



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aprovechamiento y utilización de las lagunas de oxidación
existentes para la evacuación de aguas residuales con fines de
regadío de áreas verdes, Puno, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Cuellar Quispe, Xiomara Bherly (orcid.org/0000-0002-4643-3165)

Ramirez Churata, Tania Lizbeht (orcid.org/0000-0002-5443-7510)

ASESOR:

Mg. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (orcid.org/0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A nuestra Virgencita Santa Lucia, ser divino que ilumina mis días y los de mi familia.

A mi madre Bertha, por su amor incondicional, honestidad, esfuerzo, dedicación, desvelos con sus hijos Dennis y Xiomara; y seguir permitiéndome con su apoyo llegar a lograr mis metas propuestas.

A mi padre Luis, por su exigencia constante, ejemplo de perseverancia, humildad y ayudarme en encontrar mi vocación: la Ingeniería Civil.

A mi Chachi, por ser mi compañera incondicional y apoyo emocional.

Cuellar Quispe, Xiomara Bherly

A mis queridos padres de quienes soy reflejo, José y Yudy, por la confianza, aliento y amor incondicional en absolutamente cada momento, por ser motor y motivo para cada decisión de mi vida.

A mi prima Heidi, por ser valiente, responsable, amable, confiable; por sus consejos y demostraciones de cariño día a día; por ser considerada ser un ejemplo a seguir.

A Sami Elvira, mi fiel compañera.

Ramirez Churata, Tania Lizbeht

AGRADECIMIENTO

Las autoras queremos dar un agradecimiento especial a la Universidad Cesar Vallejo por albergarnos y darnos la oportunidad de poder lograr una de nuestras más ansiadas metas.

Un enorme agradecimiento a nuestro asesor de tesis Mg. Luis Alfonso Juan Barrantes Mann por guiarnos con paciencia y buen humor en cada clase.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis 19	
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Normativas vigentes nacionales	17
Tabla 2 Cálculo tiempo promedio.....	37
Tabla 3 Estimación del caudal de sección circular	38
Tabla 4 Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna primaria A	41
Tabla 5 Cálculo de caudales afluentes laguna primaria A.....	42
Tabla 6 Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna primaria B	42
Tabla 7 Cálculo de caudales afluentes laguna primaria B.....	43
Tabla 8 Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna secundaria A.....	45
Tabla 9 Cálculo de caudales afluentes laguna secundaria A	46
Tabla 10 Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna secundaria B....	46
Tabla 11 Cálculo de caudales afluentes laguna primaria B.....	47
Tabla 12 Estimación de velocidad del caudal.....	49
Tabla 13 Estimación de área total para regadío de áreas verdes	57
Tabla 14 Cálculo Total de Demanda Hídrica en áreas verdes del distrito	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica regional de Puno.....	26
Figura 2: Ubicación geográfica provincial de Lampa.....	27
Figura 3: Límites geográficos del distrito de Santa Lucia	27
Figura 4: Mapa de acceso vial al distrito de Santa Lucia.	28
Figura 5. Mapa climatológico en la provincia de Lampa.....	28
Figura 6: Histograma de precipitación en el distrito de Santa Lucia.....	29
Figura 7: Cobertura del servicio de agua potable en el distrito.....	31
Figura 8: Cobertura del sistema de eliminación de excretas en el distrito.....	31
Figura 9: Vista satelital de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia.	32
Figura 10. Flujograma del sistema de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia.....	32
Figura 11: Vista lateral del cerco perimétrico existente..	33
Figura 12. Vista panorámica de la infraestructura del pretratamiento..	34
Figura 13: Vista isométrica de la canaleta de Parshall.....	35
Figura 14. Dimensiones de sección de canal rectangular.	36
Figura 15: Ensayo del método del flotador.....	37
Figura 16. Ensayo de método volumétrico.	39
Figura 17. Vista panorámica lagunas primarias.	40
Figura 18. Vista lateral laguna secundaria facultativa..	44
Figura 19. Vista satelital de lagunas secundarias del distrito de Santa Lucia..	44
Figura 20 Ilustración de sección circular de tubería efluente.....	48
Figura 21. Foto satelital Plaza de Armas del distrito.	50
Figura 22. Referencia catastral de la Plaza de Armas.	50
Figura 23. Vista satelital del Estadio municipal del distrito.	51
Figura 24. Referencia catastral del Estadio municipal.....	51
Figura 25 Vista satelital del I.S.T. "Santa Lucia".	52
Figura 26. Referencia catastral del I.S.T. "Santa Lucia".....	52
Figura 27. Vista satelital del Colegio Nacional Jose Calos Mariategui	53
Figura 28. Referencia catastral del Colegio Nacional Jose Carlos Mariategui.	53
Figura 29 Referencia catastral del Colegio Industrial.	54
Figura 30 Referencia catastral del Colegio Industrial.	54

Figura 31. Vista satelital de la intersección vial.	55
Figura 32. Referencia catastral de la intersección vial.	55
Figura 33. Vista satelital del Cementerio Municipal.	56
Figura 34. Estimación de zona para arborización del Cementerio Municipal.	56
Figura 35. Estimación de zona para arborización en las lagunas de oxidación. ...	57
Figura 36. Características principales del grass rye inglés	58
Figura 37 Características principales del C'olle.....	59
Figura 38. Características principales del grass rye inglés.	60
Figura 40. Vista de perfil de la geometría del Reservorio.....	64
Figura 39. Vista planta de la geometría del Reservorio.....	64
Figura 41. Vista de perfil del Reservorio con geo membrana.....	65
Figura 42. Plano topográfico de las lagunas de estabilización y propuesta del reservorio..	66
Gráfico 1: Clasificación de población según grupo etario.....	30
Gráfico 2: Población censada clasificada según sexo.....	30
Gráfico 3. Caudales del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Lucia..	49

RESUMEN

Dada la coyuntura actual mundial y nacional, entramos en una era en la que la contaminación es notable y preocupante para el futuro de la humanidad, siendo pilar fundamental de las nuevas investigaciones que busquen la reutilización, aprovechamiento de los recursos naturales para evitar el uso único de estos y evitar perjudicar a ecosistemas, propagando la extinción de recursos naturales, flora y fauna; debido a la realización de distintos procesos industriales, manufactureros, etc.

La presente investigación se realiza en base a la situación actual en las lagunas de oxidación al término del tratamiento de las aguas residuales municipales del distrito debido a que se realiza el desembalse directo de estas aguas al Río Verde, siendo este uno de los ríos afluentes de la cuenca Coata y a su vez sumándose a este otros factores contaminantes por procesos mineros afectando a medios productivos agrícolas, ganaderos y acuicultura; es que se identifica el problema principal de la ausencia del aprovechamiento de las aguas efluentes tratadas; donde se propone la reutilización y aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para el destino y uso en áreas verdes existentes y proyectadas en el distrito con fines ornamentales, generando consigo resultados ambientales positivos con vista paisajísticamente agradable, la concientización de toda la ciudadanía en conservar los recursos naturales de su entorno como la flora, fauna, entre otros.

Palabras clave: Laguna de oxidación, agua residual, tratamiento, reutilización, áreas verdes.

ABSTRACT

Given the current global and national situation, we are entering an era in which pollution is notable and worrisome for the future of humanity, being a fundamental pillar of new research that seeks reuse, use of natural resources to avoid single use of these and avoid damaging ecosystems, propagating the extinction of natural resources, flora and fauna; due to the performance of different industrial processes, manufacturing, etc.

The present investigation is carried out based on the current situation in the stabilization lagoons at the end of the municipal wastewater treatment of the district due to the direct discharge of these waters to the Rio Verde, this being one of the tributary rivers of the Coata basin and in turn adding to this other polluting factors caused by mining processes affecting agricultural, livestock and aquaculture productive means; is that the main problem of the absence of use of the treated effluent waters is identified; where the reuse and use of treated wastewater for the destination and use in existing and projected green areas in the district for ornamental purposes is proposed, generating positive environmental results with a pleasant landscape view, the awareness of all citizens in conserving resources natural surroundings such as flora, fauna, among others.

Keywords: Oxidation pond, waste water, treatment, reuse, green areas.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años no hemos dejado de escuchar que la futura guerra mundial será por el agua; a consecuencia de indeterminados factores directos e indirectos que generan inmensurables conflictos sociales por la alta demografía, el cambio climático, contaminación ambiental, privatización del agua, ausencia de infraestructuras que aseguren el óptimo aprovechamiento de los recursos hídricos; siendo los países sub desarrollados los más afectados en la escasez del agua en el mundo.

Según Programa de las Naciones Unidas, 2006; nos menciona que: Desde las civilizaciones más antiguas hasta el mundo globalizado de hoy, el éxito —o el fracaso— de las sociedades respecto del aprovechamiento del potencial productivo del agua a la vez que se limita su potencial destructivo ha sido el factor determinante del progreso humano (p.134).

En América Latina, en zonas urbanas y rurales se aprecia en su mayoría un decadente saneamiento básico generando así una paupérrima calidad de vida promedio con acceso a servicios básicos limitado y con una imperante desigualdad socioeconómica sumándole la situación de pobreza que va en aumento a consecuencia de la crisis sanitaria que atravesamos.

Tomando en cuenta que este elemento líquido vital “el agua” es un recurso renovable y se encuentra en constante peligro de extinción, tenemos como necesidad la responsabilidad de reutilizarla procedente del uso doméstico, público e industrial para asegurar un posterior uso útil; considerando la reutilización de aguas residuales como alternativa de conservación ambiental y económica frente a las consecuencias que aquejan su situación de peligro evitando en un gran porcentaje el uso del agua para los fines que se haya destinado la reutilización de las aguas en los sectores de industria, construcción, agricultura, ganadería; considerándolo así un beneficio social comprobado alrededor del mundo en países que optan por estas medidas desde hace años y que en tiempos actuales ha tomado gran importancia por la difusión y concientización a la ciudadanía.

Es sabido que a lo largo de la historia una de las tecnologías ideales y más usadas para el tratamiento de aguas residuales fueron las lagunas de oxidación, sobre todo por comunidades con un mediano y grande crecimiento demográfico en el Perú, debido a que es considerado un procedimiento de bajo costo que no requiere desinfección química en su mayoría.

Actualmente en nuestro país existe la necesidad de incluir en los objetivos dentro de los Planes Operativos Institucionales (POI) de los Gobiernos locales que permitan analizar el funcionamiento ecoeficiente apropiado de las lagunas de oxidación implementadas, el aprovechamiento de recursos hídricos y a su vez sean ambientalmente amigables considerando que los efluentes cumplan con el límite máximo permisible de concentración de sustancias o parámetros biológicos, físicos y químicos con el fin de proteger la salud de la población y del medio ambiente; para consideraciones futuras en proyectos de saneamiento que involucren el tratamiento de aguas servidas.

El distrito de Santa Lucia cuenta con un sistema de lagunas de sedimentación para el tratamiento de aguas servidas municipales el cual fue recientemente construido, pero se observa que sus aguas son evacuadas al cauce del río Limón Verde generando contaminación, si bien es cierto según normas peruanas este tipo de evacuación es lo usual no deja de ser perjudicial a corto o largo plazo, es por ello que tenemos como principal interrogante lo siguiente ¿Cómo implementar el actual sistema de lagunas de oxidación para lograr el aprovechamiento del agua residual en el regadío de áreas verdes?, posteriormente surgen las preguntas adicionales como: ¿Cuál es la necesidad hídrica requerida para las áreas verdes existentes y futuras en el distrito de Santa Lucia? y ¿Cómo influenciará ambientalmente la reutilización de aguas residuales tratadas? El presente trabajo de investigación se enfoca en utilizar las aguas evacuadas del sistema de tratamiento por lagunas de oxidación actualmente existente, ya que en el distrito se puede apreciar que la escasez de agua se ve reflejada en la carencia de áreas verdes. Santa Lucia cuenta con espacios destinados a la recreación los cuales cuentan

con muy buena infraestructura como su plaza principal, parques infantiles, estadios y campos feriales donde se observa la aridez del terreno y la poca o nula flora, esto debido a múltiples factores, pero uno de los principales es la falta del recurso hídrico.

De acuerdo con esto, se definió como objetivo general utilizar las aguas tratadas evacuadas del sistema de lagunas de oxidación para el regadío de áreas verdes. Como objetivos específicos tenemos: identificar zonas existentes de áreas verdes del distrito de Santa Lucia con necesidad hídrica, proyectar zonas de áreas verdes en el distrito de Santa Lucia, minimizar el impacto ambiental en el área de influencia de la laguna de oxidación de la contaminación generada con aguas servidas.

Como hipótesis general tenemos que, la presente propuesta técnica de solución de la utilización de la laguna de oxidación del distrito de Santa Lucia permitirá el óptimo aprovechamiento de las aguas residuales municipales generadas en el distrito y reutilizarlas para fines de regadío en áreas verdes, Consideramos como hipótesis específicas, al uso correcto de aguas residuales municipales que no causan contaminación ambiental negativo en el área de influencia; y también considerar que el mantenimiento permanente y eficaz de la laguna de oxidación incide en la adecuada operatividad para el logro del riego de las áreas verdes de la zona de influencia.

II. MARCO TEÓRICO

Considerando antecedentes internacionales, Ronquillo Abad, Roxanna (2016), en la tesis “Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizada en el riego del parque Samanes”, tesis para la obtención del grado de magister en Gestión Ambiental, Ecuador; formuló como problema principal la siguiente interrogante: ¿De dónde y cómo obtendremos el agua para el riego del Parque Samanes), siendo su objetivo general diseñar una planta de tratamiento para utilizar el efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales Los Merinos de la ciudad de Guayaquil en riego de las áreas verdes del Parque Samanes; a su vez siendo los objetivos específicos: caracterizar los parámetros del efluente de la PTAR Los Merinos, Evaluar alternativas de diseño para el tipo de tratamiento que se debe hacer el efluente de la PTAR Los Merinos y Diseñar la planta de tratamiento para obtener para riego ornamental; donde su principal conclusión fue caracterizar las concentraciones de los contaminantes considerando necesario un tratamiento terciario.

Considerando antecedentes nacionales, Espinoza Rodríguez, Héctor Jhoel (2018), en la tesis “Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la reutilización de aguas residuales del Mall El Quinde de Ica”, tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil, Perú; formuló como problema principal la siguiente interrogante: ¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento influyen en la reutilización de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica 2018?; y como problemas específicos: ¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento benefician el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica - 2018?, ¿En qué medida se ve reducido el sobre costo por el pago del servicio de agua potable con los procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall Quinde de Ica - 2018? y ¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento contribuyen con el desarrollo ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica - 2018?; donde su principal conclusión fue La planta de tratamiento compacta (AclaraPack) que utilizan tecnología LAOTSS,

para la reutilización de aguas residuales nos permite cumplir estrictamente con las normas de nuestro país (LMP y ECA) y normas internacionales (OMS y EPA), ya que es una tecnología adaptable a las normativas de los lugares en donde se requiera su instalación, garantizando el correcto uso que le podemos brindar al agua tratada.

Iniciando la base teórica de este trabajo de investigación consideramos relevante definir las aguas residuales, que según (Romero, 2010) estas “son las aguas usadas y los sólidos que por uno u otro medio se introducen en las cloacas y son transportados mediante el sistema de alcantarillado” (p.17). Las aguas residuales son aquellas que han modificado su estado natural debido a que han sido utilizadas por el hombre para realizar alguna actividad y/o satisfacer una necesidad y en este proceso ha sufrido contaminación el cual lo hace desechable e inservible inmediatamente, las cuales requieren de un tratamiento previo. Las principales características de estas aguas son: cambio de color, olor, sabor, temperatura, densidad; que varían de acuerdo a las fuentes, ya sean aguas industriales, de uso agrícola, domésticas o pluviales.

La clasificación según el uso de las aguas residuales antes de llegar al PTAR, según (Aquino, 2017), son:

Agua residual doméstica tratada, son aquellas provenientes de la actividad humana conteniendo desechos fisiológicos; Agua residual industrial tratada, provenientes de procesos productivo en la agroindustria, energética, entre otras; Agua residual minera tratada, son aquellas resultantes de trabajos ejecutados en interior de mina; Agua residual municipal tratada, resultante de las aguas captadas por el sistema de alcantarillado local.

Para lograr la descontaminación de las aguas residuales es necesario procedimientos físicos, químicos y biológicos los cuales puedan garantizar un nuevo efluente que sirva para volver a ser empleado y reutilizado en una nueva actividad. Estos procedimientos requieren el cumplimiento de normas exigidas por ley, se llevarán a cabo en instalaciones denominadas

Plantas de Tratamientos Residuales (PTAR), consideradas estructuras artificiales llevándose a cabo procesos que posibilita la disminución de contenido de materia orgánica (DBO), biológica y físico – química de esta forma se reduce la contaminación en cuerpos receptores. (Ballesteros, 2018)

La Norma OS.090, punto 4.1, puntualiza el cumplimiento de normas de calidad en el tratamiento de las aguas residuales como principal objetivo para mejorar su calidad a la llegada del cuerpo receptor. Las tecnologías de tratamiento constan principalmente de cuatro etapas, siendo las siguientes: Pretratamiento, tratamiento primario o físico, tratamiento secundario o biológico y tratamiento terciario involucra un proceso de cloración.

(Arana, 2009), indica que el pretratamiento ocurre en la red de alcantarillado, donde encontramos subprocesos como el desbaste que mediante el uso de rejas realiza la retención de los sólidos de gran tamaño por ejemplo troncos, piedras, plásticos, etc., luego está el desarenado que necesita de un compartimento donde por acción de la gravedad se almacenará las arenas y por ultimo está el desengrase que tendrá como finalidad elevar a la superficie del agua agentes menos densos como el aceite; en la infraestructura de esta etapa ubicaremos la canaleta Parshall, la cual nos facilitará la medición del caudal afluente al sistema. El tratamiento primario está conformado por aquellos procesos que tienen la finalidad de disminuir la carga orgánica, es por ello que la velocidad de circulación en toda la laguna debe ser lenta para así también asegurar que las partículas de mayor tamaño sean retenidas en el fondo de la laguna. El tratamiento secundario, también es conocido como tratamiento biológico, aquí llegan las aguas que ya fueron decantadas en el tratamiento primario y se tiene la necesidad de eliminar solo sólidos más pequeños que escaparon del anterior proceso. En el tratamiento terciario se puede apreciar el uso de elementos físicos y químicos para poder mejorar la calidad de caudal de salida.

Las lagunas de oxidación, son estructuras simples diseñadas para mejorar condiciones sanitarias de las aguas residuales afluentes, considerada una tecnología de tratamiento de aguas residuales secundario llevándose a cabo un proceso de depuración espontánea mediante procesos naturales y biológicos. Existen factores externos físicos, químicos y biológicos, que pueden influir negativa y positivamente, según la variación de condiciones establecidas en el diseño de éstas.

Asimismo, las lagunas de oxidación, son clasificadas y diseñadas de acuerdo a la extensión dimensional, reacción biológica, tiempo de retención hidráulica, mecanismos de aeración duración; según las necesidades y posibilidades de la población usuaria. La Norma OS.090, identifica los distintos tipos de las lagunas de oxidación como: Las lagunas anaerobias, son utilizadas en zonas con terrenos reducidos para aguas residuales domésticas y desechos industriales por el cual se recomienda un tratamiento adicional o uso de estas en serie; considerando la implementación de parámetros ideales como: temperatura climática promedio de 20°C, profundidad entre 2.5 y 5 m., periodo de retención nominal con un intervalo de 1 a 5 días, carga orgánica volumétrica de 100 a 300 g DBO/ (m³.d) y una carga superficial mayor de 1000 kg DBO/ ha.día. Las lagunas aeradas, son utilizadas en zonas con terrenos reducidos para aguas residuales domésticas y desechos industriales mayoritariamente orgánicas, evitando el uso de estas en serie; considerando la siguiente clasificación: laguna aerada de mezcla completa, laguna aerada facultativa y laguna facultativa con agitación mecánica. Las lagunas facultativas, pueden considerarse como única unidad de tratamiento en climas fríos basándose su diseño en la temporada más fría; o secundaria si son precedidas de lagunas anaerobias o aeradas; se recomienda una profundidad mayor a 1.5 m; su estructura consta de zonas donde se combina el tipo aeróbica en la parte superior y anaeróbica en la parte inferior, aquí el objetivo será conseguir un efluente lo más descontaminado posible, en este tipo de lagunas no hay olores desagradables, el color de las aguas es un tanto verdoso claro.

Las lagunas facultativas deben construirse a una profundidad de entre 1 y 2.5 m.; de acuerdo a los criterios de diseño establecidos el tiempo de retención hidráulica (t) varia de 5 a 30 días. (CONAGUA, 2007). Las lagunas de maduración, tienen un periodo de retención de aguas entre 3 a 10 días, este tipo suelen considerarse la última etapa del sistema, la misión de estas lagunas es eliminar los organismos patógenos.

(Ysa, 2009) afirma que “dentro de los criterios básicos de diseño deberán determinar en relación óptima, la posición, la naturaleza y el tamaño de las plantas de tratamiento respecto a: la fuente y calidad de agua que se va a tratar, el origen y la composición de las aguas residuales producidas, la naturaleza de las aguas receptoras en las que se van a dispersar las aguas residuales, la configuración y topografía de la comunidad y zonas circundantes y el crecimiento poblacional e industrial esperado”.(pp. 46-47).

