminación.

Contaminantes tóxicos del agua. Compuestos que no son encontrados de forma natural en el agua pura y vienen dados en concentraciones que causan la muerte, enfermedad, o defectos de nacimiento en organismos que los ingieren o absorben.

DBO. La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos para la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

DQO. La demanda química de oxígeno se emplea para medir el equivalente en oxígeno de la materia orgánica que puede ser oxidada químicamente utilizando dicromato en solución ácida.

Efecto ambiental. Una consecuencia medible sobre algún componente básico del ambiente, provocada o inducida por cualquier acción del hombre.

Eutroficación. El enriquecimiento del agua, tanto dulce como salina, por nutrientes especialmente compuestos de nitrógeno y fósforo que aceleran el crecimiento de algas y formas vegetales superiores.

Flujo. Es la proporción del caudal de un recurso, expresado en volumen por unidad de tiempo.

Gestión ambiental. Gama de actividades de un programa regional sobre ordenación del medio ambiente.

Impacto ambiental. La alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre. Es un juicio de valor sobre un efecto ambiental, es un cambio neto (bueno o malo) en la salud del hombre o en su bienestar.

Inóculo. Es una suspensión de microorganismos vivos que se han adaptado para reproducirse en un medio específico.

Laguna de aguas residuales. Estanque natural o artificial o depósito utilizado con fines diversos tales como decantación, descomposición, enfriamiento y almacenamiento de las aguas residuales y lodos.

Laguna de oxidación. Cuerpo de agua construido por el hombre en el cual los residuos son consumidos por las bacterias.

Laguna aireada. Depósito para el tratamiento de aguas que acelera la descomposición biológica de la materia orgánica estimulando el crecimiento y la actividad de las bacterias, que son responsables de la degradación.

Lodo activado. Residuo semisólido que contiene microorganismos y sus productos, de cualquier sistema de tratamiento de aguas.

Manejo medio ambiental. consiste en la formulación de estrategias en las que los recursos de un ecosistema dado puede ser utilizado de una manera ecológicamente eficiente y sosteniblemente.

Monitoreo. (Seguimiento) Medida de los contaminantes y de sus efectos con objeto de ejercer control sobre la exposición del hombre o de elementos específicos de la biosfera a esos contaminantes.

Plan de manejo. Compendio de normas y conjunto de acciones que permiten administrar una pesquería basados en el conocimiento actualizado de los aspectos biopesqueros, económico y social que se tenga de ella.

Tratamiento de aguas residuales avanzado. Cualquier tratamiento de aguas residuales que incluye el retiro de nutrientes tales como fósforo y nitrógeno y un alto porcentaje de sólidos suspendidos

2.5 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

2.5.1 HIPOTESIS GENERAL

No existe la debida operación adecuada por lo tanto se genera impacto ambiental negativo en la laguna de oxidación de la Ciudad de Chilca, 2017

2.5.2 HIPOTESIS ESPECIFICA

- a. Los parámetros de diseños originales con el comportamiento actual no se cumplen debidamente en la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017.
- b. Los factores ambientales favorecen significativamente la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017.
- c. Los análisis por medio de matrices la identificación de impactos y calificación de los mismos, de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017, nos indican que es negativo

2.6 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Identificación de las variables

A.- Variable independiente (VI)

Laguna de oxidación

B.- Variable dependiente (VD)

Impacto ambiental

Tabla 1 Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
LAGUNA DE OXIDACION (VD) Cuerpo de agua construido por el hombre en el cual los residuos son consumidos por las bacterias.	Sistema de Laguna	Caudal y carga de diseño	Bueno
		Sistemas de entrada y salida.	Regular
	Medición de parámetros	Factores ambientales y dimensiones físicas.	Malo
		Análisis fisicoquímico	Bueno
		Análisis biológicos	Regular
		Medición de gases	Malo
IMPACTO AMBIENTAL (VD) Predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social	MAGNITUD	Positivo	Del 1 al 10
		Negativo	
	IMPORTANCIA	Positivo	Del 1 al 10
		Negativo	

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 DISEÑO METODOLOGICO

Según el análisis y alcance de los resultados es **observacional, descriptivo** con la intención de especificar las propiedades y características del objeto estudiado intentando exponer como se manifiesta de forma general el fenómeno, respecto a las variables de impacto ambiental en la laguna de oxidación.

Así mismo según el período y secuencia del estudio es transversal puesto que se recolectarán los datos en un determinado período de tiempo, según un cronograma concertado, donde serán llenadas las encuestas

3.2 POBLACION Y MUESTRA

3.2.1 POBLACION

La población son todas lagunas que existe en el distrito de chilca que pueden ser filtración natural y la laguna de oxidación diseñada exclusivamente para el tratamiento de aguas servidas que involucra al personal responsable del mantenimiento y operación de la laguna de oxidación, los factores bióticos y abióticos

3.2.2 MUESTRA

La muestra son las 4 lagunas que existe en la Ciudad de Chilca 3 de ellas son de filtración natural y 1 es la laguna de oxidación diseñada exclusivamente para el tratamiento de aguas servidas de la ciudad en mención que dicho sea de paso es la muestra de estudio, que involucra al personal responsable del mantenimiento y operación de la laguna de oxidación, los factores bióticos y abióticos que existen en ella.

3.3 TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

El método e instrumentos que se utiliza para la recolección de datos es el OBSERVACIONAL mediante las siguientes formalidades:

a) Encuesta por entrevista

Con el propósito de conocer los diversos métodos, procedimientos y técnicas que emplean los técnicos y personal encargados del cuidado de la laguna de oxidación

b) Encuesta por Cuestionario

Esta técnica será utilizada para evaluar la calidad del monitoreo, operaciones básicas y mantenimiento de la laguna, las mismas que contendrán preguntas referidas a los contenidos del impacto ambiental.

Los datos serán procesados utilizando la tabla de frecuencias, los porcentajes, las medidas de tendencia central y de dispersión

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos serán procesados con técnicas estadísticas con la ayuda del software EXCEL y SPSS versión 22, y los resultados serán presentados mediante tablas, y gráficos de barra y circulares.

Decisión estadística.

El valor real calculado del estadístico de prueba se comparará con el valor crítico de este. Si el valor calculado está en la región de rechazo, entonces se rechazará la hipótesis nula, de lo contrario será aceptará.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 ANALISIS DE RESULTADOS

En las tablas 2 y 3, se muestran los promedios de los análisis efectuados a las aguas residuales en la entrada y en la salida de la laguna de oxidación aireadas en el año 2017.

Tabla 2 Resultados del muestreo del agua residual al ingreso a la laguna de oxidación

Lugar	Parámetros					
	Caudal (m ³ /día)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	pH	O ₂ (mg/L)
Ingreso a la laguna de oxidación	30,2	157,9	300	340	6,6	4,1

Tabla 3 Resultados del muestreo del agua residual a la salida de la laguna de oxidación

Lugar	Parámetros					
	Caudal (m ³ /día)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	pH	O ₂ (mg/L)
Salida de la laguna de oxidación	30,2	60,8	76	90	7,1	8,6

A continuación, en la Tabla 4 y en la figura 1, se muestra el promedio mensual de las temperaturas de la laguna de oxidación de Chilca en el año 2017.

Tabla 4 Promedio mensual de la temperatura en las aguas residuales de la laguna de oxidación en el año 2017.

Meses	Temperatura promedio (°C)
Enero	27,3
Febrero	27,5
Marzo	27,2
Abril	27,0
Mayo	26,9
Junio	26,4
Julio	26,3
Agosto	26,1
Setiembre	26,1
Octubre	26,4
Noviembre	26,5
Diciembre	26,6