Los diseños e implementación de tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales están basadas en las siguientes normativas vigentes:

Tabla 1

Normativas vigentes nacionales

Normativa	Descripción
POLÍTICA AMBIENTAL DEL SECTOR VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO, aprobado mediante Resolución Ministerial N°165-2017-VIVIENDA.	Dentro de sus Lineamientos de Política Ambiental Sectorial considera “Promover e implementar las medidas que contribuyan al control, prevención, y mitigación de la contaminación ambiental y promover la reducción del consumo de recursos naturales, incentivar el reúso, el reciclaje, la ecoeficiencia como estrategias de apoyo a la minimización y al control del deterioro ambiental”. (Ministerio de

	Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2007)
Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) – Perú – 2011 – 2021, aprobado mediante Decreto Supremo N° 014 - 2011 - MINAM	Es un instrumento de planificación nacional que plantea como meta esencial que al 2021 del 100% de aguas residuales tratadas el 50% de estas sean realizadas en otra actividad. (Ministerio del Ambiente, 2011)
Reglamento de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N°001-2010-AG	Señala la prohibición de vertimiento de aguas residuales en las aguas marítimas o continentales, o infraestructura de regadío, sin previa autorización de la Autoridad Nacional del Agua ni tratamiento. (Ley N°29338, 2010, Art. 135°)
Ley General del Ambiente – Ley N°28611	Considera imprescindible alcanzar la calidad necesaria para su reúso sin afectación ambiental u otros. (Ley General del Ambiente - Ley N°28611, 15 de octubre de 2005, Art. 120°)
Decreto Supremo N°003-2010-MINAM	Se aprueban los Límites Máximos Permisibles (LMP), los que determinan la cantidad de sustancias biológicas, físicas y químicas concentradas en aguas efluentes residuales municipales de las PTAR, teniendo como consecuencia afectaciones al ser vivo o al medio ambiente. (Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, 17 de marzo de 2010)

Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas, aprobado mediante R.J. N°224-2013-ANA	Regula el otorgamiento de emisión de autorización de reúso de aguas residuales tratadas (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 31 de mayo de 2013, Art. 1°)
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: Básica.

Diseño de investigación: Se utilizó el diseño no experimental descriptivo, debido a que se muestra el funcionamiento del actual sistema de tratamiento de aguas residuales.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Laguna de oxidación del distrito de Santa Lucia.

Variable Dependiente: Aguas residuales.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: La población estudiada fueron los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales existentes en el distrito de Santa Lucia

- **Criterios de inclusión:** Se consideró a todos los sistemas de evacuación de desagüe existentes del sector que contempla al

conjunto de lagunas conformado por el sistema de lagunas de oxidación N°01 y N°02.

- **Criterios de exclusión:** Únicamente se consideró la laguna actualmente operativa ubicada en colindancia con el Rio Verde.

Muestra: La muestra a estudiar fue la Laguna de oxidación Rio Verde.

Muestreo: A criterio de las investigadoras.

Unidad de análisis: Se consideró el sistema de lagunas de oxidación N°01 del distrito de Santa Lucia por encontrarse en estado operativo, cuyo efluente servirá para las zonas de regadío de áreas verdes contempladas en la presente investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el presente proyecto de investigación se utilizaron como técnica de recolección de datos: ficha de observación, recopilación de información técnica en base al levantamiento topográfico, toma de datos métricos, toma de muestra de aguas residuales, aplicación de Test de pH, medición de temperatura, ficha de registro de datos de toma de muestras, métodos matemáticos teóricos – prácticos, entrevista y análisis documental, tomas fotográficas.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron:

- Ficha de observación: vista ocular, formato de ficha de observación y útiles de escritorio para redacción.
- Levantamiento topográfico: estación total, trípode, prismas, jalones, flexómetro, radio Walkie-Talkie, Software AutoCAD Civil 3D 2018.
- Tomas de datos métricos: flexómetro, regla, lapiceros, cuaderno de apuntes.
- Toma de muestra de aguas residuales: recipientes plásticos (baldes, botellas, vaso), guantes quirúrgicos, lentes.

- Aplicación de test de pH: tira indicadora de pH (papel tornasol), escala de colores de pH, vasos de plástico, cinta masking, plumón, guantes quirúrgicos.
- Medición de temperatura: termómetro digital.
- Ficha de registro de datos de toma de muestras: formato de registro, útiles de escritorio para redacción.
- Métodos matemáticos teóricos – prácticos: conceptos teóricos, aplicación de fórmulas matemáticas, calculadora científica,
- Entrevista: grabadora, cuaderno de apunte, lapicero.
- Análisis documental: recolección de libros, trabajos de tesis, normativa vigente utilizado como fuente bibliográfica.
- Tomas fotográficas: cámara fotográfica, tarjeta de memoria, cable USB.

3.5. Procedimientos

- **Ficha de observación:**

Se procedió a determinar el objeto de estudio, en este caso el sistema de las lagunas de oxidación N°01 del distrito de Santa Lucia para realizar la inspección ocular con el objetivo de la toma de datos de aspectos físicos perceptibles a la vista humana de manera cuidadosa y crítica para proceder al llenado de la ficha de observación impresa con datos tomados en el lugar de observación para poder proponer recomendaciones y conclusiones.

- **Levantamiento Topográfico:**

Se utilizó este método practico-aplicativo para la zona de estudio permitiendo determinar y conocer los datos reales del terreno, curvas de nivel, pendientes de terreno mediante el uso de equipos tecnológicos con alto nivel de precisión como la estación total, complementado con equipos auxiliares como prismas, jalones, trípode, se considerará como el personal

capacitado en el uso de equipos de levantamiento topográfico y personal ayudante para el recorrido del terreno, dependiendo la cantidad mínima de acuerdo a la extensión del terreno.

Para el inicio del levantamiento topográfico, empezaremos el montaje del trípode sobre un punto topográfico inicial de referencia BM, considerando ubicarnos en un lugar con mayor amplitud visual del área a levantar. Proseguimos a la nivelación de la estación total hasta conseguir llevar al centro la burbuja del “ojo de pollo” y evitar toma de datos erróneos y desnivelados. Al haberse montado y nivelado correctamente, procedemos al encendido de la estación total y configurar para el inicio de toma de datos. La toma de datos será con la utilización de instrumentos auxiliares como los prismas sujetos al tirón, manipulados por personal ayudante al topógrafo; estos serán los encargados de recorrer el terreno de estudio y localizar la mayor cantidad de puntos con un desnivel o característica sobresaliente del terreno; hasta terminar la exploración total del terreno.

- **Toma de datos métricos**

Se identificó infraestructura existente dentro del sistema de lagunas de oxidación para proceder con la medición de estas con la utilización de un flexómetro de fibra de vidrio de 50 m., estableciendo la unidad de medición en metros según el Sistema Internacional y esquematizar los datos obtenidos en un dibujo gráfico y detallado de cotas.

- **Toma de muestra de aguas residuales**

Se identificó los puntos de muestreo para los cálculos matemáticos de caudales en las salidas de aguas afluentes de cada unidad del sistema; siendo estos las cajas de entrada y salida de aguas y tuberías de ingreso a las lagunas. Considerándose el cambio de caudales durante el día, es que

se procedió a la toma mínima de 03 muestras de cada unidad en para realizar el promedio de estas con la ayuda de un recipiente y cronómetro para la exactitud de los datos resultantes. Seguidamente se realizó la obtención de muestras significativas de aguas residuales efluentes del sistema para la obtención de datos físicos con instrumentos establecidos, considerando intervalos de tiempo de cada 2 minutos teniendo como resultado 4 muestras prosiguiéndose a la rotulación de cada una, para identificar condiciones como el pH y temperatura.

- **Aplicación de Test de pH**

Con la toma de muestras de aguas residuales efluentes; se procedió al uso la presente técnica, consistiendo en introducir brevemente el papel tornasol dentro de cada una de las muestras de agua rotuladas cubriendo la escala de colores, contemplando un tiempo prudente de 15 segundos según instrucciones y finalmente comparando con la escala universal de colores clasificados por el nivel de pH y anotado en la ficha de registro de datos de toma de muestras.

- **Medición de temperatura**

Se realizó con la ayuda de un termómetro digital para la obtención de datos directos de las aguas contenidas en las unidades del sistema de tratamiento y plasmadas en la ficha de observación y ficha de registro de datos de toma de muestras.

- **Ficha de registro de datos de toma de muestras:**

Ocurrida la aplicación de técnicas para la toma de muestras y medición de aspectos físicos de las aguas residuales efluentes del presente sistema, se realizó el llenado con la ayuda del formato teniendo en cuenta las mediciones de campo tomadas en una determinada hora y ubicación establecida.

- **Métodos matemáticos teóricos – prácticos**

Se aplicaron diferentes fórmulas para el cálculo teórico y práctico, para la obtención de caudales, volúmenes, áreas, promedios estadísticos; reemplazando valores teóricos como constantes o coeficientes según tablas estándares definidas y valores obtenidos experimentalmente en la zona de estudio en formulas establecidas en base a distintos autores como la aplicación de la fórmula de Robert Manning, método del flotador y volumétrico; donde necesitaremos la medición in situ de las estructuras existentes como el canal de Parshall, toma de tiempo con la ayuda de cronometro digital, la medición de tuberías de los caudales efluente con flexómetro, para la aplicación de fórmulas y hallar los datos requeridos en la presente investigación.

- **Entrevista**

Se inició con la identificación de la persona entrevistada prosiguiendo con el inicio de preguntas abiertas establecidas por las tesisistas teniendo como temas de interés del sistema de lagunas de oxidación existentes como: operatividad, mantenimiento, problemática y situación actual de la unidad de estudio.

- **Análisis documental**

Se procedió a la redacción de cartas dirigidas a la representante de la entidad local de la zona de investigación para solicitar la colaboración como unidad usuaria del tema de investigación en base a la Ley de acceso a la información pública; para la presentación ante la entidad mediante Mesa de Partes. Complementando la búsqueda de referencias

bibliográficas de libros, trabajo de tesis, informes técnicos, normativa vigente legal nacional e internacional.

- **Tomas fotográficas**

Se consideró las capturas instantáneas de la ejecución de las distintas técnicas utilizadas en el desarrollo de la presente investigación para validar la veracidad de la información obtenida.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos es considerado descriptivo, teniendo como base de datos la información adquirida con trabajos de campo se procedió a realizar los cálculos matemáticos y procesamiento de datos recolectados con el uso de equipo topográfico en gabinete; teniendo como resultado el caudal efluente del sistema y planos topográficos que serán utilizado para el posterior dimensionamiento de la propuesta. Para la presentación e interpretación de resultados, se realizó la utilización de tablas, gráficos y planos que permitieron el análisis, desarrollo e interpretación de datos para la obtención de las conclusiones.

3.7. Aspectos éticos

El desarrollo del presente proyecto de investigación contiene el proceso de acuerdo a lineamientos establecidos por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo, contando con la ayuda del asesor durante todo el desarrollo de investigación, nuestro proyecto es una investigación innovadora siendo su único objetivo solucionar la problemática identificada en el distrito, sin fines de lucro en beneficio de la población y ornato del distrito de Santa Lucia; siendo de autoría propia, citando correctamente referencias bibliográficas para realizar del trabajo,

comprobado la plataforma anti plagio Turnitin se da fe de lo antes mencionado.

IV. RESULTADOS

Datos generales

- Ubicación política y geográfica

Región : Puno
Provincia : Lampa
Distrito : Santa Lucia

El distrito de Santa Lucia se encuentra localizado en las siguientes coordenadas: OESTE=70°36'33", SUR= 14°41'44"; y altura = 4.045 msnm.

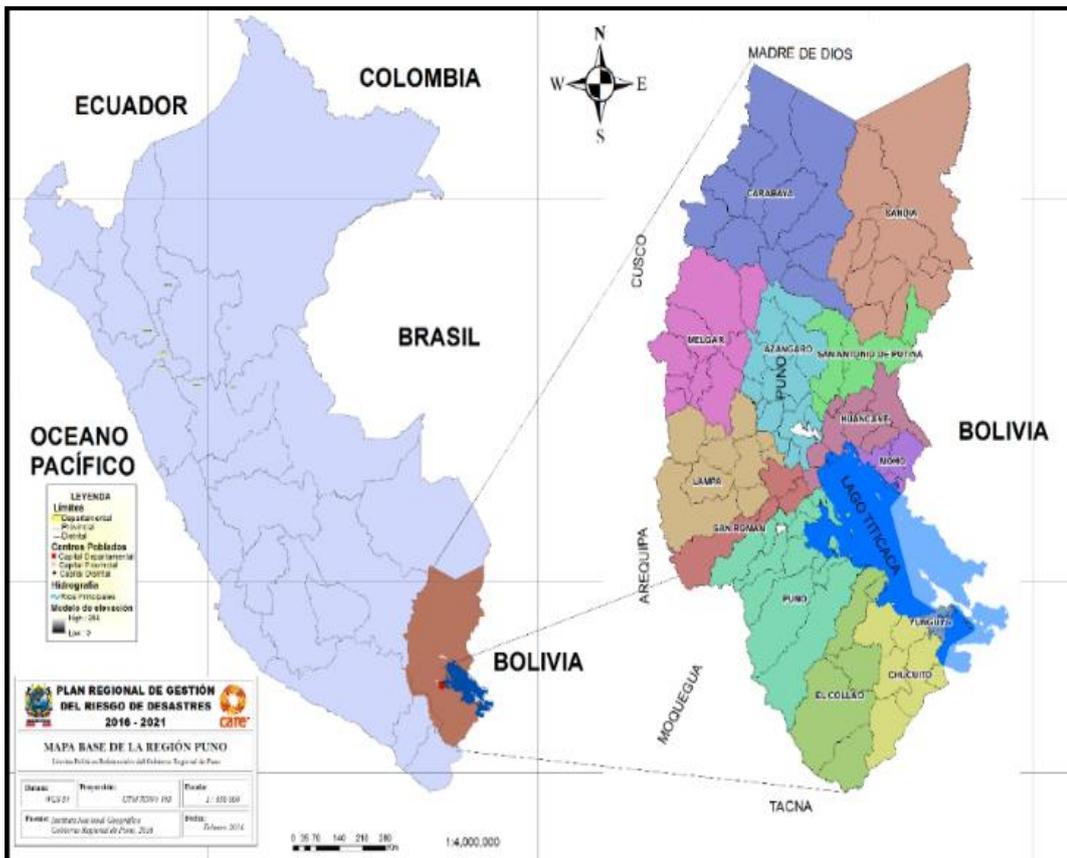


Figura 1: Ubicación geográfica regional de Puno. Fuente: (Puno, 2016)



Figura 2: Ubicación geográfica provincial de Lampa. Recuperado de https://www.familysearch.org/wiki/es/Lampa,_Puno,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa



Figura 3: Límites geográficos del distrito de Santa Lucía (Gobierno de España, 2012)

- Vías de acceso

El distrito de Santa Lucía cuenta con la vía de acceso de red nacional PE 34A, con un tiempo de viaje aproximado de 03 horas cronológicas desde la ciudad de Arequipa; y un tiempo adicional de 10 minutos con medio de transporte vehicular partiendo desde la Plaza de Armas del distrito.

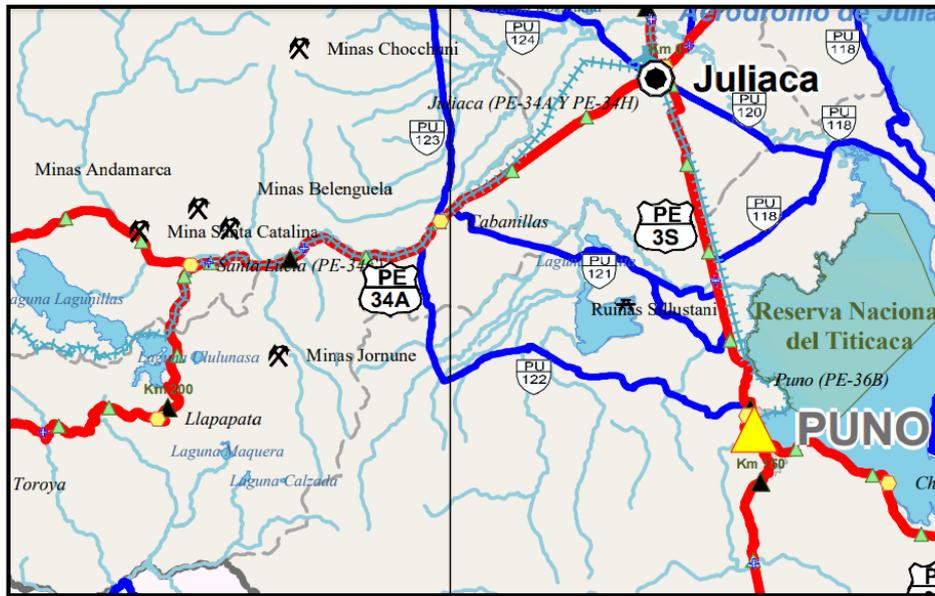


Figura 4: Mapa de acceso vial al distrito de Santa Lucía. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), 2015)

- Clima

El distrito de Santa Lucía cuenta con climas predominantes lluviosos en verano e inviernos secos con heladas moderadas.

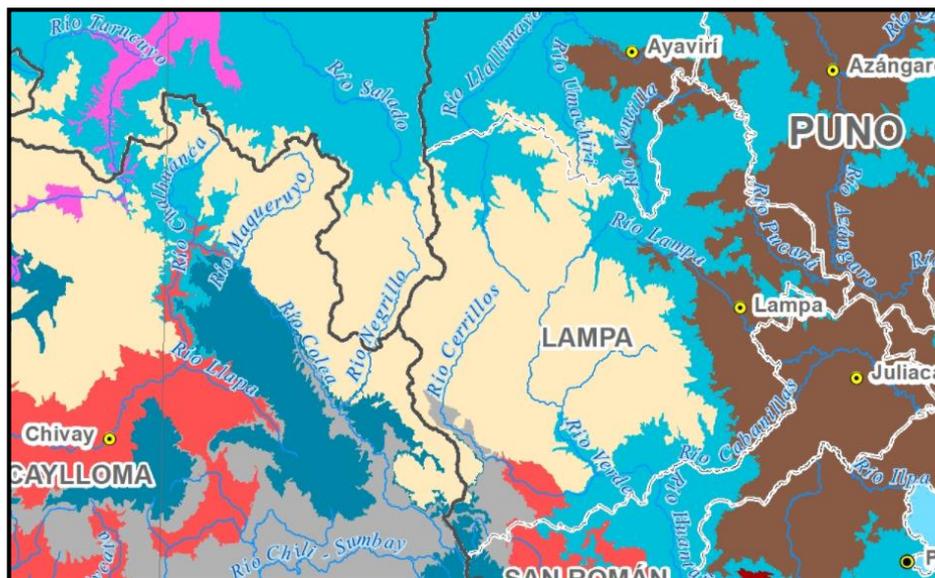


Figura 5. Mapa climatológico en la provincia de Lampa. (SENAMHI, 2020)

- Precipitación

La temporada de precipitaciones pluviales se considera durante los meses desde diciembre hasta marzo y la temporada más escasa entre los meses mayo y agosto.

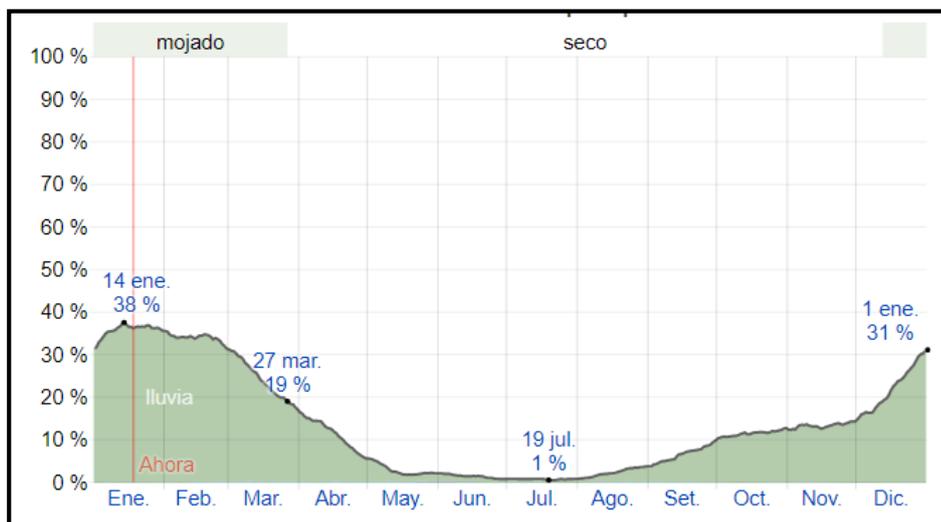


Figura 6: Histograma de precipitación en el distrito de Santa Lucía.
(Weathers Spark)

- Topografía

La topografía de la zona urbana es considerada relativamente plana, cubierta de arbustos de poca altura y de escasa vegetación. En zonas de cultivo se percibe variaciones medias en sus altitudes.