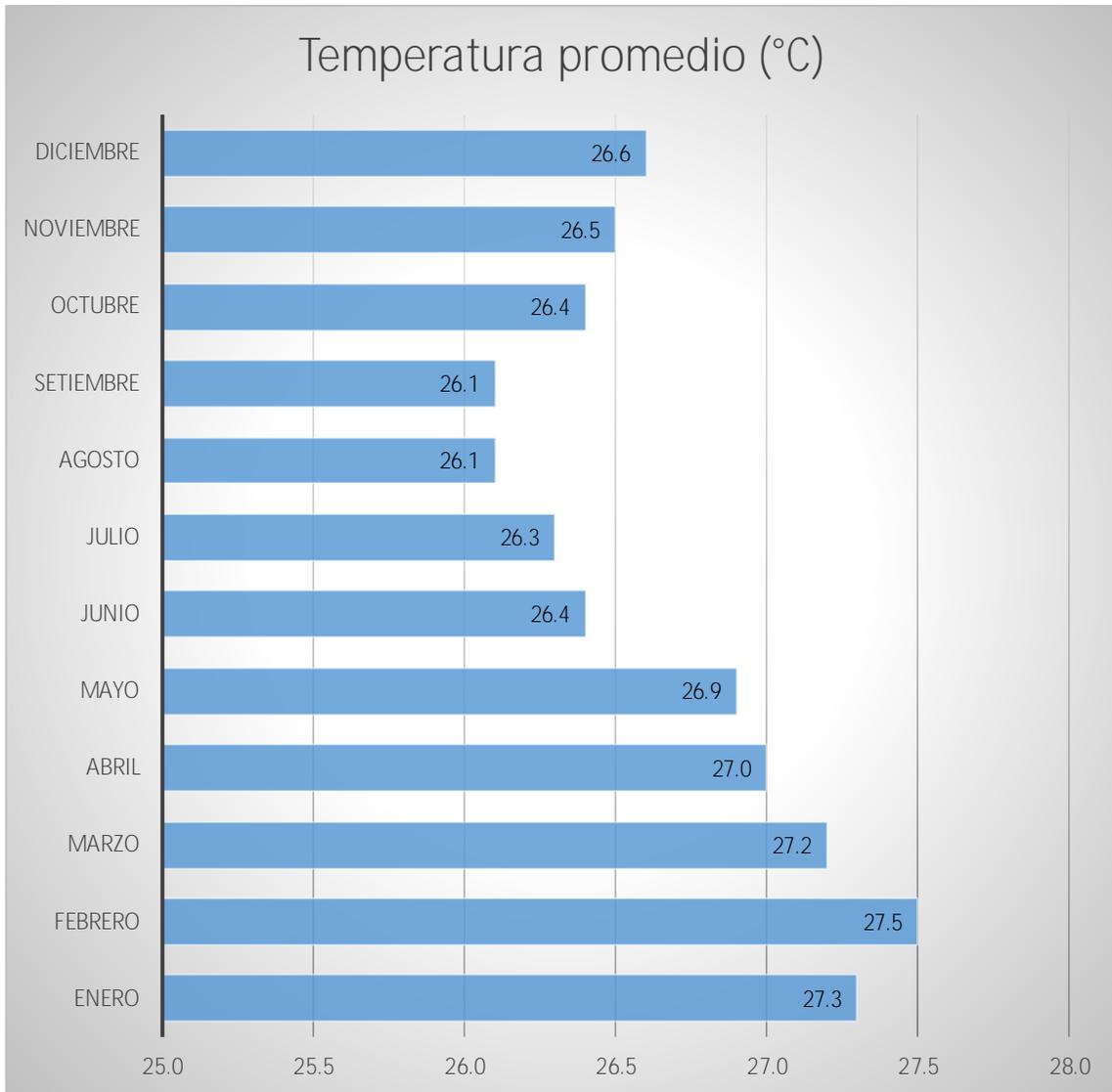


Figura 1 Temperatura promedio de las aguas residuales de la laguna de oxidación

En la Tabla 5 y en la figura 2, se muestran los promedios mensuales de la DBO₅ que ingresa y sale de la laguna de oxidación de Chilca en el año 2017.

Tabla 5 DBO5 promedio de las aguas residuales en la entrada y en la salida de la Laguna de oxidación.

Meses	DBO ₅ (mg/L)	
	Entrada	Salida
Enero	158,6	65,3
Febrero	152,3	61,4
Marzo	160,0	58,4
Abril	154,2	59,5
Mayo	153,3	60,3
Junio	161,2	64,4
Julio	157,2	60,7
Agosto	149,3	59,2
Setiembre	158,9	57,7
Octubre	164,4	60,8
Noviembre	163,4	63,4
Diciembre	162,3	58,8

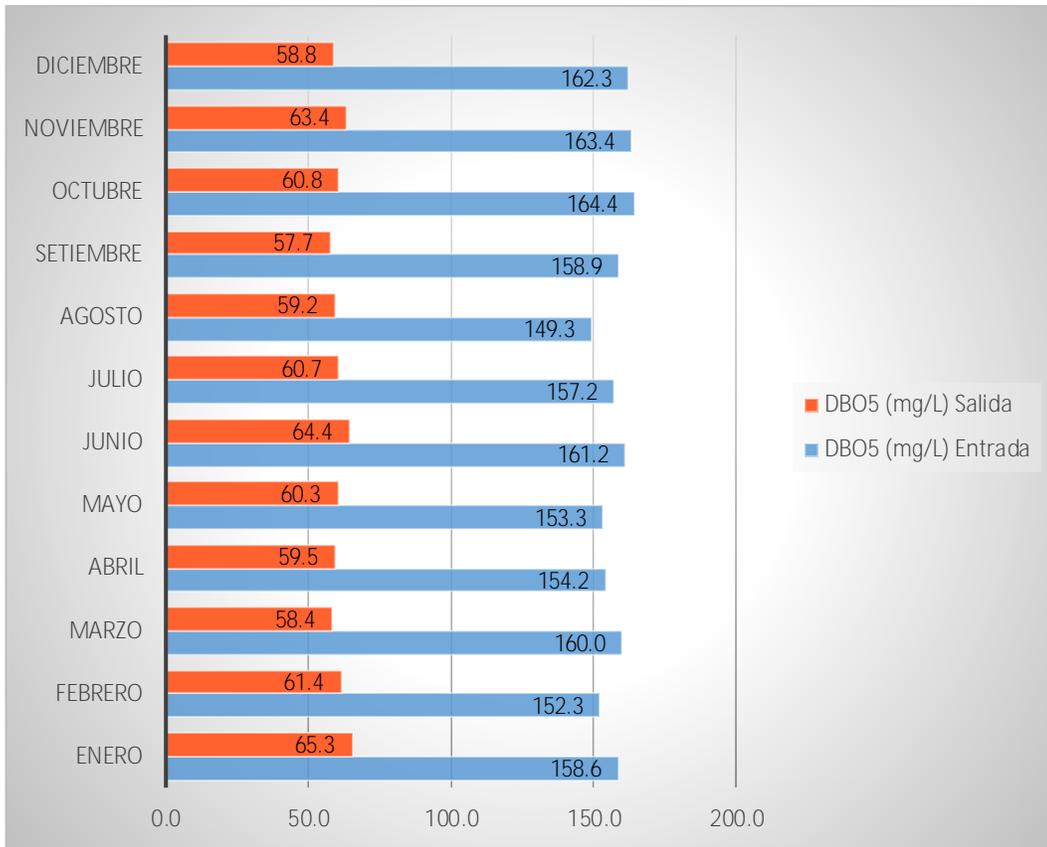


Figura 2 DBO5 x promedio de las aguas residuales en la entrada y en la salida de la laguna de oxidación

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

Esta investigación guarda semejanza con lo investigado por Cano (2000), con el trabajo: Recuperación de aguas servidas domésticas mediante el proceso de lodos activados. Alcanzando así el tratamiento de aguas residuales en el proceso de lodos activados mediante el proceso biológico de los microorganismos en laboratorio, y la evolución de los lodos en días, así alcanzado parámetros, control del proceso. De igual forma Arce (2013), en su investigación Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales. Sostiene que no se ha logrado solucionar el tema de la obstrucción del ciclo correcto de utilización del agua, debido a que el agua debe pasar por procesos de tratamiento después de ser empleada, para finalmente destinarla por efluentes adecuados hacia sus orígenes. En algunos lugares se han centrado solo en almacenar aguas residuales domésticas que producen no solo problemas de salud, sino también en el medio ambiente y una falta de control operacional por las entidades prestadoras de agua, donde se alcanza la situación real del Perú en el tema de saneamiento donde se plantean soluciones no solo tendrán como fondo principal el uso racional del agua sino brindar calidad de vida en urbanizaciones sostenibles a las personas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La mayoría de los pobladores se encuentran en grandes riesgos de sufrir enfermedades debido a los componentes tóxicos que se hayan en la laguna de oxidación lo cual se evitara con la aplicación de parámetros de diseño originales en el comportamiento actual.
- Existen muchos factores ambientales que hacen posible la presencia de malos olores en la laguna de oxidación causando malestar en los pobladores
- Las matrices de identificación harán posible el análisis correspondiente en los impactos en la laguna, así como su calificación

5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe diseñar un plan para la elaboración de parámetros de diseños originales con el comportamiento actual para que se puedan cumplir debidamente en la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017.
- Se debe aprovechar los factores ambientales para aprovecharlos y favorecer significativamente la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación.