- Condiciones socioeconómicas

La economía de Santa Lucía se basa en la ganadería, agricultura, el turismo, pero sobretodo en la acuicultura, siendo la crianza de truchas su principal fuente de ingreso.

- Población y vivienda

De acuerdo a la base de datos según el CENSO Nacional realizado el año 2017 y procesado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, se concluye que la población del distrito de Santa Lucía tiene un total de 7028 habitantes, clasificados según grupo etario y sexo.

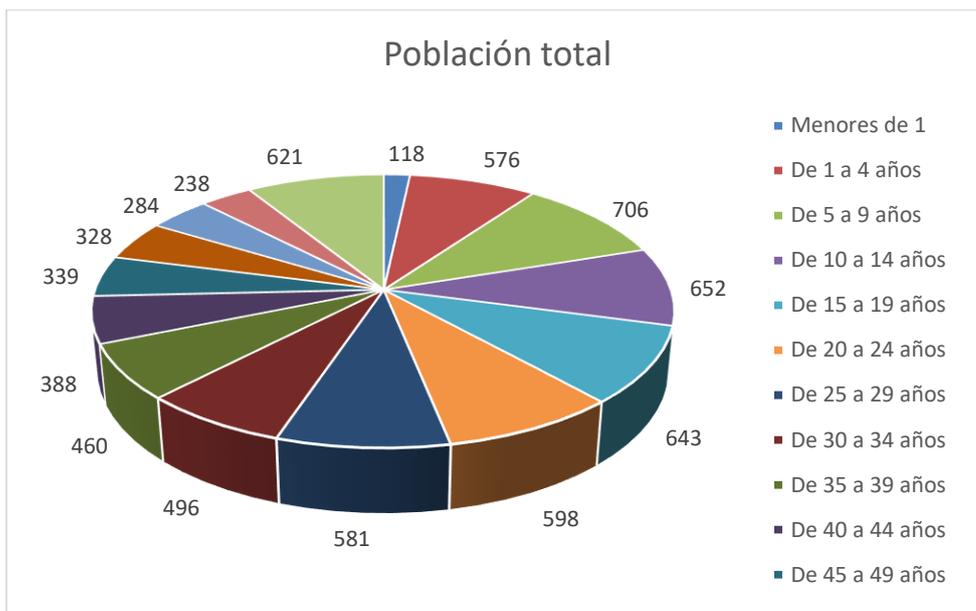


Gráfico 1: Clasificación de población según grupo etario. Nota: El gráfico representa la población total censada en el año 2017 y clasificada según grupo etario de edad. Tomado de (Instituto Nacional de Estadística e Información INEI)

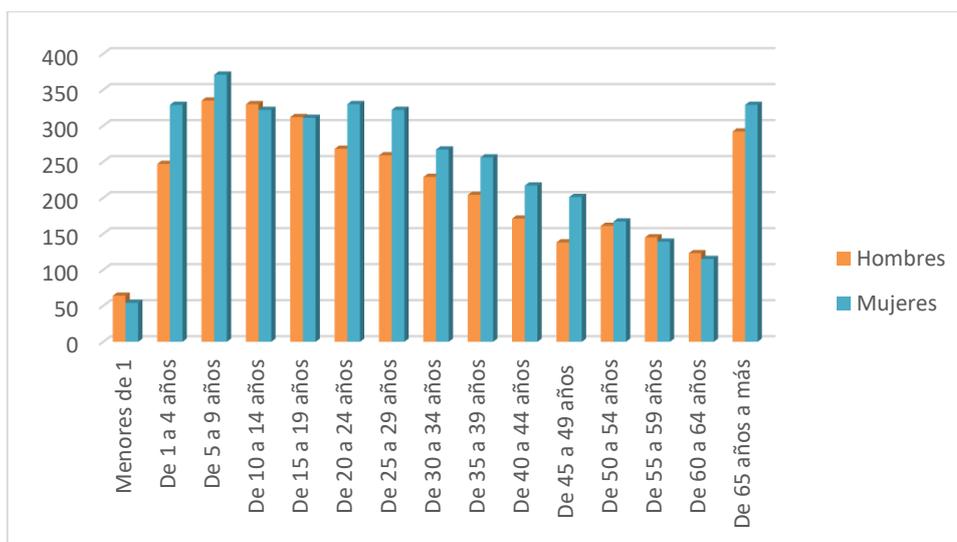


Gráfico 2: Población censada clasificada según sexo. Nota: El gráfico representa la clasificación de la población censada según sexo. Tomado de (Instituto Nacional de Estadística e Información INEI)

- Sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de excretas

El distrito de Santa Lucia cuenta con dichos accesos con una cobertura total del 100%.

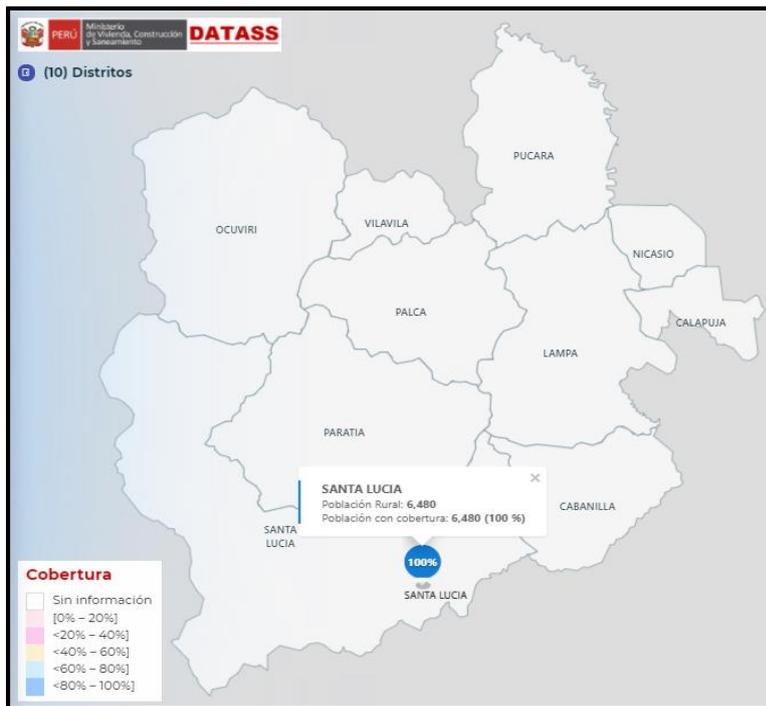


Figura 7: Cobertura del servicio de agua potable en el distrito. Fuente: DATASS

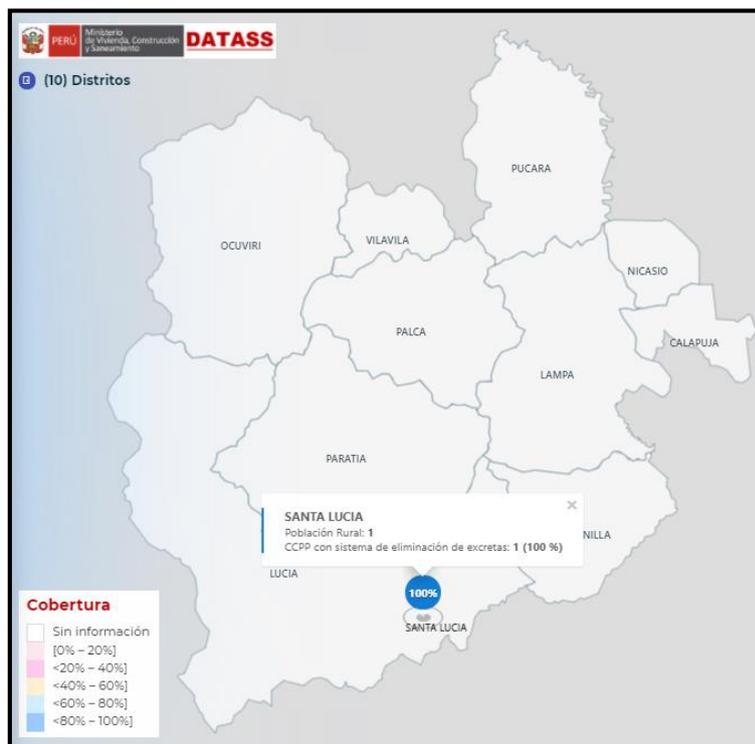


Figura 8: Cobertura del sistema de eliminación de excretas en el distrito. Fuente: DATASS.

Análisis del sistema de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia

El sistema de tratamiento de aguas residuales en estudio abarca una extensión total aproximadamente de 57,147.10 m²; la cual consta de unidades operativas siendo las siguientes: pretratamiento, laguna facultativa primaria, laguna facultativa secundaria.



Figura 10: Vista satelital de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia. Fuente: Google Earth.

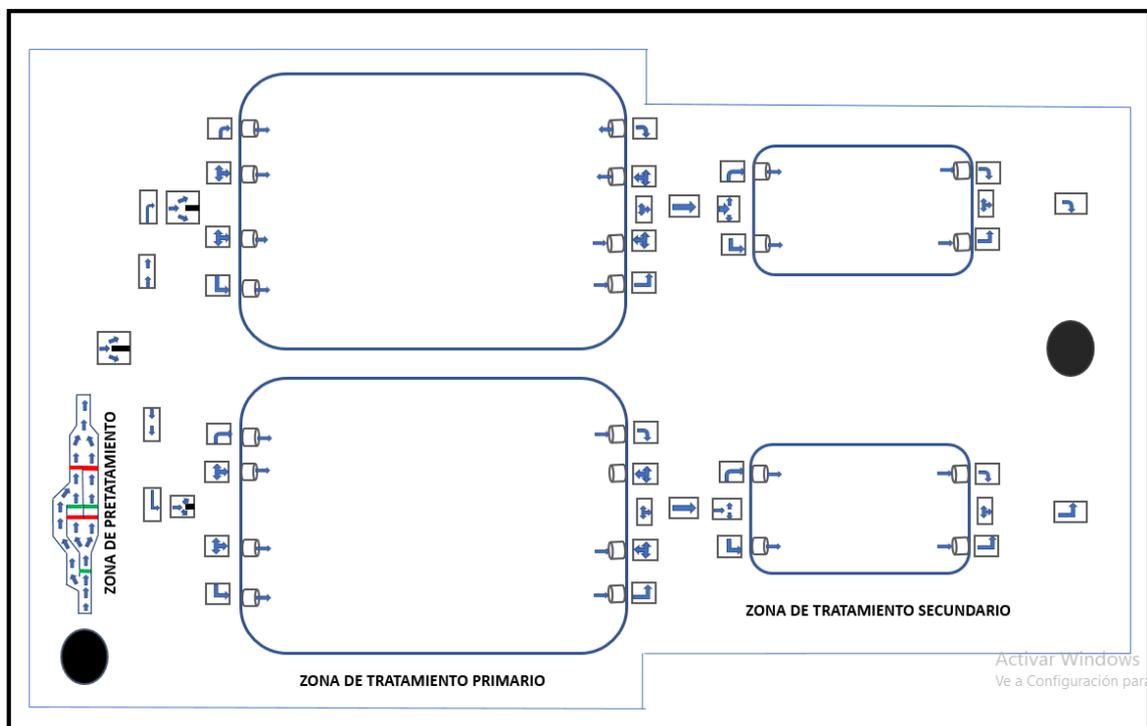


Figura 9. Flujograma del sistema de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia. Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Vista lateral del cerco perimétrico existente. Fuente: Elaboración propia.

- **Pretratamiento:** El sistema de tratamiento de aguas residuales municipales del distrito de Santa Lucia, se da inicio en esta etapa debido a la retención y desbaste de sólidos conducidos por su sistema de alcantarillado evitando así el ingreso mayoritario no esperado de sólidos y materiales en las siguientes unidades de tratamiento; habiéndose cumplido con la instalación rejillas y desarenadores metálicos operativos con un ancho de 0.50 m.; siendo indispensable la toma de datos, medición de la estructura existente, muestras físicas y fotográficas para la obtención de los caudales afluentes y características físicas al no contar con antecedentes.



Figura 12. Vista panorámica de la infraestructura del pretratamiento. Fuente: Elaboración Propia.

Analizando y procesando los datos, tenemos el detalle del canal de Parshall, según la siguiente figura:

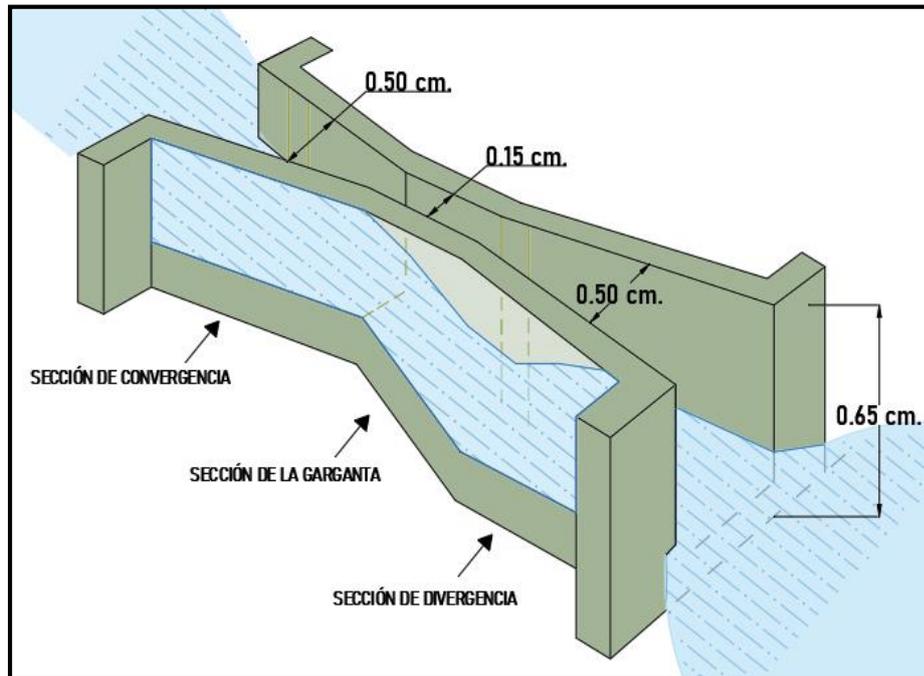


Figura 13: Vista isométrica de la canaleta de Parshall. Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DEL CAUDAL

- Calculo teórico de caudal afluente: Se halló mediante el uso canaleta de Parshall, ubicado en el pretratamiento; considerando las constantes "C" y "n" de acuerdo al ancho de la garganta del canal, según Anexo: Tabla de Características de descarga del canal de Parshall; habiéndose utilizado la siguiente fórmula:

$$Q = C. (H_a)^n \dots (I)$$

Donde:

Q : Caudal

H_a : Tirante de agua

"C" y "n": constantes

Datos:

$$b_{\text{ancho de garganta}} = 15 \text{ cm.} \approx 5.90 \cong 6$$

H_a : Tirante de agua = 0.09 m.

$C = 0.3812$

$n = 1.58$

Reemplazando en la formula (I), tenemos:

$$Q = C (H_a)^n$$

$$Q = 0.3812 \times (0.09)^{1.58}$$

$$Q = 0.008488 \text{ m}^3/\text{s} \approx 8.49 \text{ lts}/\text{s} \dots (1)$$

- Cálculo práctico de caudal afluyente: Se realizó mediante los métodos del flotador y volumétrico.

- Método del flotador: se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = v A \dots (II)$$

Donde:

Q : Caudal

v : velocidad

A : Área

Datos:

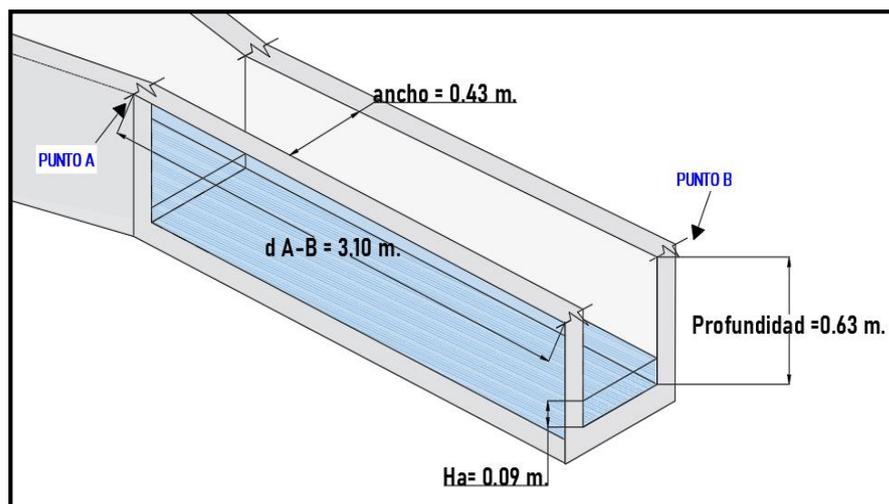


Figura 14. Dimensiones de sección de canal rectangular.

Fuente: Elaboración propia

Empezamos calculando el tiempo promedio, utilizando la media aritmética, según la siguiente tabla:

Tabla 2

Cálculo tiempo promedio

N° de reporte Hora del día	Tiempo de recorrido	Segundos (s)
1	T1	10
2	T2	11
3	T3	8
TIEMPO PROMEDIO A-B		9.67

Resultando:

$$t = 9.67 \text{ s}$$

Reemplazando en la formula (II), tenemos:

$$Q = v A$$

$$Q = \frac{d_{A-B}}{t} \times \text{ancho} \times H_a$$

$$Q = \frac{3.10 \text{ m}}{9.67 \text{ s}} \times 0.43 \text{ m} \times 0.09 \text{ m}$$

$$Q = 0.01241 \text{ m}^3/\text{s} \approx 12.41 \text{ lts}/\text{s} \dots (2)$$



Figura 15: Ensayo del método del flotador. Fuente: Elaboración propia.

- Método volumétrico: este procedimiento requiere del uso de depósito con volumen conocido, para obtener el tiempo de llenado total del envase; utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} \dots \text{(III)}$$

Donde:

Q : Caudal

V : Volumen

t : Tiempo

Se procede a hallar el volumen del recipiente utilizado:

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi (0.13)^2(0.27)$$

$$V = 0.01434 \text{ m}^3 \approx 14.34 \text{ lts}$$

Calculamos el tiempo promedio de los ensayos realizados, utilizando la media aritmética, según el siguiente detalle:

Tabla 3

Estimación del caudal de sección circular

N° de reporte	Hora del día	Tiempo de llenado	Segundos (s)
1	7:00 a. m.	T1	2.81
2	9:00 a. m.	T2	3.05
3	11:00 a. m.	T3	2.95
4	1:00 p. m.	T4	3.05
5	3:00 p. m.	T1	3.15
6	5:00 p. m.	T2	3.17
TIEMPO PROMEDIO			3.03

Resultando un tiempo promedio del llenado total del recipiente de:

$$t = 3.03 \text{ s}$$

Reemplazando en la fórmula (III), tenemos:

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{14.34 \text{ lts}}{1.20 \text{ s}}$$

$$Q = 11.95 \text{ lts/s} \approx 0.01195 \text{ m}^3/\text{s} \dots (2)$$



Figura 16. Ensayo de método volumétrico.
Fuente: Elaboración Propia

- **Tratamiento en lagunas primarias:** está conformada por dos lagunas facultativas con dimensiones de 160 m. de largo y 80 m. de ancho, con una extensión de 13600 m² de área cada una y considerando una profundidad de 4m cada una, aquí las aguas permanecen un tiempo aproximadas de retención de ocho días, trasladándose mediante la red de canales y tuberías a la siguiente unidad de tratamiento. Considerando fundamental la obtención de caudales de las 8 tuberías con un diámetro exterior de 0.16 cm cada uno que regulan el caudal de ingreso a estas unidades.