- Debe aplicarse análisis con matrices que efectúen la identificación de impactos y calificación de los mismos, de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca

CAPITULO VII

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

7.1 Bibliografía

- Arce, L. (2013). *Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*. Lima Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cano, C. (2000). *Recuperación de aguas servidas domésticas mediante el proceso de lodos activados. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, Facultad de Ingeniería Ambiental*. Lima- Perú.: Universidad Nacional de Ingeniería
- Canter, W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. Madrid: McGraw-Hill.
- Chulluncuy, N. (14 de noviembre de 2011). *Tratamiento de agua para consumo humano. Ingeniería Industrial, 0(029), 153*. . <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.232>
- Chulluncuy-Camacho, N. (01 de agosto de 2011). *Tratamiento de agua para consumo humano. Ingeniería Industrial, . Obtenido de <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.232>*
- Collado, L. (1992). *Depuración de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades*. Madrid : Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

CONESA, V. (1993). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. *Ediciones Mundo y Prensa, Madrid.*, 175.

Congreso, d. l. (1996). *Constitucion Politica del Peru*. Lima: Congreso de la Republica.

Eddy., M. y. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales Voll*, . Madrid. : Mc Graw Hill

Estevan, M. (1999). *Metodologías para la elaboración de las evaluaciones de impacto ambiental. En: Master en Evaluación de Impacto Ambiental*. Málaga. Madrid: Instituto de investigaciones ecológicas.

Gomez, D. (1999). *Evaluación del impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa & Editorial Agrícola Española.

Loose. (18 de junio de 2015). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*. Obtenido de <http://www.sunas>

Martinez, J. (2007). *Evaluación ambiental de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Monografía Para Optar el Título de Ingeniero civil*. Venezuela.: Universidad de Sucre, .

OROZCO, A. (1989). Manual sobre Digestión Anaerobia, Capítulo I: Generalidades.

Presentado en “Seminario Internacional sobre Digestión Anaeróbica . *Elementos de Diseño*”. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Quiroz, P. (2009). *Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico*. . Lima Peru: UNMSM.

RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial*, . Colombia: Bogotá D.C

Ruiz, A. (28 de enero de 2011). *Puesta en marcha de un cultivo de microalgas para la eliminación de nutrientes de un agua residual urbana previamente tratada anaeróbicamente. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia, España*. Obtenido de <http://docplayer.es>

Sanz, J. (1991). *Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales*. . Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España

Souza, M. (1997). *Metodología de Análisis de Decisiones para Seleccionar Alternativas de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales*. . Brasil.: Universidad de Brasilia. Brasilia.

TCHOBANOGLIOUS, G. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones*.

Santafé de Bogotá.: McGrawHill.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿De qué forma es el impacto ambiental que genera la operación de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICO ¿Cómo son los parámetros de diseños originales con el comportamiento actual de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca 2017?</p> <p>¿Cuáles son los factores ambientales que favorecen la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017?</p> <p>¿Cómo analizar por medio de matrices la identificación de impactos y calificación de los mismos, de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el impacto ambiental que genera la operación de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO Comparar los parámetros de diseños originales con el comportamiento actual de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017. Evaluar los factores ambientales que favorecen la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017 Analizar por medio de matrices la identificación de impactos y calificación de los mismos en la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL El impacto ambiental que genera la laguna de oxidación en la localidad de chilca es negativo porque no está operando debidamente.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICOS a) Los parámetros de diseños originales con el comportamiento actual no se cumplen debidamente en la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017. b) Los factores ambientales favorecen significativamente la generación y presencia de olores indeseables en algunos sectores del área de influencia de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017. c) Los análisis por medio de matrices la identificación de impactos y calificación de los mismos, de la laguna de oxidación en la Ciudad de Chilca, 2017, nos indican que es negativo.</p>	<p>LAGUNA DE OXIDACION (VI) Cuerpo de agua construido por el hombre en el cual los residuos son consumidos por las bacterias</p> <p>IMPACTO AMBIENTAL (VD) Predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social</p>	<p>Caudal y carga de diseño Sistemas de entrada y salida. Factores ambientales y dimensiones físicas. Análisis fisicoquímico Análisis biológicos Medición de gases</p> <p>Magnitud Importancia</p>	<p>Descriptivo con la intención de especificar las propiedades y características del objeto estudiado intentando exponer como se manifiesta de forma general el fenómeno, respecto a las variables de impacto ambiental en la laguna de oxidación</p> <p>Transversal puesto que se recolectarán los datos en un determinado período de tiempo, según un cronograma</p> <p>Diseño no experimental</p>