Figura 17. Vista panorámica lagunas primarias. Fuente: Elaboración propia

CAUDAL DE INGRESO A LAS LAGUNAS PRIMARIAS: se halló mediante el método de volumen para ello se utilizó un recipiente de volumen conocido y cronometro digital, utilizando la fórmula (III):

$$Q = \frac{V}{t} \dots (III)$$

Donde:

Q : Caudal ; V : Volumen; t : Tiempo

○ Caudal de ingreso a Laguna primaria A:

Habiendo seleccionado un balde como recipiente, hallamos su volumen:

$$V_{\text{recipiente}} = \pi(r^2) * H$$

$$V_{\text{recipiente}} = \pi(0.08^2) * 0.195$$

$$V_{\text{recipiente}} = 0.003921m^3/s$$

$$V_{\text{recipiente}} = 3.92 \frac{lbs}{s} \dots (3)$$

Se consideró la obtención de tres muestras con un mismo volumen en cada tubería de las dos lagunas primarias existentes, para encontrar el tiempo promedio de ingreso de caudal con la aplicación de la media aritmética, según la siguiente tabla:

Tabla 4

Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna primaria A

Tubería	1	2	3	4
Tiempo1 (s)	3.62	1.90	2.88	5.89
Tiempo2 (s)	4.21	1.83	2.48	6.53
Tiempo3 (s)	4.13	1.89	2.81	6.95
T promedio (s)	3.99	1.87	2.72	6.46

Reemplazamos los valores hallados en función de la formula (III) para hallar el caudal total de cada unidad:

$$Q = \frac{V}{t} \dots (III)$$

Tabla 5

Cálculo de caudales afluentes laguna primaria A

Tubería (N°)	1	2	3	4
Volumen (m ³)	3.92	3.92	3.92	3.92
Tiempo (s)	3.99	1.87	2.72	6.46
Caudal (m ³ /s)	0.98	2.10	1.44	0.61

Realizamos la sumatoria de caudales para hallar el caudal total:

$$Q_{TotalPrimaria A} = \sum Caudales_{laguna primaria A}$$

$$\sum Caudales_{laguna primaria A} = Q_{tuberia1A} + Q_{tuberia2A} + Q_{tuberia3A} + Q_{tuberia4A}$$

$$Q_{TotalPrimaria A} = 0.98 \text{ lts/s} + 2.10 \text{ lts/s} + 1.44 \text{ lts/s} + 0.61 \text{ lts/s}$$

$$Q_{TotalPrimaria A} = 5.13 \text{ lts/s} \dots (4)$$

- Caudal de ingreso a Laguna primaria B:

El tiempo promedio de ingreso de caudal en cada tubería es de

Tabla 6

Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna primaria B

Tubería	1	2	3	4
Tiempo1 (s)	2.70	4.27	9.51	1.71
Tiempo2 (s)	2.95	3.80	9.49	2.16
Tiempo3 (s)	3.28	4.01	9.95	1.85
T promedio (s)	2.98	4.03	9.65	1.91

Reemplazamos los valores hallados en función de la formula (III) para hallar el caudal total de cada unidad:

$$Q = \frac{V}{t} \dots \text{(III)}$$

Tabla 7

Cálculo de caudales afluentes laguna primaria B

Tubería (N°)	1	2	3	4
Volumen (m ³)	3.92	3.92	3.92	3.92
Tiempo (s)	2.98	4.03	9.65	1.91
Caudal (m ³ /s)	1.32	0.97	0.41	2.05

Realizamos la sumatoria de caudales para hallar el caudal total:

$$Q_{TotalPrimaria B} = \sum Caudales_{laguna primaria B}$$

$$\sum Caudales_{laguna primaria B} = Q_{tuberia1B} + Q_{tuberia2B} + Q_{tuberia3B} + Q_{tuberia4B}$$

$$Q_{TotalPrimaria B} = 1.32 \text{ lts/s} + 0.97 \text{ lts/s} + 0.41 \text{ lts/s} + 2.05 \text{ lts/s}$$

$$Q_{TotalPrimaria B} = 4.75 \text{ lts/s} \dots \text{(5)}$$

Para calcular el caudal de ingreso total a la unidad de tratamiento consistiendo de dos (02) lagunas primarias realizamos la sumatoria de los resultados (4) y (5):

$$\sum Caudal_{ingreso a lagunas primarias} = Q_{TotalPrimaria A} + Q_{TotalPrimaria B}$$

$$Q_{lagunas primarias} = 5.13 \text{ lts/s} + 4.75 \text{ lts/s}$$

$$Q_{lagunas primarias} = 9.88 \text{ lts/s} \dots \text{(6)}$$

- **Tratamiento en lagunas secundarias:** está conformada por dos lagunas facultativas con dimensiones de 90 m. de largo por 45 m. de ancho cada una, con una extensión de 4,050.00 m² de área cada una, considerando una profundidad de 3 m. y con un tiempo de retención de aguas residuales tratadas de diez días aproximadamente; estas aguas convergen hasta cajas de recolección de concreto de conducidas

mediante tuberías de PVC de 16 mm. de diámetro para ser evacuadas al río Verde.

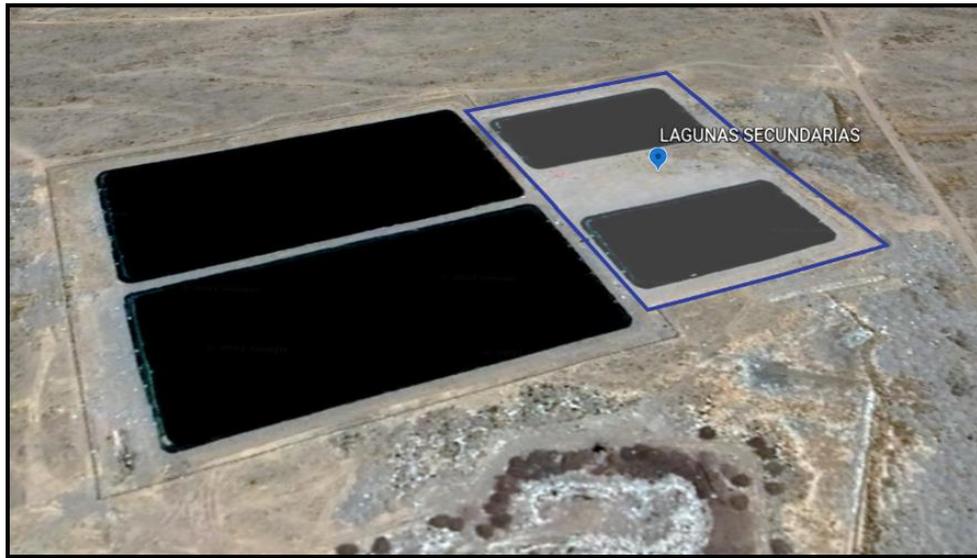


Figura 19. Vista satelital de lagunas secundarias del distrito de Santa Lucia. Fuente: Google Earth.



Figura 18. Vista lateral laguna secundaria facultativa. Fuente: Elaboración propia.

CAUDAL DE INGRESO A LAS LAGUNAS SECUNDARIAS: se halló mediante el método de volumen para ello se utilizó un recipiente de volumen conocido y cronometro digital, utilizando la fórmula (III):

$$Q = \frac{V}{t} \dots \text{(III)}$$

Donde:

Q : Caudal

V : Volumen

t : Tiempo

- Caudal de ingreso a Laguna secundaria A:

Consideramos el resultado (4) siendo el mismo volumen utilizado en las lagunas primarias como en las secundarias para el cálculo de caudales:

$$V_{recipiente} = 3.92 \frac{lbs}{s} \dots \text{(4)}$$

El tiempo promedio de ingreso de caudal en cada tubería es de:

Tabla 8

Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna secundaria A

Tubería	1	2
Tiempo1 (s)	2.31	1.84
Tiempo2 (s)	1.32	1.51
Tiempo3 (s)	2.43	2.17
T promedio (s)	2.02	1.84

Reemplazando los valores hallados, en la formula (III):

$$Q = \frac{V}{t} \dots \text{(III)}$$

Tabla 9

Cálculo de caudales afluentes laguna secundaria A

Tubería (N°)	1	2
Volumen (m ³)	3.92	3.92
Tiempo (s)	2.02	1.84
Caudal (m ³ /s)	1.94	2.13

Realizamos la sumatoria de caudales para hallar el caudal total:

$$Q_{TotalSecundaria A} = \sum Caudales_{laguna Secundaria A}$$

$$\sum Caudales_{laguna Secundaria A} = Q_{tub secundaria 1A} + Q_{tub secundaria 2A}$$

$$Q_{TotalSecundaria A} = 1.94 \text{ lts/s} + 2.13 \text{ lts/s}$$

$$Q_{TotalSecundaria A} = 4.07 \text{ lts/s} \dots (7)$$

- Caudal de ingreso a Laguna secundaria B:

El tiempo promedio de ingreso de caudal en cada tubería es de:

Tabla 10

Cálculo de tiempo promedio en tuberías de la laguna secundaria B

Tubería	1	2
Tiempo1 (s)	2.38	3.54
Tiempo2 (s)	2.35	3.55
Tiempo3 (s)	1.98	3.34
T promedio (s)	2.24	3.48

Reemplazando los valores hallados en función de la formula (III):

$$Q = \frac{V}{t} \dots (III)$$

Tabla 11

Cálculo de caudales afluentes laguna primaria B

Tubería (N°)	1	2
Volumen (m ³)	3.92	3.92
Tiempo (s)	2.24	3.48
Caudal (m ³ /s)	1.75	1.12

Realizamos la sumatoria de caudales para hallar el caudal total:

$$Q_{TotalSecundaria B} = \sum Caudales_{laguna Secundaria B}$$

$$\sum Caudales_{laguna Secundaria B} = Q_{tub secundaria 1B} + Q_{tub secundaria 2B}$$

$$Q_{TotalSecundaria B} = 1.75 \text{ lts/s} + 1.12 \text{ lts/s}$$

$$Q_{TotalSecundaria B} = 2.87 \text{ lts/s} \dots (8)$$

Para calcular el caudal de ingreso total a la unidad de tratamiento consistiendo de dos (02) lagunas secundarias realizamos la sumatoria de los resultados (7) y (8):

$$\sum Caudal_{ingreso a lagunas secundarias} = Q_{TotalSecundaria A} + Q_{TotalSecundaria B}$$

$$Q_{lagunas secundarias} = 4.07 \text{ lts/s} + 2.87 \text{ lts/s}$$

$$Q_{lagunas secundarias} = 6.94 \text{ lts/s} \dots (9)$$

- Cálculo de caudal efluente lagunas secundarias: se realizó el método del flotador, utilizando las siguientes fórmulas:

$$Q = v A \dots (II)$$

Donde:

Q : Caudal

v : velocidad

A : Área

Considerando una sección circular parcialmente llena, para el cálculo del área se utilizó las siguientes fórmulas:

$$A = 0.5 r^2(\theta - \sin \theta) \dots (IV)$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{y^2}{r}\right) \dots (V)$$

Donde:

A : Área

v : velocidad

r : radio de tubería

y : Tirante de agua

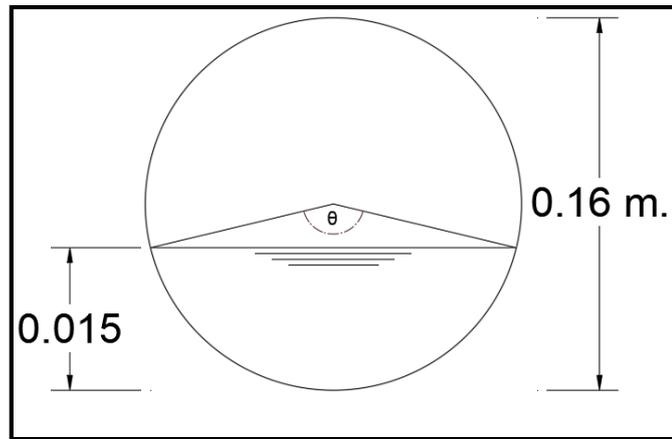


Figura 20 Ilustración de sección circular de tubería efluente. Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la fórmula (V), tenemos:

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{y^2}{r}\right) \dots (V)$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{0.015^2}{0.08}\right)$$

$$\theta = 71.32^\circ \dots (10)$$

Encontrado el ángulo θ , hallamos el área de la sección utilizando la fórmula (IV):

$$A = 0.5 r^2(\theta - \sin \theta) \dots (IV)$$

$$A = 0.5 (0.08)^2(71.32^\circ - \sin(71.32^\circ))$$

$$A = 0.2252 \text{ m}^2$$

Habiendo realizado tres veces el método del flotador, calculamos la velocidad; según el siguiente detalle:

Tabla 12

Estimación de velocidad del caudal

N° de reporte	Distancia recorrida (m)	Tiempo que demora (s)	Velocidad(m/s)
1	5.38	222.89	0.024
2	5.38	236.78	0.023
3	5.38	241.23	0.022
TIEMPO PROMEDIO		233.633	0.023

Obtenidos los datos, aplicamos la fórmula (II):

$$Q = v A \dots (II)$$

$$Q = \left(0.023 \frac{m}{s}\right) (0.2252 m^2)$$

$$Q = 0.005202 m^3/s$$

$$Q = 5.18 lr/s \dots (11)$$

Habiendo obtenido los caudales de ingreso a cada una de las unidades de tratamiento del presente sistema, se consolida según el siguiente detalle:

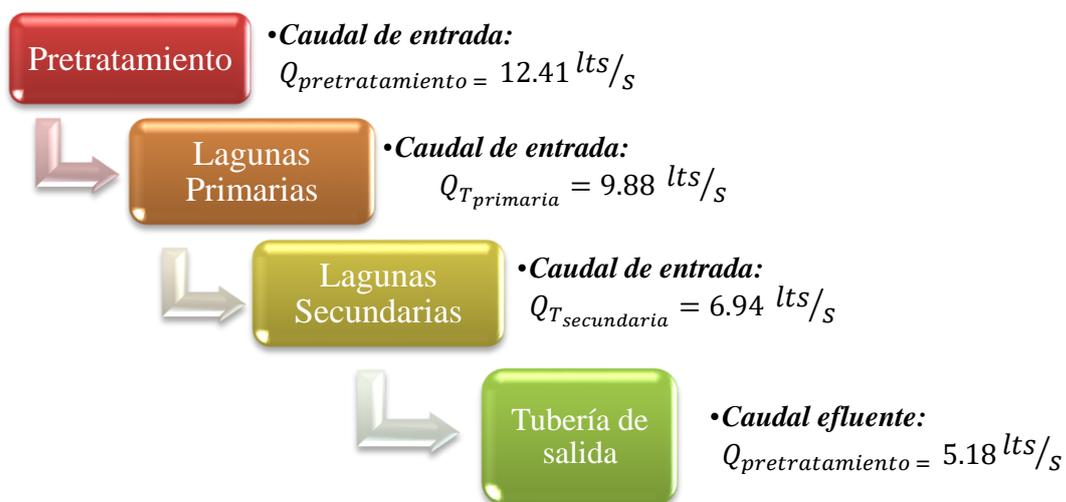


Gráfico 3. Caudales del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Santa Lucia. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de áreas verdes en el distrito Santa Lucia

- Áreas verdes existentes:

El distrito de Santa Lucia actualmente tiene distintos lugares donde se puede utilizar las aguas tratadas como de regadío de áreas verdes, tenemos:

- o Plaza principal: cuenta con un área total de 6646.79 m², de los cuales se identificó un área verde existente de 1957.40 m²



Figura 21. Foto satelital Plaza de Armas del distrito. Fuente: Google Earth

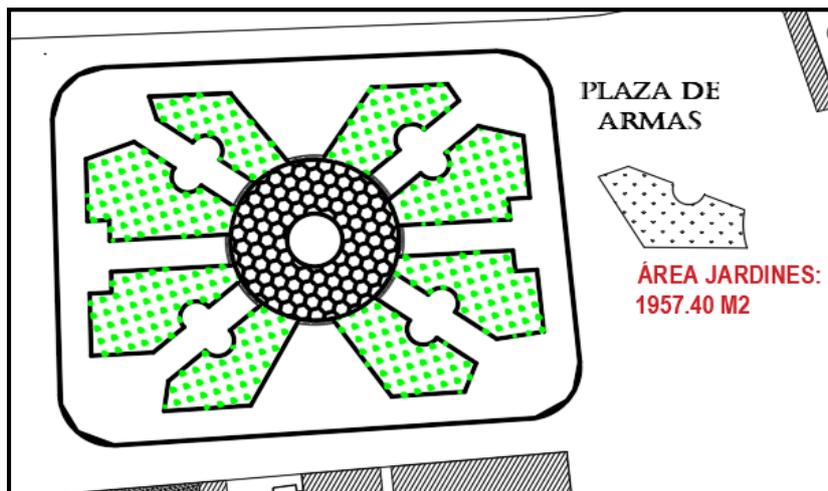


Figura 22. Referencia catastral de la Plaza de Armas.
Tomado de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

- Estadio municipal: cuenta con un área total de 23643.74 m², de los cuales se identificó un área deportiva de 15496.78 m², área de palcos de 1626.00 m² y un área verde existente de 6722.26 m².



Figura 23. Vista satelital del Estadio municipal del distrito. Fuente: Google Earth



Figura 24. Referencia catastral del Estadio municipal.
Tomado de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

- Instituto Superior Tecnológico "Santa Lucia": cuenta con un área total de 11655.91 m², de los cuales se identificó una losa deportiva de 600.00 m², área construida de 695.46 m², un laboratorio de 180.00 m² y un área libre de 10180.45 m².



Figura 25 Vista satelital del I.S.. "Santa Lucia". Fuente: Google Earth

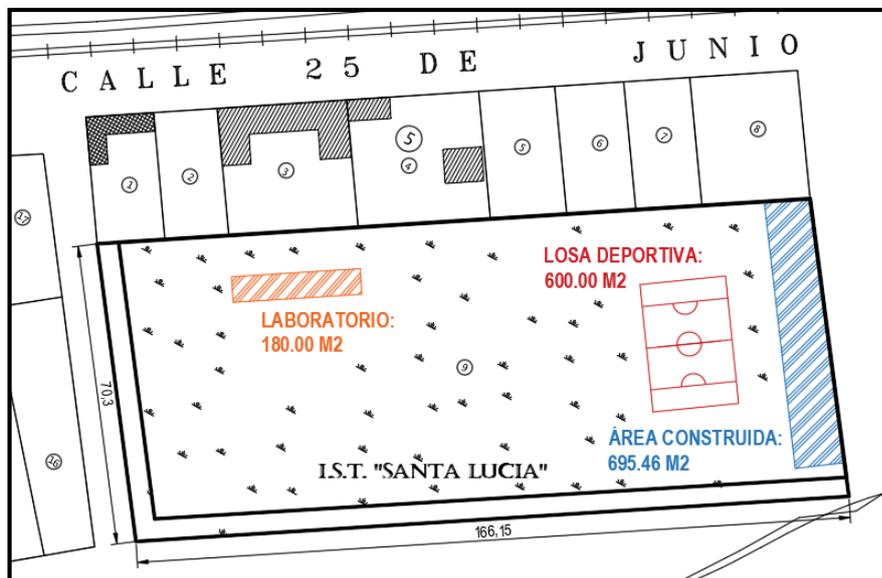


Figura 26. Referencia catastral del I.S.T. "Santa Lucia". Tomado de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

- Colegio Nacional José Carlos Mariátegui: cuenta con un área total de 36247.79 m², de los cuales se identificó una losa deportiva de 840.00 m², área construida de 1661.25 m² y un área libre de 33746.54 m².



Figura 27. Vista satelital del Colegio Nacional José Calos Mariátegui

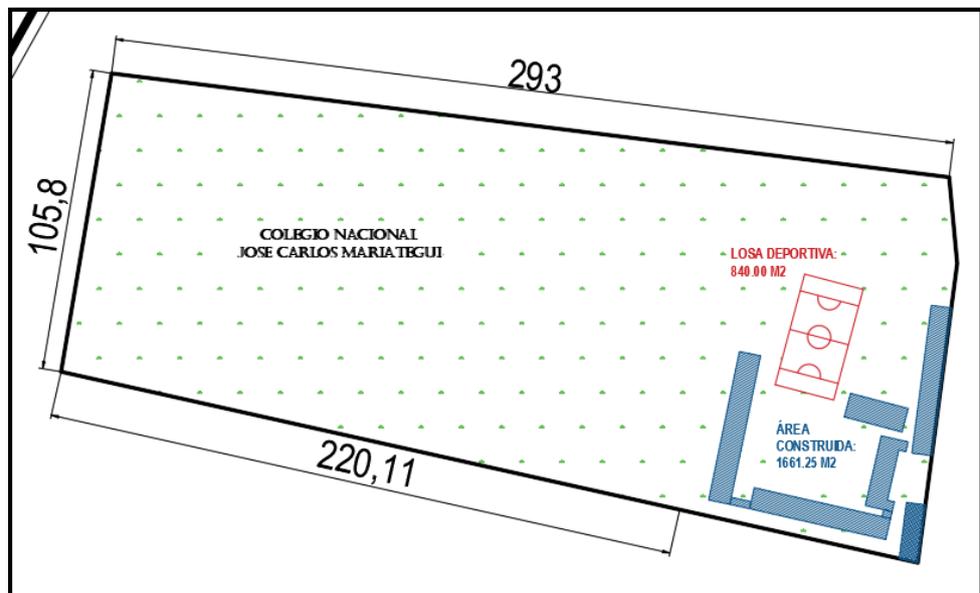


Figura 28. Referencia catastral del Colegio Nacional José Carlos Mariátegui. Tomado de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

- Colegio Industrial: cuenta con un área total de 11147.48 m², de los cuales se identificó área construida de 1093.47 m², patio de 3065.35 y un área libre de 6988.66 m².



Figura 29 Referencia catastral del Colegio Industrial. Fuente: Google Earth

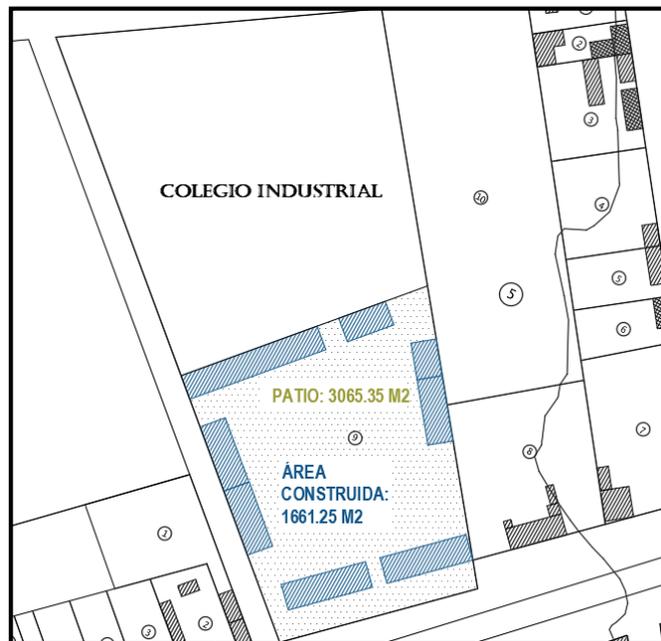


Figura 30 Referencia catastral del Colegio Industrial. Tomado de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

- Intersección vial: se cuenta con un área verde con poca vegetación con un área de 1,792.99 m².



Figura 31. Vista satelital de la intersección vial. Fuente: Google Earth



Figura 32. Referencia catastral de la intersección vial. Tomado de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

- Zonas de áreas verdes proyectadas:

- Cementerio Municipal: se propone arborizar en todo el perímetro de la infraestructura.



Figura 33. Vista satelital del Cementerio Municipal.

Fuente: Google Earth

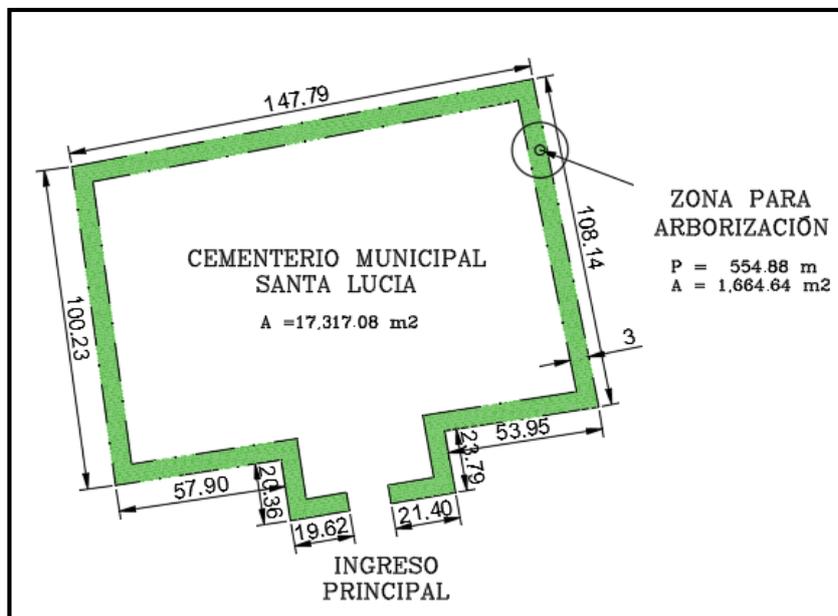


Figura 34. Estimación de zona para arborización del Cementerio Municipal. Fuente: Elaboración Propia

- Lagunas de oxidación: se propone arborizar terrenos colindantes al cerco perimétrico existente.

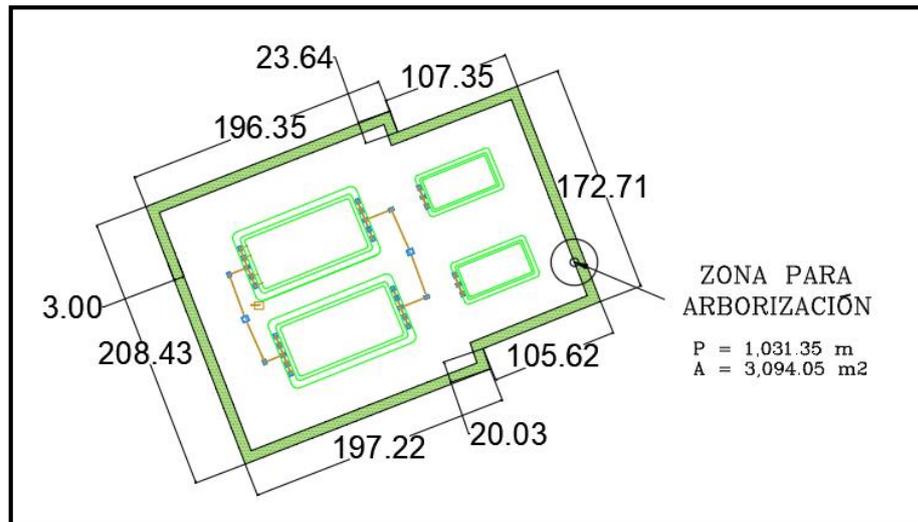


Figura 35. Estimación de zona para arborización en las lagunas de oxidación. Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo de Áreas de arborización:** Habiéndose considerado la determinación de áreas verdes dentro de la zona urbana y alrededores del distrito de Santa Lucia, procedemos a la sumatoria de estas para determinar la cantidad total destinada a áreas para regadío:

Tabla 13

Estimación de área total para regadío de áreas verdes

CÁLCULO DE ÁREAS DE ARBORIZACIÓN	
Áreas verdes existentes:	
- Plaza de armas	1957.40 m ²
- Estadio municipal	6722.96 m ²
- I.S.T. "Santa Lucia"	10180.45 m ²
- Colegio Nacional José Carlos Mariátegui	337436.54 m ²
- Colegio Industrial	6988.66 m ²
- Intersección vial	1792.99 m ²
Áreas verdes proyectadas:	
- Cementerio Municipal	1664.64 m ²
- Lagunas de oxidación	3094.35 m ²
Área total identificada para áreas verdes	369936.00 m²

DETERMINACIÓN DE FLORA PARA ÁREAS VERDES IDENTIFICADAS DEL DISTRITO

Para seleccionar la flora a sembrar en las áreas identificadas del distrito en el presente proyecto; se consideraron factores como: clima, temperatura, consumo hídrico para regadío, hábitat; para asegurar el desarrollo y crecimiento del sembrío. Proponiendo las siguientes alternativas:

- **Grass rye inglés:** Perteneciente a la familia de las gramíneas, se consideró una dotación de agua de 10 litros/m² de grass para el sembrado y riego.

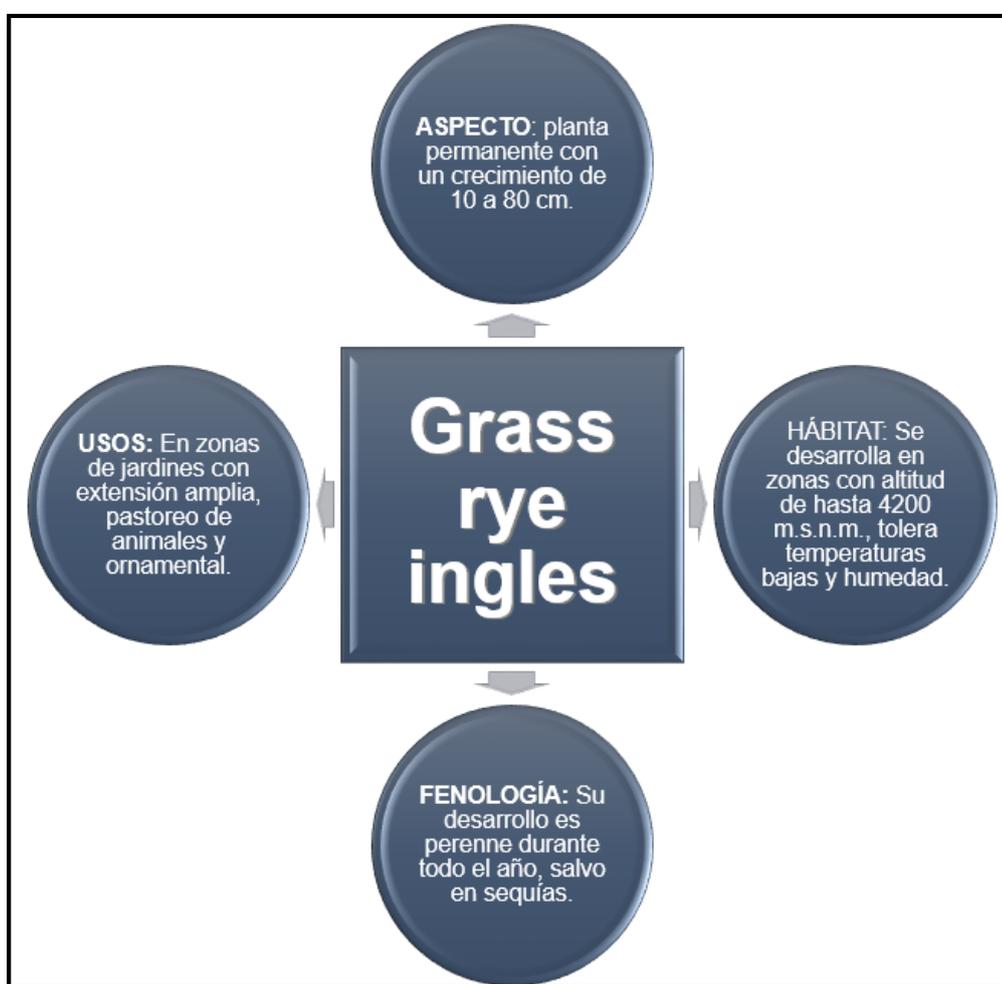


Figura 36. Características principales del grass rye inglés. Fuente: Elaboración propia

- **C'olle (Buddleja coriacea):** Perteneciente a la familia de las Buddlejaceae, se consideró una dotación de 20 litros por árbol plantado, la distancia considerada para el sembrado entre árboles es de 3 metros.

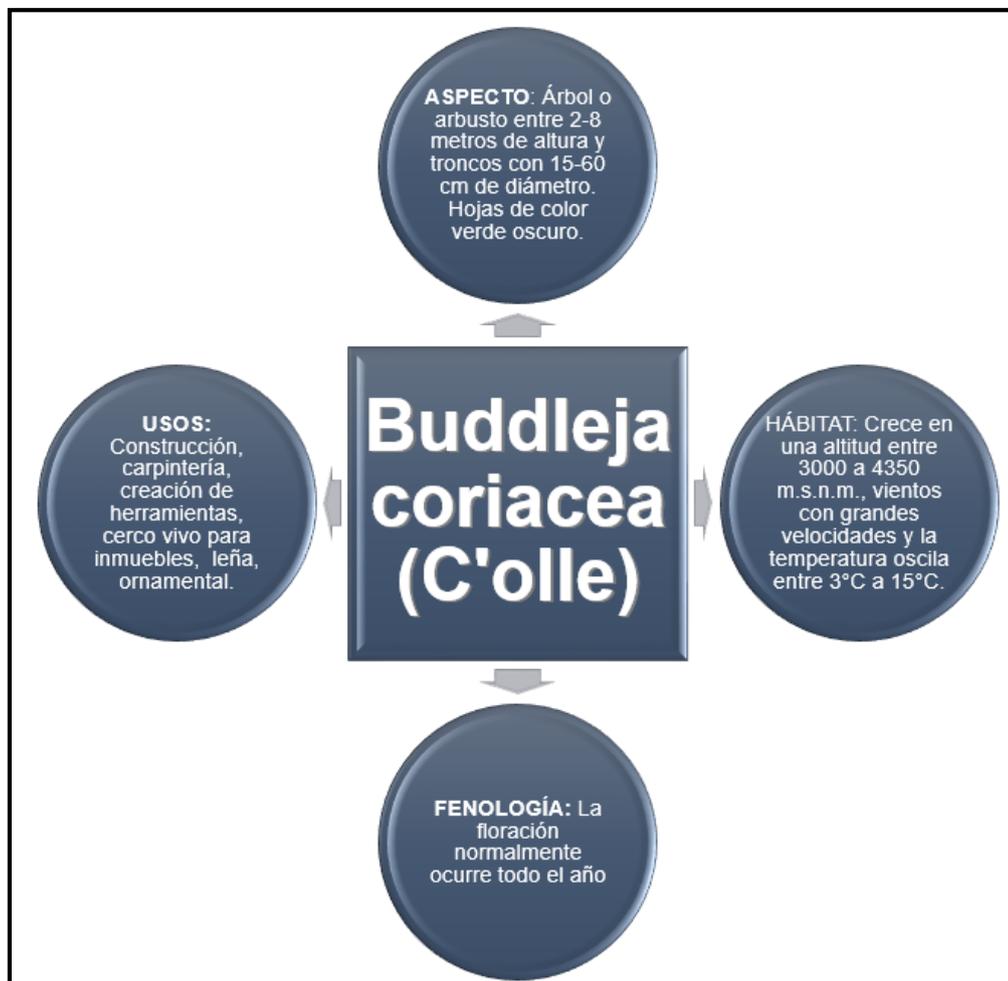


Figura 37 Características principales del C'olle. Fuente: Elaboración propia

- **Puya Raimondi:** Perteneciente a la familia Bromeliaceae, al no necesitar cantidades hídricas altas se necesitará de un riego programado cada 7 días con un valor mínimo de dotación de agua de 20 litros/m².



Figura 38. Características principales del grass rye inglés. Fuente: Elaboración propia.

ESTIMACIÓN TOTAL DE DEMANDA HÍDRICA

Se establecieron los siguientes cálculos para determinar la demanda hídrica total para las áreas verdes existentes y proyectadas en el distrito de Santa Lucía, según la siguiente tabla:

Tabla 14

Cálculo Total de Demanda Hídrica en áreas verdes del distrito

		CÁLCULO DE DEMANDA HÍDRICA SEGÚN FLORA SELECCIONADA									DEMANDA HÍDRICA PARCIAL (lts.)
		GRASS RYE INGLÉS			C'OLLE			PUYA DE RAIMONDI			
CÁLCULO DE ÁREAS DE ARBORIZACIÓN		ÁREA A SEMBRAR (m ²)	DOTACIÓN DE AGUA (lts / m ²)	DEMANDA HÍDRICA (lts)	NÚMERO DE ÁRBOLES (área(m ²) / árbol)	DOTACIÓN DE AGUA (lts/árbol)	DEMANDA HÍDRICA (lts)	ÁREA A SEMBRAR (m ²)	DOTACIÓN DE AGUA (lts)	DEMANDA HÍDRICA (lts)	
Plaza de armas	1957.40 m ²	$\frac{1957.40}{2} = 978.70 \text{ m}^2$	10 lts/m ²	9,787.00 lts	$\frac{978.70}{9} = 108.74 \approx 109$	20	2,180 lts	-	-	-	11,967.00 lts
Estadio municipal	6,722.96 m ²	6722.96 m ²	10 lts/m ²	67,229.60 lt	-	-	-	-	-	-	67,229.60 lts
I.S.T. "Santa Lucia"	10,180.45 m ²	10,180.45 m ²	10 lts/m ²	101,804.50	$\frac{166.15}{9} = 18.54 \approx 19$	20	380.00 lts	-	-	-	102,184.50 l

Colegio Nacional José Carlos Mariátegui	337,436.54 m ²			$\frac{618.91}{9}$ = 68.77 ≈ 69	20	1380 lts	-	-	-	11,560.45 lts
Colegio Industrial Intersección vial	6,988.66 m ²	6,988.66 m ²	10 lts/m ²	6,988.66 lts	-	-	-	-	-	6,988.66 lts
Cementerio Municipal Lagunas de oxidación	1,792.99 m ²	-	-	-	-	-	1,792.99 m ²	20	35,859.80 lts	35,859.80 lts
Cementerio Municipal Lagunas de oxidación	1664.64 m ²	-	-	-	$\frac{1,664.64}{9}$ = 184.96 ≈ 185	20	3,700.00 lts	-	-	3,700.00 lts
Cementerio Municipal Lagunas de oxidación	3,094.35 m ²	-	-	-	$\frac{3,094.35}{9}$ = 343.82 ≈ 344	20	6,880.00 lts	-	-	6,880.00 lts
TOTAL	Área	362,306.81			726 árboles		1,792.99 m			370,633.80 m
	Litros		195,990.21			14,440.00		35,859.80		246,290.01 l

DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO DEL AGUA

La propuesta consiste diseñar una laguna de embalse que estará ubicada al final del sistema de tratamiento, donde se depositará el caudal efluente para posterior uso en regadío.

Para hallar la medida del embalse que será el lugar donde se almacenará el agua, se considera el caudal efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales y las condiciones teóricas de una laguna facultativa.

- Asumiendo los siguientes valores teóricos:

$$\text{Tiempo de retencion} = 6 \text{ dias}$$

$$\text{Profundidad} = 1,8 \text{ metros}$$

- Consideramos la fórmula general del caudal:

$$Q = 5.18 \frac{m^3}{s} * \frac{60 s}{1min} * \frac{60min}{1h} * \frac{24h}{1dia}$$

$$Q = 447.52 m^3 / dia$$

$$Q = 447520 \text{ ltr} / dia$$

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$Q = \frac{L * L * h}{\text{tiempo}}$$

$$447.52 m^3 / dia = \frac{L^2 * 1.80}{6 dias}$$

$$447.52 * 6 m^3 = L^2 * 1.80$$

$$L = \sqrt{\frac{447.52 * 6}{5}}$$

$$L = 23.17 m \approx 24m$$

Entonces el diseño del reservorio rectangular será:



Figura 40. Vista planta de la geometría del Reservorio. Fuente: Elaboración propia.

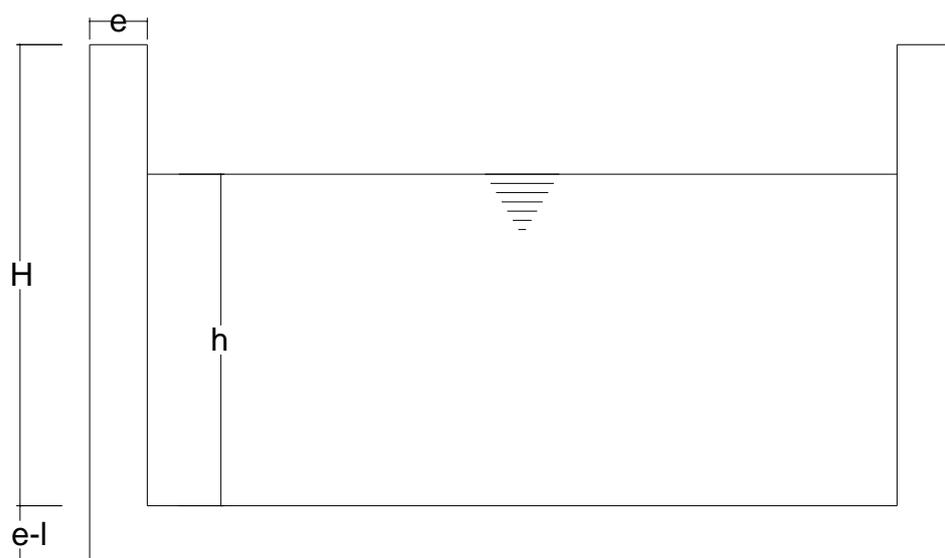


Figura 39. Vista de perfil de la geometría del Reservorio. Fuente: Elaboración propia.

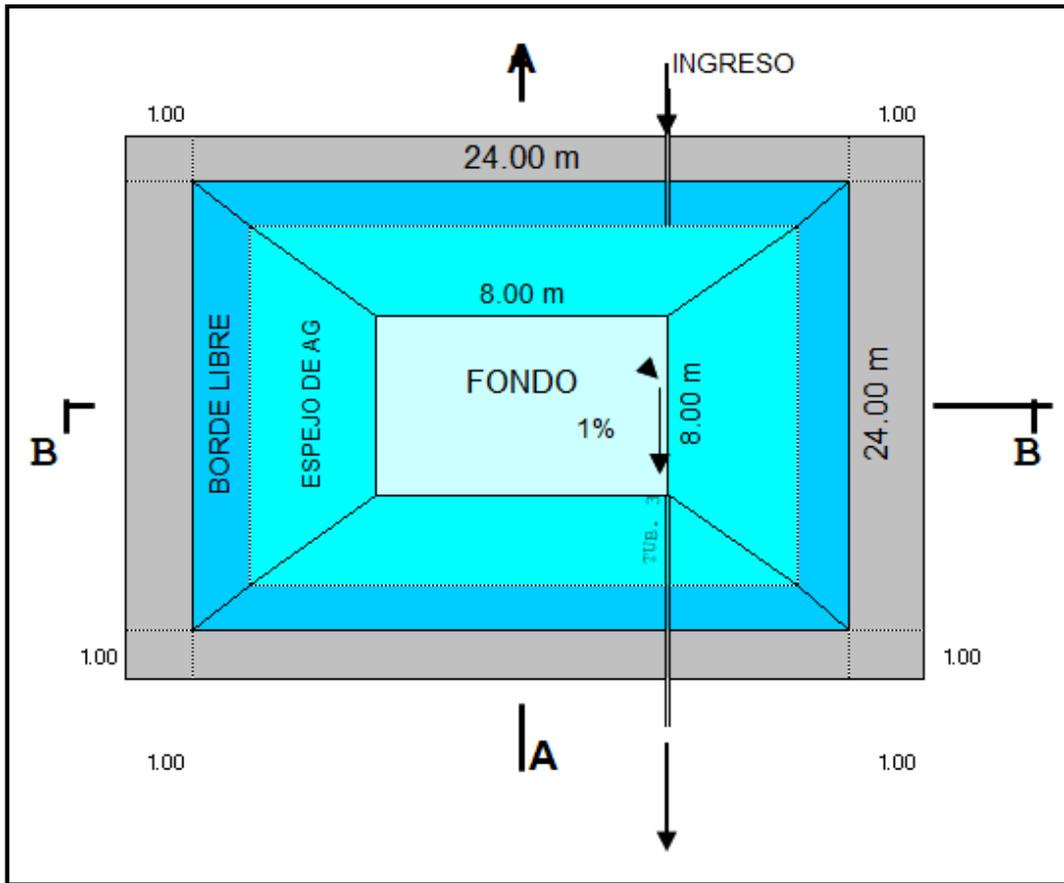


Figura 41. Vista de perfil del Reservorio con geo membrana.
Fuente: Elaboración propia.