Matriz de evaluación de impacto ambiental (Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental

HIDRAULICO modalidad particular SEMARNAT 2002).

			Actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto																																						
			Preparación del sitio												Construcción										Operación																
			Brechas de Acceso	Desmonte y Despalme	Limpieza del sitio	Retiro de estructuras	Movimiento de equipo y	Mano de obra	Aguas residuales negras	Manejo de residuos sólidos	Alteración del drenaje	Cercado del predio	Emisiones a la atmósfera	Manejo de combustible	Requerimientos de agua	Manejo de materiales de	Obras de drenaje	Relleno	Compactación	Tendido de cemento y	Obras complementarias	Movimiento del equipo	Manejo y disposición de	Reforestación	Manejo de combustible	Mano de obra	Requerimientos de agua	Requerimientos de	Excavación	Alteración del drenaje	Emisiones a la atmósfera	Manejo de productos	Residuos domésticos	Aguas residuales negras	Requerimientos de energía	Circulación vehicular	Manejo y disposición de	Mantenimiento	Mano de obra	Jardinera	Demanda de agua
Factores Abióticos	Agua	Superficial	1	1											4		1										1											1			
		Subterránea														3																								4	
Factores Abióticos	Suelo	Erosión	1												3												1	3			1								3		
		Características Fisiológicas		1	1										1	2	1											2	1					1			3		4		
		Drenaje vertical		1					1	1					3				1			3									1			1						4	
		Escurrimiento superficial	1	2	1					2					4		1	1				3																3			
		Estructura del suelo																										2													
		Factores Abióticos	Atmósfera	Calidad del aire		2	1		1							2	1	1	2	2	2							2				1									
Visibilidad				1																																					
Factores Bióticos	Flora	Terrestre		2			1	2					1				2	1	1		4						2										3				
		Fauna	Terrestre		2	2					1										1											1							4		
			Paisaje	Relieve			1																4					1											3		
Factores Socioeconómicos	Social	Bienestar social	4	3	4				4	4	3			4			4	4			4				4					4	3	4	4		4	4		4			
		Económicos	Transporte	4																											4									4	
			Empleo e ingreso regional	4	4	4		4	4						4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4											4
TOTALES		1	3	3	4		2	1	1				1	2	1	3	3	3	2							3	2		1					3				1			

EVALUACIÓN EXPERTA DE INDICADORES AMBIENTALES

Grados: 0. Inexistente 1. Bajo 2. Medio 3. Alto

1 Indicadores relacionados con la emisión-generación de líquidos cloacales			
	Indicador (+)	Características relevantes de la alternativa	RESPUESTAS
1.1	< Caudal de emisión	Separación de líquidos cloacales y pluviales, control de caudales freáticos percolantes a la red cloacal, control de conexiones clandestinas, programa de micromedición de consumos, programa de educación para reducir el consumo innecesario de agua,.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1.2	> Calidad del efluente	Control de conexiones comerciales e industriales (aporte de aceites-grasas, pigmentos, solventes, etc. que perturben los procesos de las plantas de tratamiento-lagunas de efluentes).	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1.3	> Capacidad de monitoreo de los caudales emitidos	Factibilidad operativa de sistema de aforo confiable, preferentemente automatizado-continuo.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 Indicadores relacionados con el transporte, la inmisión, dispersión y tratamiento de líquidos cloacales			
2.1	< Tiempo de procesamiento entre el ingreso al sistema de procesamiento y la meta de DBO objetivo.	Proceso de tratamiento más efectivo por mejor contacto del efluente con condiciones aeróbicas-anaeróbicas durante su tratamiento	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.2	< DBO final antes de disposición final.	Proceso de tratamiento más eficaz. Mayor degradación porcentual de la carga de materia orgánica no persistente.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