- Geometría del reservorio:
 - o Largo: 24.00 m
 - o Ancho: 24.00 m.
 - o Altura de muro: 1.80 m.
 - o Borde libre: 0.50 m.
 - o Relación largo/altura de agua ($1 \leq X \leq 3$): 12.00 m.
 - o Relación ancho/altura ($0.5 \leq X \leq 3$): 12.00 m.

- Datos de muro:
 - o Resistencia a la compresión ($f'c$): 210 kg/cm²
 - o Peso específico del concreto (γ_c): 2400 kg/m³
 - o Esfuerzo de fluencia del acero (f_y): 4200 kg/cm²
 - o Espesor mínimo: 40 cm.



Figura 42. Plano topográfico de las lagunas de estabilización y propuesta del reservorio.
Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Haciendo un análisis del sistema de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia, se constató la existencia de un sistema conformado por varias etapas: el pretratamiento, el tratamiento primario, el tratamiento secundario y posteriormente la evacuación de estas aguas, a través de una tubería subterránea, hacia un cuerpo receptor como lo es el río Limón Verde. La primera etapa la constituye un sistema de canales donde se realiza la retención en rejillas de cuerpos sólidos, aquí se pudo identificar el canal de Parshall el cual nos permitió hallar el caudal de ingreso al sistema de tratamiento, teniendo como resultado un caudal teórico de 8.49 lts/seg; también se halló el caudal de una forma práctica in situ teniendo como resultado 12.41 lts/seg; en esta etapa también fue posible hallar el caudal mediante el método volumétrico obteniendo un caudal de 11.95 lts/seg. Posteriormente se encuentran dos lagunas facultativas, donde se realiza el tratamiento primario, con dimensiones de 160 m. de largo y 80 m. de ancho, aquí llegan las aguas provenientes del pretratamiento a través de cuatro tuberías de 0.16 m de diámetro en cada laguna y las aguas son almacenadas por un periodo de ocho días; para conocer el caudal de ingreso a las lagunas primarias se utilizó el método volumétrico en el cual se ocupó un recipiente de volumen conocido y se contabilizó con un cronómetro el tiempo de llenado del recipiente, esta operación se realizó cuatro veces en cada tubería que emergió en cada laguna para así obtener un promedio y luego hallar la sumatoria de todos los caudales que se depositan en esta etapa, obteniendo como resultado 9.88 lts/seg. En la siguiente etapa encontramos dos lagunas facultativas secundarias que constan de una medida de dimensiones de 90 m. de largo por 45 m. de ancho cada una, aquí se realiza una retención de agua de diez días y posteriormente son evacuadas a través de cuatro tuberías de 16mm en cada laguna; determinándose el caudal mediante el método volumétrico donde se utilizó el mismo recipiente de la etapa anterior y se contabilizó con un cronómetro el tiempo de llenado del recipiente, esta operación se realizó cuatro veces en cada tubería de 16mm que emergen en cada laguna secundaria para así obtener un promedio y luego hallar la sumatoria de todos los caudales que se depositan en esta etapa, obteniendo

como resultado 6.94 lts/seg. Finalmente para hallar el caudal efluente de todo el sistema de lagunas de oxidación, se aprovechó el canal ubicado al final de la estructura que consta de una sección circular y se utilizó el método del flotador, para lo cual utilizamos un cuerpo con peso despreciable y con ayuda del cronómetro se contabilizó el tiempo de llegada de un punto conocido a otro, este procedimiento se realizó en tres oportunidades, para luego determinar un promedio, con los datos obtenidos en campo y utilización de las fórmulas teóricas establecidas para hallar el caudal, se obtuvo un caudal efluente del sistema de las lagunas de oxidación con un valor de 5.18 lts/seg.

Todos los procedimientos realizados para conocer el caudal efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales fueron fundamentales para así poder encontrar la oferta de agua que tenemos y poder comparar con la demanda hídrica propuesta para el riego de áreas verdes en el distrito. Considerándose que, si nuestra oferta cubre la demanda, se generará el aprovechamiento de las aguas residuales; es por eso que se consideraron valores teóricos establecidos en la Norma OS.090, que especifica el cumplimiento de normas de calidad en el tratamiento de las aguas residuales siendo el principal objetivo para mejorar su calidad a la llegada del cuerpo receptor; asimismo se debe considerar la implementación de parámetros ideales como: temperatura climática promedio de 20°C, profundidad entre 2.5 y 5 m., periodo de retención nominal con un intervalo de 1 a 5 días, carga orgánica volumétrica de 100 a 300 g DBO/ (m³.d) y una carga superficial mayor de 1000 kg DBO/ ha.día.

Con respecto al levantamiento topográfico de la zona de investigación, los estudiantes contaron con instrumentos calibrados y de alta precisión, realizándose así con la utilización de la estación total en dos oportunidades, lo que nos permitió reconocer la topografía del terreno y considerar para el diseño del reservorio de aguas residuales; el terreno en investigación es considerado un terreno ondulado con una pendiente mínima de 2% alternándose entre pequeñas colinas y terreno llano en alrededores de la laguna debido a la nivelación de terreno en el momento de creación y construcción de las lagunas de oxidación y no permitir desniveles que afecten el correcto funcionamiento de estas; según

el pronóstico meteorológico en el Distrito de Santa Lucía se considera los meses comprendidos entre diciembre a marzo, aquellos meses con mayor precipitación pluvial; en el momento de realización del levantamiento topográfico se sufrieron las inclemencias del clima por lo que se vio afectada el término del mismo y postergando para una fecha próxima.

Con respecto a la determinación de flora para las áreas verdes identificadas y propuestas por las tesis en el Distrito de Santa Lucía y sus alrededores, se realizó un análisis del terreno y flora a proponer en la presente investigación, al encontrarnos en el distrito de Santa Lucía, estando ubicado a más de 4,025 m.s.n.m., con un clima predominantemente lluvioso en verano e inviernos secos con heladas moderadas, se consideró el consumo de agua, temperatura, fenología y hábitat para no perjudicar el crecimiento; siendo consideradas y elegidas las siguientes especies: Grass rye inglés, C'olle (*Buddleja coriacea*) y la casi extinta Puya Raimondi; flora destinada para mejorar el ornato del distrito; cada una de estas especies tienen una demanda hídrica mínima de 10 litros por metro cuadrado, 20 litros por metro cuadrado y 20 litros por metro cuadrado respectivamente; valores considerados para las áreas destinadas previo estudio catastral del distrito como es la Plaza de Armas del distrito, Estadio municipal I.S.T. "Santa Lucía", Colegio Nacional José Carlos Mariátegui, Colegio Industrial Intersección vial, Cementerio Municipal y Lagunas de Oxidación descritos en los planos anexados a la presente investigación teniendo un área de sembrado el Grass Rye Inglés de 362,306.81 metros cuadrados, C'olle de 726 árboles y la Puya de Raimondi con un área de 1,792.99 metros cuadrados, con un área total de 370,633.80 metros cuadrados destinados para las áreas verdes del distrito.

En la determinación de la demanda de cálculo hídrico para el riego de áreas verdes, los tesis tienen los siguientes resultados: con una demanda hídrica parcial de 246,290.01 lts o equivalente a un área de 370,633.80 m²; cálculos presentados considerando el área a sembrar, dotación de agua y demanda hídrica de cada tipo de vegetación propuesto en la presente investigación, este se desarrolló con valores estándar normalizados de acuerdo a la zona, consideraciones físicas y ambientales.

Con respecto al dimensionamiento del reservorio de agua, la propuesta de las tesis fue de un embalse cuadrado empleando una fórmula general de caudal, siendo este último el valor determinado por las tesis en la determinación de resultados reales siendo el valor de $Q=44720$ litros por día; teniendo el reservorio con un área de 24 metros lineales por 24 metros lineales y una profundidad de 1.80 metros lineales para un tiempo de retención de 6 días, tiempo promedio considerado para el riego de las zonas existentes y propuestas de las áreas verdes del distrito previendo los días de recolección de agua y riego por parte de la entidad encargada, en este caso la Municipalidad Distrital.

La propuesta del presente proyecto consistió en el diseño del reservorio de aguas residuales tratadas donde se almacenará el agua tratada y posteriormente ser utilizada en el riego con fines de arborización del distrito, para lo cual se realizaron visitas a campo donde se pudo constatar la situación en la se encuentra el lugar de estudio, esta visita también nos permitió tomar datos verídicos del lugar. Sin embargo, también debemos mencionar que nuestro proyecto de investigación se realizó en el año 2020 donde todo el mundo vivía la época de la pandemia por el virus del Covid19, es por ello que el acceso y el traslado de equipos a la zona de estudio fueron dificultosos, así como la poca colaboración de las autoridades del distrito de Santa Lucía, quienes nunca nos brindaron información del expediente técnico de la obra que habría sido de mucha ayuda a nuestra investigación

La propuesta del presente proyecto consistió el de diseño del reservorio de aguas residuales tratadas, debido a la coyuntura actual no permitió el traslado continuo a la zona de estudio; no obstante, a sabiendas de la problemática actual del distrito y la preocupación de las investigadoras se procedió a realizar tomas de muestras significativas dentro del sistema de lagunas de oxidación del distrito para la aplicación de fórmulas generales para la obtención de datos de las unidades comprendidas dentro de la presente tecnología de tratamiento de aguas residuales. Se percibió la nula cooperación de la entidad usuaria siendo la Municipalidad Distrital de Santa Lucía; y escasa preocupación por la situación actual que se atraviesa.

Considerando la importancia de poder garantizar el buen funcionamiento hidráulico del sistema y captación de agua diario de acuerdo a la función de las necesidades proyectadas y rendimiento permitido de la fuente de aguas residuales municipales en esta presente investigación, la infraestructura tendrá el diseño geométrico de 24.00 x 24.00 con una altura de 2.00 metros, el cual será revestido con material geosintético para la impermeabilización del reservorio de agua que almacenará un volumen diario de 1152 m³/día promedio.

Al término de este proyecto de investigación y la aplicación de técnicas para la recolección de datos y realización de análisis, se fue capaz de identificar ineficiencias en el actual sistema de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia en factores operativos, los que generarían situaciones no esperadas para el correcto funcionamiento.

VI. CONCLUSIONES

PRIMERA: Se concluye que el caudal efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales, considerada nuestra oferta cubre la necesidad de regadío de las áreas verdes consideradas en el presente proyecto, con los datos obtenidos in situ y desarrollados en gabinete, se obtuvo un caudal efluente de 447.52 m³/día que serán evacuadas a un embalse cuadrado de 24 metros de lado y con una profundidad de 1.8 metros para posteriormente ser utilizados en un área total de 369936.00 m² destinados para arborización.

SEGUNDA: Se identificó las áreas verdes existentes del distrito de Santa Lucía con necesidad hídrica. Según la visita realizada al distrito de Santa Lucía, se reconoció un total de 365079 metros cuadrados de área que estaban en la necesidad del recurso hídrico.

TERCERA: Se proyectó zonas de áreas verdes en el distrito de Santa Lucía de acuerdo a la necesidad hídrica y paisajista de las zonas aledañas a los principales locales comunales, centros educativos y recreativos, considerados en nuestra visita realizada, se reconoció un total de 4759 metros cuadrados de área para ser arborizada en un futuro inmediato.

CUARTA: Se concluye que al no haber desembalse de las aguas residuales tratadas en el sistema de lagunas de oxidación, no generarían eutrofización en el Río Verde ni en el recorrido realizado por este. Minimizar el impacto ambiental en el área de influencia de la laguna de oxidación de la contaminación generada con aguas servidas. Con la propuesta efectuada en el presente trabajo de investigación, el agua tratada del sistema ya no contaminará las aguas naturales del río Limón Verde, así también la arborización del distrito de Santa Lucía dotará de una mejor calidad de aire y calidad de vida.

QUINTA: Se concluye, que para la implementación del reservorio de agua se considerará un dimensionamiento de 24m. x 24 m. con una profundidad de 5 m. y un periodo de retención de 6 días.

VII. RECOMENDACIONES

Habiéndose considerado recomendaciones con una proyección de corto y largo plazo, para menguar riesgos generados no esperados y mejoras en el sistema de evacuación de aguas residuales del distrito de Santa Lucia.

PRIMERA: La modificación de la normativa vigente del Ministerio del Ambiente y/o la Autoridad Nacional del Agua; donde se considere la prohibición de la evacuación de aguas residuales tratadas a cuerpos de aguas naturales y la creación de un reglamento sancionador a la entidad responsable.

SEGUNDA: A la Municipalidad Distrital de Santa Lucia, realice limpieza y mantenimiento continuo de las unidades conformantes del sistema de lagunas de oxidación y alrededores. Asimismo, la contratación y capacitación de personal especializado encargado que supervise los aspectos físicos, químicos y biológicos con fichas de registro que garanticen la operatividad del sistema. Adicionalmente, la creación y ejecución del proyecto integral que involucra la construcción de un reservorio de agua residual e implementación de maquinaria para el posterior transporte y riego de áreas verdes del distrito identificadas y proyectadas en la presente investigación.

TERCERA: A la comunidad, la concientización ambiental sobre la evacuación correcta de residuos domésticos generados por la actividad diaria, con la ayuda de campañas de sensibilización por las autoridades competentes.

CUARTA: A la presente investigación se recomienda hacer un análisis de costos y presupuesto para tener el conocimiento exacto de la inversión necesaria para ejecución del proyecto que a criterio de las investigadoras resulta ser viable y adecuado para el distrito.

QUINTA: Considerar emplear la propuesta del presente trabajo de investigación a nivel nacional, por considerarse un procedimiento sencillo y adaptable para a las diferentes regiones del país.

REFERENCIAS

- Abad, R. R. (2016). *"Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizada en el riego del Parque Samanes"*, Tesis (para la obtención del grado de Magister en Gestión Ambiental). Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.
- Aquino, P. (2017). *Calidad del agua en el Perú*. Lima: Sonimágenes del Perú SCRL.
- Arana, V. (2009). *Guía para la toma de decisiones en la selección de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales*. Lima: A-4 Impresores.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (31 de mayo de 2013). *Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas*. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Reúso municipal de aguas residuales tratadas en riego de áreas verdes de Lima Metropolitana*. Perú: Formato de edición electrónica. Obtenido de:
http://observatoriochirilu.ana.gob.pe/sites/default/files/Archivos/8.%20Gu%C3%ADa%20ReuSMART%20ANA_GIZ_2019%20cartilla%20informativa.pdf
- Ballesteros, B. (23 de Mayo de 2018). *ACADEMIA*. Obtenido de http://.academia.edu/Que_es_PTAR
- Blazquez, P., Montero, C. (2010). *Reutilización de agua en Bahía Blanca Plata 3era Cuenca*. Argentina: edUTecNe.
- Botanical garden at Berkery (2015). *The queen of the Andes Puya raimondii*. Universidad de California, Recuperado de botanicalgarden.berkeley.edu.
- Bravo, W. (2007). *"Estructuras complementarias des un sistema de lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales"*, trabajo de grado modalidad de monografía para optar el título de ingeniero civil. Bolivia: Universidad de Sucre.
- Caparó, E. Comportamiento de las lagunas de estabilización en Cuba. Obtenido de: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/11585/v69n6p520.pdf?sequence=1>
- Comisión Nacional del Agua, C. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México: Gerencia de Cuencas Transfronterizas de la Comisión.
- Cortez, F., Treviño, A., Tomasini, A. (2017). *Dimensionamiento de lagunas de estabilización*. Cuernavaca, México: Instituto mexicano de tecnología del agua.

Decreto Supremo N°003-2010-MINAM. (17 de marzo de 2010). Lima, Perú: Diario El Peruano.

Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural (DATASS). (s.f.). Recuperado el 2021, de <https://datass.vivienda.gob.pe/>

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF). (2015). *Mapa General: Sistema Nacional de Carreteras.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-sistema-nacional-carreteras-peru>

Econoticias. (s.f.). Recuperado el 04 de 02 de 2021, de <https://www.ecoticias.com/eco-america/194215/Cuanta-agua-necesita-mi-jardin>

Family Search. (2021). Recuperado el 03 de febrero del 2021, de https://www.familysearch.org/wiki/es/Lampa,_Puno,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (s.f.). <http://www.fao.org/home/en/>. Recuperado el 10 de 01 de 2021, de [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s03.htm#:~:text=Para%20calcular%20el%20caudal%20de%20agua%20\(en%20m3%2Fs,por%20la%20secci%C3%B3n%20transversal%20media.&text=Velocidad%20media%20del%20agua%20%3D%200%2C27%20](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s03.htm#:~:text=Para%20calcular%20el%20caudal%20de%20agua%20(en%20m3%2Fs,por%20la%20secci%C3%B3n%20transversal%20media.&text=Velocidad%20media%20del%20agua%20%3D%200%2C27%20)

Gobierno de España. (2012). *Proyecto: "Recuperación y conservación de la alpaca Suri y Huacaya color, aprovechamiento sostenible y ecológico de la fibra color en las comunidades del distrito de Santa Lucia"*. Recuperado el 04 de 02 de 2021

Instituto Nacional de Estadística e Información INEI. (s.f.). Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1563/

Lacespederia. (2019, 27 junio). ¿Cuándo regar el césped? ¿Y cuánto? (literalmente)[publicación de blog]. Obtenido de: <http://www.lacespederia.com/cuando-regar-el-cesped-y-cuanto/>

Lazarova, V., Bahri A. (2004). *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes and Turf Grass.* New York, USA: CRC PRESS.

Ley de Recursos Hídrico - Ley N°29338. (23 de marzo de 2010). Lima, Perú: Diario El Peruano.

- Ley General del Ambiente - Ley N°28611*. (15 de octubre de 2005). Lima, Perú: Diario El Peruano.
- Loose, D. (2015). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Lima, Perú: Tarea asociación grafica educativa.
- Metcalf, E. (2007). Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. California: Labor.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones, OS.090*. Perú: Diario El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2007). *"Política Ambiental del Sector Vivienda, Construcción, Saneamiento"*. Lima, Perú: Diario el Peruano.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *"Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) - Perú 2011-2021"*. Lima, Perú: Diario El Peruano.
- Mota, K. (2017). *"Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de Oxidación de la ciudad de Casma-2017"*. Tesis (para obtener el título profesional de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Noyola, A., Morgan-Sagastume, J., Guereca, L. (2013). Selección de tecnologías para tratamiento de aguas residuales municipales. México: Instituto de Ingeniería.
- Oaklay, S. (2005). Manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y mantenimiento. Obtenido de:
<http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/laguna-de-estabilizacion-en-honduras.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas. (2006). *Informe sobre Desarrollo Urbano, Mas allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. EE.UU.: Grupo Mundi - Prensa.
- Programa de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. (2017). *Aguas residuales, el recurso desaprovechado*. Francia. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en :
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1__15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1__15.247647s.pdf)
- Puno, I. N. (2016). *Plan de contingencias por sismo*. Puno: COER Puno.

- Quispe, M., Piñas, L., Del Valle, j., Aguirre, F. (2020). *Aplicaciones tecnologías de tratamiento de aguas residuales*: Ciudad de México, México. Nosótrica Ediciones.
- Reynel, C., Marcelo, J. (2009). *Arboles de los ecosistemas forestales andinos. Manual de identificación de especies. Serie Investigación y Sistematización No. 9. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION*. Lima, Perú. Tarea Asociación Grafica Educativa.
- Rodriguez, H. J. (2018). *"Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la reutilización de aguas residuales del Mall El Quinde de Ica - 2018"*. Tesis (para obtener el título de ingeniero civil). Lima, Perú: Universad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería.
- Rojas, M. (2018). *"Propuesta de mitigación alternativa para la operacionalidad del tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Segunda Jerusalén, Rioja-2015"*. Tesis (para obtener el título de ingeniero civil). Moyobamba, Peru: Universidad nacional de San Martin.
- Romero, J. (2010). *Tratamiento de aguas residuales*. Colombia: Escuela colombiana de ingeniería.
- Romero, J. (2015). *Lagunas de estabilización de aguas residuales*. Colombia: Escuela colombiana de ingeniería.
- Salgot M., Folch M. (2018). *Wastewater treatment and water reuse*. Barcelona: Elsevier B. V.
- SENAMHI. (31 de 12 de 2008). Obtenido de https://ideseq.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/api/records/4ffdceb0-0df5-41c9-ad9a6091f45f265e/attachments/Precipitacion_acumulada_para_el_a%C3%B1o_2030.jpg
- SENAMHI. (31 de 12 de 2020). Obtenido de <https://ideseq.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadatas/9f18b911-64af-4e6b-bbef-272bb20195e4>
- Silva, J. (2004). "Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la universidad de Piura", tesis para optar por el título de ingeniero civil. Perú: Universidad de Piura.
- Tilley, E., Luthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R., Zurbrugg C. (2018). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Dubendorf, Suiza: Letra Impresa GH.