2.3	< Superficie utilizada por el sistema de tratamiento	Proceso de tratamiento más eficiente que permite destinar menores superficies al tratamiento de efluentes cloacales	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.4	> Valor agregado en productos derivados del re-uso del agua	Recupero parcial de costos de tratamiento a través de la generación de productos con valor comercial realizable dentro del plazo de ejecución del proyecto (forraje para fardo, hortalizas, frutales, madera, etc.)	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.5	< Caudal final de descarga a cuerpo receptor (río, suelo, mar).	Proceso de tratamiento hace uso consuntivo del agua a través de producción vegetal, evaporación eficaz, etc.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.6	> Calidad química (por ej. menor contenido de metales pesados, N, P) en el efluente descargado al cuerpo receptor (río, suelo, mar).	Proceso de tratamiento mejora la calidad expresada en parámetros adicionales a la reducción de la DBO.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.7	> Capacidad de monitoreo de los caudales descargados a cuerpo receptor (río, suelo, mar).	Posibilidad de medir en forma automatizada-continua los volúmenes de descarga.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.8	> Impacto ambiental + de los productos generados por el re-uso del agua.	Por ejemplo a través de la generación de espacios con amenidad (pastizales con alfalfa, arboledas, etc.) y con impacto social (generación de emprendimientos productivos asociados al re- uso).	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.9	> Ubicación geográfica de fracciones del efluente en relación con cuerpos receptores. (< posibilidad de contaminación de cuerpos receptores).	La ubicación espacial de la solución compromete o no cuerpos de agua no directamente receptores (napas, lagunas aledañas, etc.)	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.10	< Consumo de energía del sistema de SCS-Trelew	El proyecto minimiza el expendio de energía en bombeo, transporte, etc.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

2.1	> Factibilidad de modelización cuantitativa del proyecto a los fines de su análisis funcional y comunicación de parámetros de control, monitoreo, etc.	El proyecto sigue los lineamientos de tecnologías conocidas, con dimensionamiento análogo a alternativas ya experimentadas y sobre las cuales existe conocimiento cuantitativo-funcional ("transparencia del proyecto").	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	Indicadores relacionados con la disposición final de componentes sólidos de los efluentes cloacales (sales, barros, contaminantes)		
3.1	> Drenaje de sales solubles del efluente	El proyecto preve el drenaje gradual de sales solubles hacia cuerpos de agua naturales con capacidad de dilución adecuadas.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.2	< Ingreso de sólidos sedimentables a los cuerpos-sistemas de tratamiento	El proyecto define métodos-instalaciones de separación de sólidos sedimentables (lodos) reduciendo el ritmo de colmatación de los receptores del sistema de tratamiento.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.3	> Remoción de sólidos sedimentables de los cuerpos del sistema de tratamiento	El proyecto define métodos-instalaciones para remover los sólidos sedimentables (lodos) de los sistemas de tratamiento.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.4	> Sustentabilidad en la disposición final de los sólidos sedimentables de los cuerpos del sistema de tratamiento	El proyecto define métodos ambientalmente sustentables -instalaciones para la disposición final de los sólidos sedimentables (lodos) de los sistemas de tratamiento.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5	> Trazabilidad de los contaminantes eventuales del sistema cloacal	El proyecto incorpora métodos-instalaciones para la trazabilidad/monitoreo de contaminantes (metales, orgánicos) de los efluentes cloacales.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	Indicadores relacionados con la Gestión Ambiental del proyecto en relación con estándares internacionales		
4.1	> Factibilidad de mejora continua de eficiencia/eficacia	La estructura del proyecto de tipo modular-progresiva permite considerar la mejora continua del sistema de tratamiento-transporte-disposición final de los efluentes cloacales.	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.2	> Factibilidad de auditoría y documentación de la gestión ambiental del proyecto	La estructura del proyecto permite y su flujo de fondos prevé el mantenimiento de registros escritos y públicos de los controles de flujos, concentraciones, datos hidrométricos, etc	0 1 2 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>