Vilca, E. (s.f.). *BibliCAD*. Recuperado el 2021, de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/santa-lucia-lampa_91669/

Weathers Spark. (s.f.). Recuperado el 04 de febrero del 2021, de <https://es.weatherspark.com/y/26592/Clima-promedio-en-Santa-Luc%C3%ADa-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Ysa, V. A. (2009). *Guía para la toma de decisión en la selección de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales*. Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO I: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tipo de Variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Laguna de oxidación del distrito de Santa Lucia	Las lagunas de oxidación consta de una estructura simple para almacenar aguas residuales con el propósito de mejorar sus condiciones sanitarias (Arana,2009).	Para realizar el “aprovechamiento del sistema de lagunas de oxidación del distrito de Santa Lucia” se utilizó la técnica de observación ocular, para así conocer la situación actual del funcionamiento de evacuación de aguas residuales.	Tipos de laguna de oxidación	Nominal
Dependiente	Aguas residuales	Romero (2010) afirma que “las aguas residuales son las aguas usadas y los sólidos que por uno u otro medio se introducen en las cloacas y son transportados mediante el sistema de alcantarillado(p.17).	La reutilización de aguas residuales ayudara a arborizar el distrito de Santa Lucia así como reducir la contaminación del medio ambiente en especial el rio Limón Verde	Laguna de oxidación facultativa	Nominal

ANEXO II: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo implementar el actual sistema de lagunas de oxidación para lograr el aprovechamiento del agua residual en el regadío de áreas verdes?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Utilizar las aguas tratadas evacuadas del sistema de lagunas de oxidación para el regadío de áreas verdes</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL La presente propuesta técnica de solución de la utilización de la laguna de oxidación del distrito de Santa Lucia permitirá el óptimo aprovechamiento de las aguas residuales municipales generadas en el distrito y reutilizarlas para fines de regadío en áreas verdes</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Laguna de oxidación del distrito de Santa Lucia</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION Aplicada</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Se utilizó el diseño no experimental debido a que describirá el funcionamiento del actual sistema de tratamiento y se dará una propuesta de “aprovechamiento y utilización de las lagunas de oxidación existentes para la evacuación de aguas residuales con fines de regadío de áreas verdes.</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la necesidad hídrica requerida para las áreas verdes existentes y futuras en el distrito de Santa Lucia? • ¿Cómo influenciará ambientalmente la reutilización de aguas residuales tratadas? 	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar zonas existentes de áreas verdes del distrito de Santa Lucia con necesidad hídrica • Proyectar zonas de áreas verdes en el distrito de Santa Lucia • Minimizar el impacto ambiental en el área de influencia de la laguna de oxidación 	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al uso correcto de aguas residuales municipales que no causan contaminación ambiental negativo en el área de influencia • Considerar que el mantenimiento permanente y eficaz de la laguna de oxidación incide en la adecuada operatividad para el logro del riego de las 	<p>VARIABLE DEPENDIENTE Aguas residuales</p>	<p>POBLACIÓN Y MUESTRA Población: La población estudiada fueron los Sistemas de</p>

	<p>de la contaminación generada con aguas servidas.</p>	<p>áreas verdes de la zona de influencia.</p>		<p>Tratamiento de Aguas Residuales existentes en el distrito de Santa Lucia</p> <p>Criterios de inclusión: Se consideró a todos los sistemas de evacuación de desagüe existentes del sector que contempla al conjunto de lagunas conformado por el sistema de lagunas de oxidación N°01 y N°02.</p> <p>Criterios de exclusión: Únicamente se consideró la laguna actualmente operativa ubicada en colindancia con el Rio Verde.</p> <p>Muestra: La muestra a estudiar fue la Laguna de oxidación Rio Verde.</p>
--	---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ANEXO III: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL
PRETRATAMIENTO**

FICHA DE OBSERVACIÓN

PRETRATAMIENTO

Ubigeo de Lagunas : Santa Lucía, Lampa - Puno

Fecha : 19/12/2020

Caudal Ingreso : 1 litro/segundo aproximadamente

Característica	Observaciones	Comentarios
Cámara de rejas	- Las rejillas obstruidas al 40% con basura inorgánica y lodo.	- Se puede verificar con el correcto funcionamiento de la etapa del pretratamiento - Se aprecia basura inorgánica en los canales, pero no afecta el procedimiento en esta etapa del sistema.
Desarenador	- Etapa con una velocidad más lenta que la cámara de rejas	
Canal Parshall	- Presenta el instrumento de medición de la velocidad del caudal.	
Color de agua	- Presenta un color marrón oscuro en sus aguas	
Olores	- Leve olor fecal	
Espumas y natas	- Ligera presencia de espuma en los canales del desarenador.	
Plantas en Taludes	- No presenta	
Plantas acuáticas	- No presenta	
Erosión de Taludes	- No presenta	
Animales	- Presencia de moscas e insectos.	
Lodos acumulados	- Presenta lodos en la cámara de rejas.	
Nivel de Agua	- Según la parte del sistema, el nivel varía entre 20 a 50 cm debajo del borde.	

Observadores:

Cuellar Quispe, Xiomara Bherly

Ramirez Churata, Tania Lizbeht

ANEXO IV: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL TRATAMIENTO PRIMARIO

FICHA DE OBSERVACIÓN		
TRATAMIENTO PRIMARIO		
Ubigeo de Lagunas	: Santa Lucia, Lampa - Puno	
Fecha	: 19/12/2020	
Tipo de afluyente	: Aguas servidas domésticas	
Caudal Ingreso	: 4 litros/segundo aproximadamente	
Característica	Observaciones	Comentarios
Canales de distribución	- En las cajas de registro se observa presencia de basura inorgánica	- Por las dimensiones de las lagunas, se presume que son del tipo facultativas - La gran presencia de basura se presume que es debido al viento que está expuesto el lugar. - Algunas tuberías de evacuación de las aguas a la siguiente etapa, se ven obstruidas por la basura.
Lagunas	- Lagunas de tipo facultativas - Revestido geomembrana - Basura flotando en las lagunas	
Olores	- No presenta	
Color de aguas	- Verde oscuro	
Espumas y natas	- No presenta	
Taludes	- Cubierto con geomembrana con se observa Sarro de color blanco y marrón.	
Plantas acuáticas	- No presenta	
Animales	- Sobre vuelan moscas e insectos	
Lodos acumulados	- No presenta	
Nivel de Agua	- Se ubica 1 metro por debajo del borde de la laguna.	
Observadores:		
Cuellar Quispe, Xiomara Bherly		
Ramirez Churata, Tania Lizbeht		

ANEXO IV: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO

FICHA DE OBSERVACIÓN

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Ubigeo de Lagunas : Santa Lucía, Lampa - Puno
 Fecha : 19/12/2020
 Tipo de afluente : Aguas servidos domésticos
 Caudal Ingreso : 4 litros/segundo aproximadamente

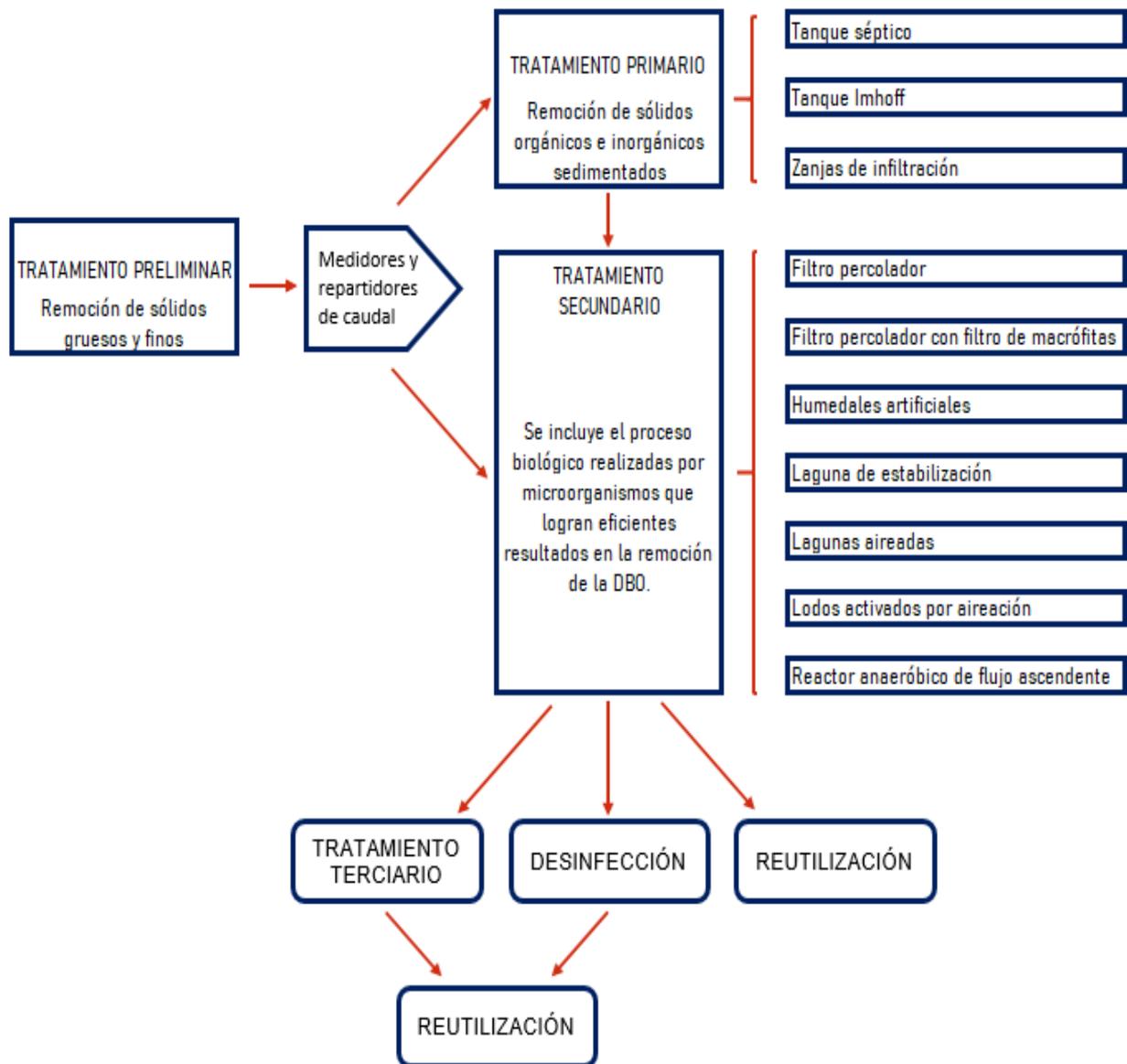
Característica	Observaciones	Comentarios
Canales de distribución	En los cajas de registro se observa presencia de basura inorgánica	- La gran cantidad de basura registrada en la laguna se presume que es a la fuente velocidad del viento al que está expuesto el lugar. - Se aprecia un par de cadáveres de perros flotando en la laguna, quienes debieron ingresar superando la seguridad del cerco perimetral
Lagunas	- Lagunas de tipo facultativas. - Revestido geomembras color negro - Basura distribuido en toda la laguna	
Olores	- No presenta	
Color de aguas	- Color verde claro	
Espumas y natas	- No presenta	
Taludes	- Cubierto con geomembras donde se aprecia barro color blanco y marrón.	
Plantas acuáticas	- No presenta	
Animales	- Sobrevuelan moscas e insectos	
Lodos acumulados	- No presenta	
Nivel de Agua	- Se ubica a 1 metro por debajo del borde de la laguna	

Observadores:

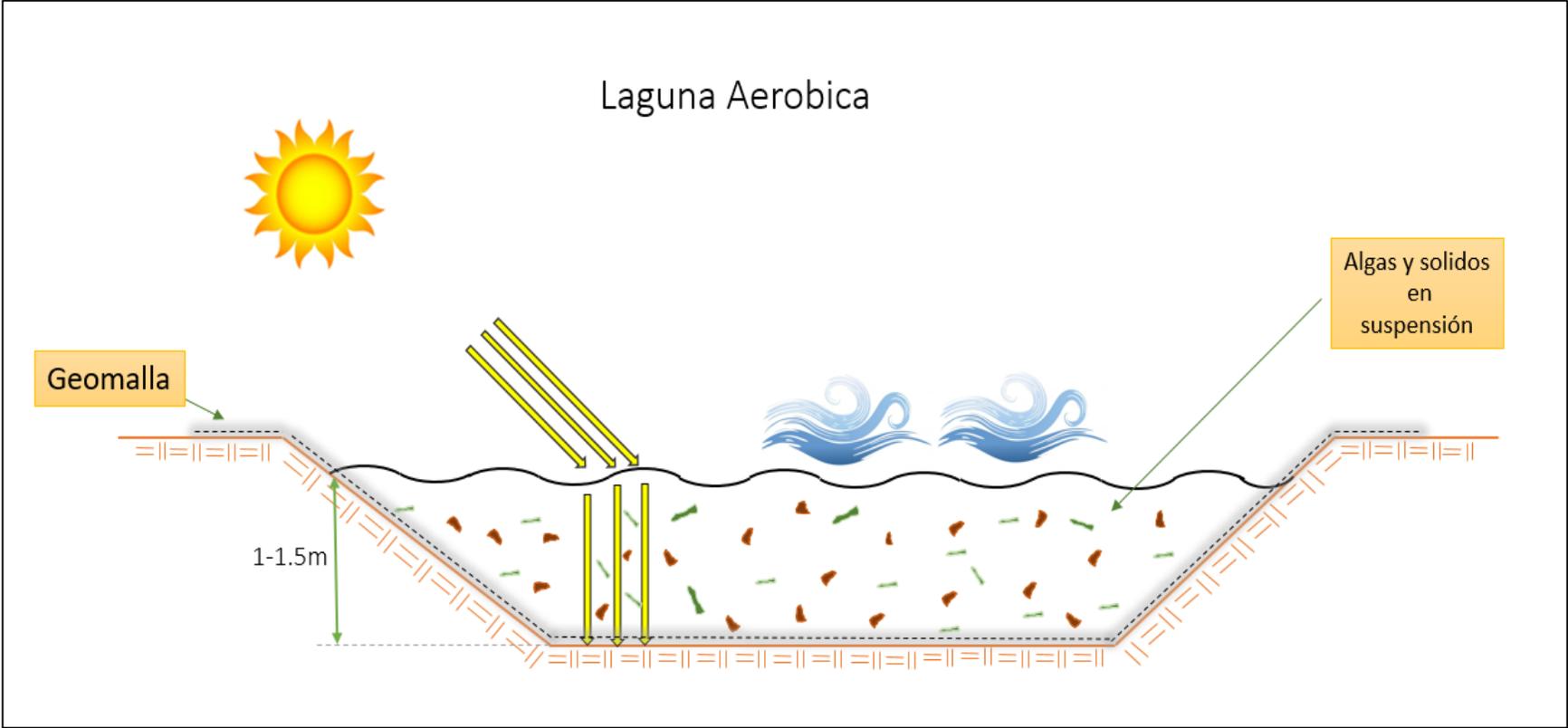
Cuellar Quispe, Xiomara Bherly

Ramirez Churata, Tania Lizbeht

ANEXO V: FLUJOGRAMA DE TECNOLOGÍAS Y ETAPAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

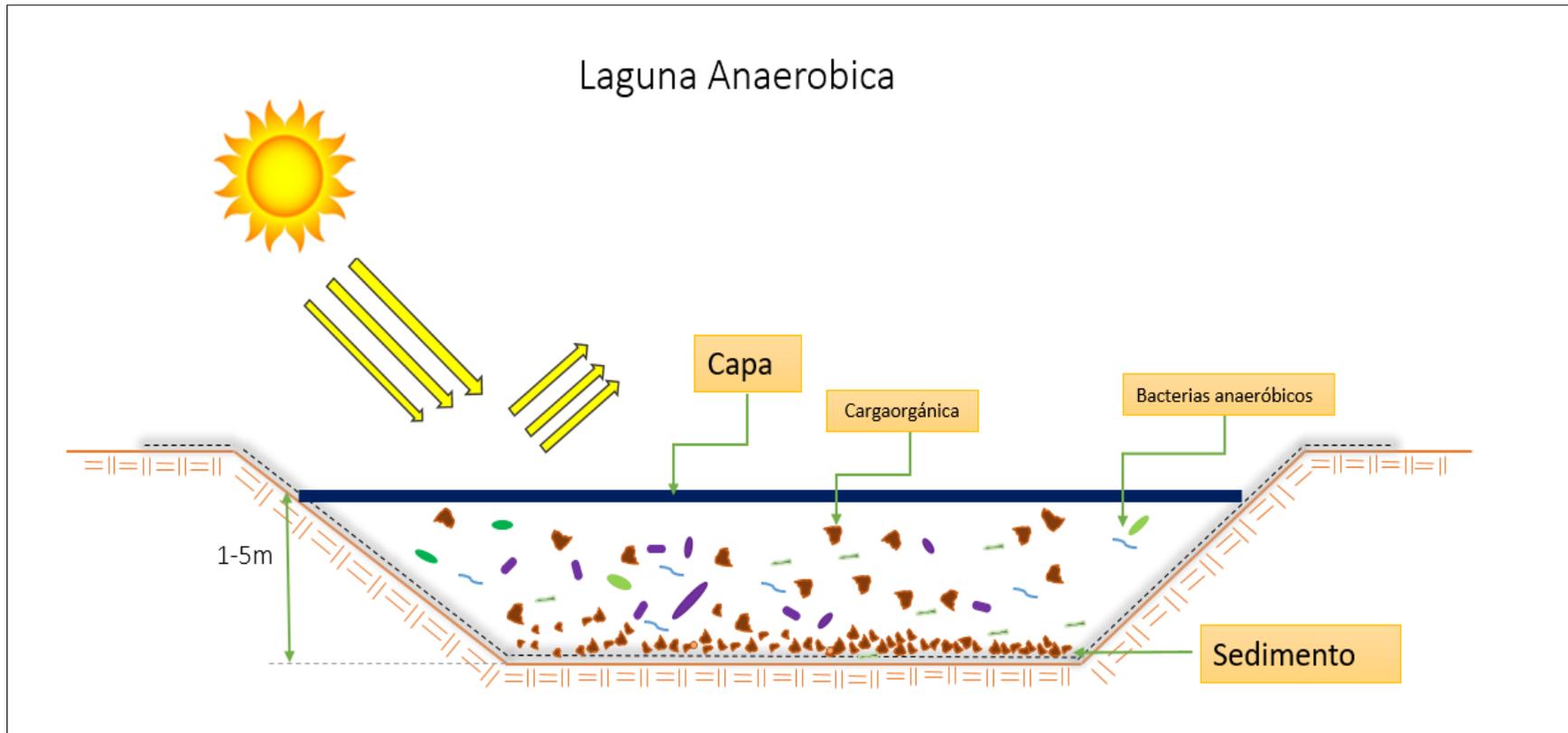


ANEXO VI: IDENTIFICACION GRAFICA DE LA LAGUNA AERÓBICA



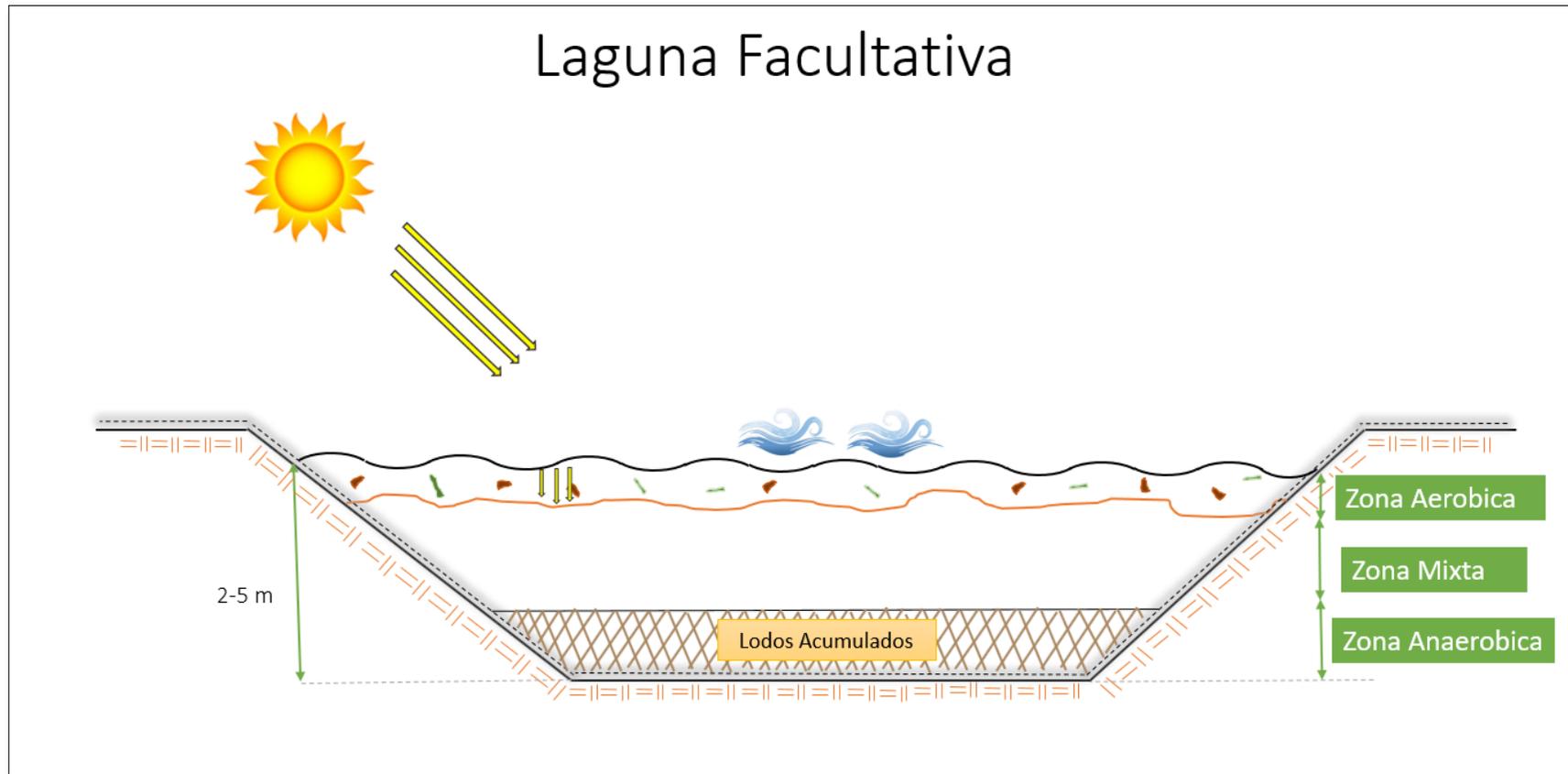
Fuente: Elaboración propia

ANEXO VII: IDENTIFICACION GRAFICA DE LA LAGUNA ANAERÓBICA



Fuente: Elaboración propia

ANEXO VIII: IDENTIFICACION GRAFICA DE LA LAGUNA ANAERÓBICA



Fuente: Elaboración propia

ANEXO IX: SOLICITUD DE ARCHIVOS MUNICIPALES

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Santa Lucia, 16 de diciembre del 2020

CARTA N° 002 – 2020 – TLRCH – XBCQ

Señor:
Sr. Angel Castillo Colque
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Santa Lucia
Puno

Presente.-



ASUNTO : REITERO REQUERIMIENTO ACCESO A LA INFORMACIÓN PARA DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
REF. : CARTA N° 001 – 2020 – TLRCH – XBCQ

De nuestra consideración le manifestamos nuestro mas fraternal saludo de felicitación por el desempeño del cargo mas importante del distrito para el desarrollo del mismo; y:

Por medio de la presente es para dirigimos a usted con la finalidad de solicitarle la información pertinente correspondiente para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación con el titulo "Evaluación del comportamiento de evacuación de aguas residuales municipales a través de Lagunas de Oxidación con fines de propuesta de mejora para la utilización en regadío de áreas verdes distrito de Santa Lucia, Provincia Lampa, Región Puno – 2020" para optar el Título en Ingeniería Civil; dicha información detallada a continuación:

- Expediente Técnico para la creación de la Laguna de Oxidación del Distrito de Santa Lucia.
- Expediente Administrativo de Ejecución de la Laguna de Oxidación del Distrito de Santa Lucia.
- Expediente Técnico de los mejoramientos y/o rehabilitaciones de la Laguna de Oxidación del Distrito de Santa Lucia.
- Documentos referidos al mantenimiento, operatividad y evaluación si en caso se realizara en la Laguna de Oxidación.

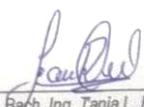
Asimismo, solicitamos se nos otorgue acceso a la Laguna de Oxidación previa coordinación y programación con el área usuaria para el correspondiente estudio in situ y toma de datos del área de influencia que requerimos para desarrollar y culminar nuestro proyecto de investigación.

El desarrollo del proyecto será llevado a cabo durante los próximos meses del presente año por la Srta. Bach. Ing. Tania Lizbeht, Ramirez Churata con DNI N° 46748405, Código de Alumno 7002556692, correo electrónico taniar787@gmail.com y número de celular 952113682 y; por la Srta. Bach. Ing. Xiomara Bherly Cuellar Quispe con DNI N°74135555, Código de Alumno N°7002556699, correo electrónico Xiomara.cq.95@gmail.com, y número de celular 930278938; ambas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y contando con la Asesoría del Mg. Barrantes Mann Luis Alfonso Juan.

Según el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública en el Artículo 7.- Legitimación y requerimiento inmotivado, indica que, Toda persona tiene derecho a solicitar y recibir información de cualquier entidad de la Administración Pública. También indica en el Artículo 11.- Procedimiento: El acceso a la información pública se sujeta al siguiente procedimiento: b) La entidad de la Administración Pública a la cual se haya presentado la solicitud de información deberá otorgarla en un plazo no mayor de siete (7) días útiles; plazo que se podrá prorrogar en forma excepcional por cinco (5) días útiles adicionales, de mediar circunstancias que hagan inusualmente difícil reunir la información solicitada.

Sin otro particular, quedo de Ud.

Atentamente,


Srta. Bach. Ing. Tania L. Ramirez Churata
DNI N°46748405


Srta. Bach. Ing. Xiomara B. Cuellar Quispe
DNI N°74135555



Municipalidad Distrital de Santa Lucia

Lampa - Puno

"Año de la Lucha contra la Corrupción e Impunidad"

Santa Lucia, 29 de diciembre del 2020

CARTA N° 003-2020-MDSL/SG/JCTB

Señor (a):

Bach. Tania L. Ramírez Churata
Estudiante Facultad Ingeniería Civil
Universidad Cesar Vallejo

Presente.-

Asunto : emite respuesta

Referencia : Carta N° 002-2020-TLRCH-XBCQ

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted, en atención al documento de la referencia para informarle lo siguiente:

Primero.- con respecto a la información solicitada mediante el documento de la referencia: "...solicitar información para desarrollo de nuestro proyecto de investigación: "Evaluación del Comportamiento de Evacuación de Aguas Residuales Municipales a través de Laguna de Oxidación con fines de Propuesta de Mejora para la Utilización en Regadío de áreas Verdes Distrito de Santa Lucia, Provincia de Lampa, Región Puno-2020", dicha información detallada a continuación:

- Expediente Técnico para la creación de la laguna de oxidación de Distrito de Santa Lucia
- Expediente administrativo de ejecución de la laguna de oxidación del Distrito de Santa Lucia
- Expediente técnico de los mejoramientos y/o rehabilitaciones de la laguna de oxidación Distrito de Santa Lucia
- Documentos referidos al mantenimiento operatividad y evaluación sine caso se realizará en la laguna de oxidación

Segundo. - En el Art. 2, Inc. 5 de la Constitución Política del Perú¹, así mismo en la Ley N° 27806 - Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública establece toda persona tiene derecho a solicitar y recibir información de cualquier entidad de la administración pública. [...].

Tercero.- Derivado el documento de la referencia a la Unidad Área Técnica Municipal, donde indica que la entidad no cuenta con documento denominado Expediente Técnico del Laguna de Oxidación del Distrito de Santa Lucia.

Cuarto.- Esta dependencia en cumplimiento de las funciones establecidas, procedió a solicitar información a las áreas pertinentes de la municipalidad respecto al Expediente Técnico del Laguna de Oxidación del Distrito de Santa Lucia; realizada la búsqueda en archivos de la entidad se verifica que dicha documentación solicitada **no existe**, por lo que **recomienda** solicite nuevamente aclarando su petitorio, amparado en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Aprovecho la oportunidad para reiterarle las consideraciones de mi estima personal.

Atentamente;

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SANTA LUCIA

Abg. JULIO CESAR TALCITH BELLIDO
Responsable de Brindar Información Pública
CAP N° 4853

¹A solicitar sin expresión de causa la información que requiera y a recibirla de cualquier entidad pública, en el plazo legal, con el costo que suponga el pedido. Se exceptúan las informaciones que afectan la intimidad personal y las que expresamente se excluyen por ley o por razones de seguridad nacional.

ANEXO X: FORMATO PARA AUTORIZACIÓN DE REUSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Las Amapolas 350 - Lince / Lima - Perú
Teléfono: 4428353 - Internet: digesa@digesa.minsa.gob.pe
<http://www.digesa.sld.pe>

FICHA DE REGISTRO DE VERTIMIENTOS DE AGUA RESIDUAL

A. ASPECTOS GENERALES

Registro N°	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Descarga N°	<input style="width: 95%;" type="text"/>	De un total de	<input style="width: 95%;" type="text"/>

1. DATOS GENERALES.

A. Razón Social:

B. Actividad:

C. Ubicación Planta Loc. Dist.

Prov. Dpto.

D. Altura sobre el nivel del mar: m.s.n.m.

E. Representante Legal:

Dirección:

Av.Jr.Calle	N°	Of.	Telf.	Fax.	Dist.	Provin.	Dep.
<input style="width: 95%;" type="text"/>							

F. Dirección Oficina:

Dirección:

Av.Jr.Calle	N°	Of.	Telf.	Fax.	Dist.	Provin.	Dep.
<input style="width: 95%;" type="text"/>							

G. Fecha de inicio de operación:

2. PERSONAL:

N° de Empleados.....	N° de Obreros.....
Turnos de trabajo.....	
Horarios de trabajo.....	
Días útiles de trabajo:	Días/mes meses/año
Promedio de horas anuales trabajadas.....	Horas trabajadas

FACILIDADES SANITARIAS: Remitir información respecto a los servicios higienicos

Empleados	N° W.C	.N° Lavatorios	N° urinarios
	N° duchas	N° bebedores	
Obreros	N° W.C	N° Lavatorios	N° Urinarios
	N° duchas	N° bebedores	

5. DOCUMENTOS PRESENTADOS (Marque con un aspa los documentos que adjunta):

- A. Plano General de la Ubicación
- B. Plano de ubicación de las descargas.
- C. Diagrama de flujo de proceso industrial.

6. NUMERO DE DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL QUE SE VIERTE:

A. Total de descargas de la industria

**DE LA DESCARGA ESPECIFICA
(UNA FICHA POR CADA DESCARGA)**

7. TIPO DE DESCARGA:

- | | | | | | |
|------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| Domestico | <input type="checkbox"/> | Continuo | <input type="checkbox"/> | Intermitente | <input type="checkbox"/> |
| Industrial | <input type="checkbox"/> | Continuo | <input type="checkbox"/> | Intermitente | <input type="checkbox"/> |
| Minero | <input type="checkbox"/> | Continuo | <input type="checkbox"/> | Intermitente | <input type="checkbox"/> |
| Pesquero | <input type="checkbox"/> | Continuo | <input type="checkbox"/> | Intermitente | <input type="checkbox"/> |
| Combinado | <input type="checkbox"/> | Continuo | <input type="checkbox"/> | Intermitente | <input type="checkbox"/> |

Especificar

8. UBICACIÓN DE LA DESCARGA:

A. Fuente receptora

VERTIMIENTO ANUAL PROMEDIO (en miles de m³)

<input type="checkbox"/>	Rio - Arroyo	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Canal - Asequia	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Laguna	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Mar (1)	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Otros (_____) Especificar	<input type="text"/>

TOTAL

(1) Especificar (marque con una aspa lo que corresponda)

- a. Lanzamiento en la linea de playa
- b. Lanzamiento submarino
- c. Longitud del emisario (m.)

B. Modelo utilizado para medir el vertimiento

Periodo de medicion Fecha de inicio Fecha Final Total días

Indique si presenta récord mensual si no

C. Nombre de la fuente receptora

Margen: Derecha Izquierda

D. Afluente del rio

E. Cuenca

9. TIPO DE TRATAMIENTO DEL VERTIMIENTO

Realiza tratamiento del agua residual antes de la descarga si () no ()

A. En caso afirmativo (marque con un aspa lo que corresponda):

Laguna de estabilizacion	<input type="checkbox"/>	Reactor Anaeróbico	<input type="checkbox"/>
Tanque séptico y sistema de Percoladón	<input type="checkbox"/>	Filtros Biológicos	<input type="checkbox"/>
Tanque de Sedimentación	<input type="checkbox"/>	Tanque IMHOFF	<input type="checkbox"/>
Trampa de grasas	<input type="checkbox"/>	Lodos Acbados	<input type="checkbox"/>
Cancha de Relaves	<input type="checkbox"/>	Zanjas de Oxidación	<input type="checkbox"/>
Tanque Neutralización	<input type="checkbox"/>	Tratamiento de Lodos	<input type="checkbox"/>
Otros _____			
Especificar			

(2) Fecha de Saturación

DOCUMENTOS PRESENTADOS (Marque con una aspa los documentos que adjunta)

Memoria Descriptiva	<input type="checkbox"/>
Especificaciones técnicas	<input type="checkbox"/>
Planos en planta y cortes	<input type="checkbox"/>
Planos de detalle	<input type="checkbox"/>

B. En caso de no poseer planta de tratamiento y requiera adecuar las aguas servidas

Dispone de terreno si no

Llenado por

Revisado

Lugar y Fecha

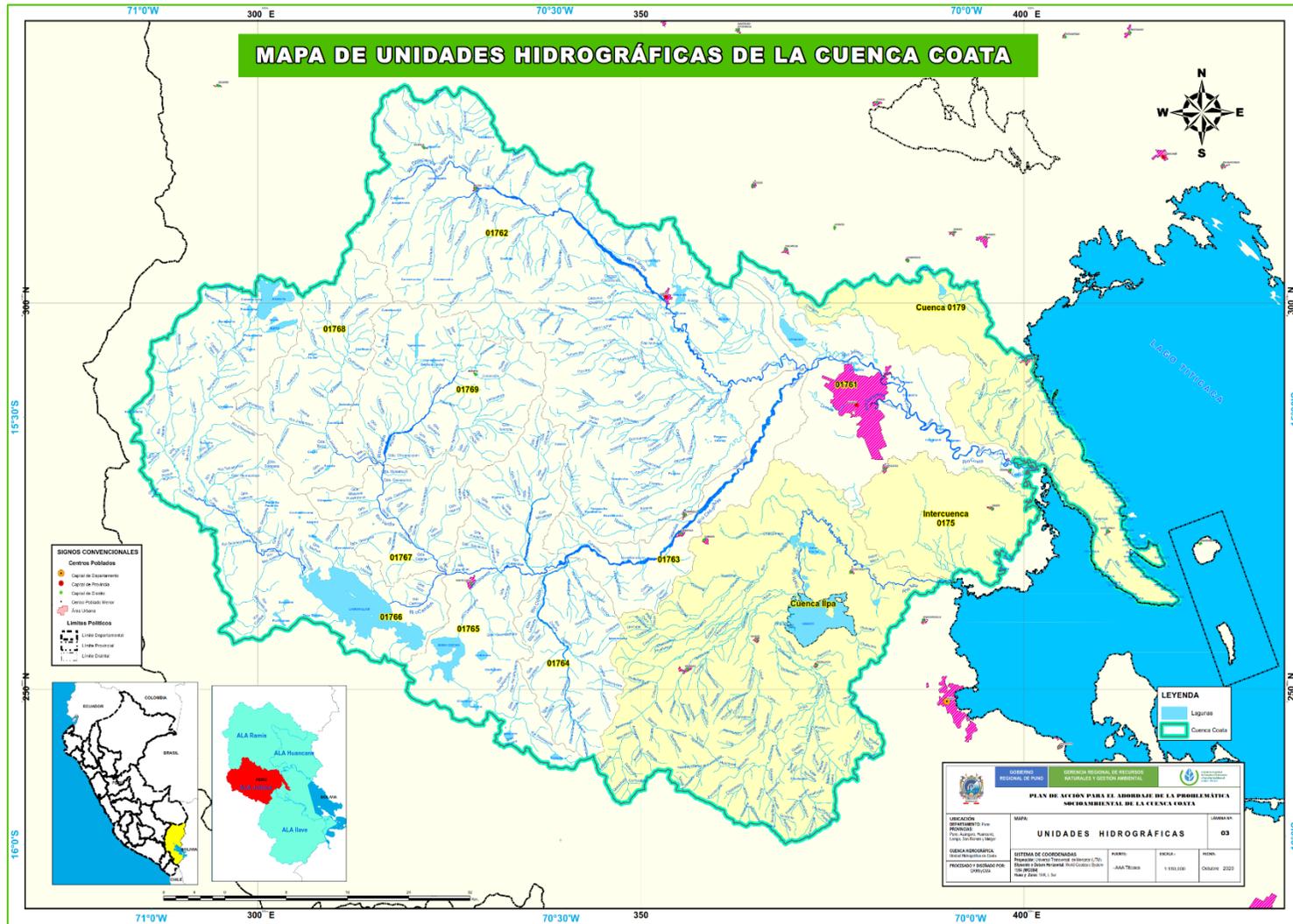
Firma Representante Legal de la empresa

ANEXO XI: TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE DESCARGA DEL CANAL DE PARSHALL

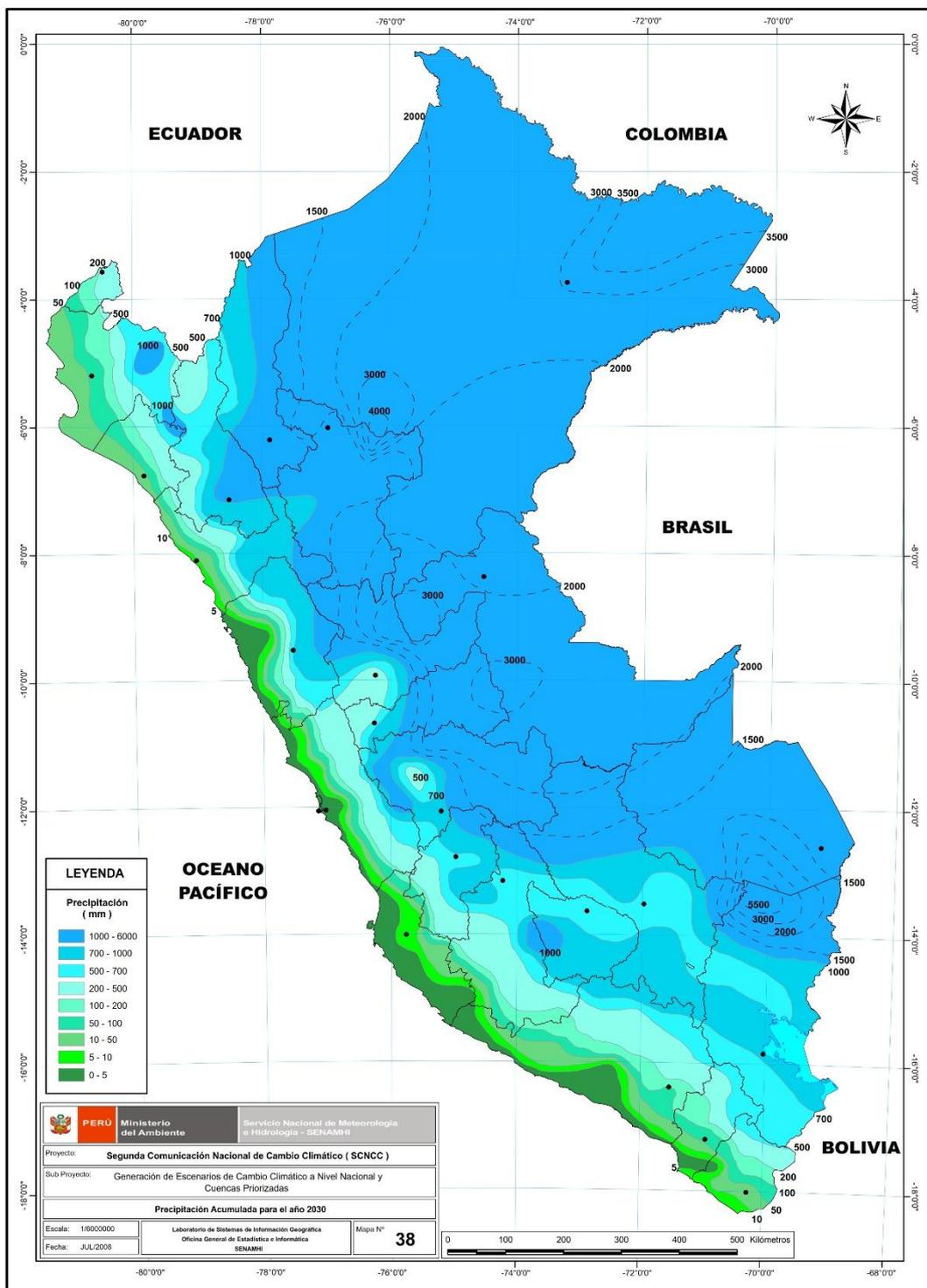
M.G. BOSS .CAPITULO 7 DEL LIBRO DISCHARGE MEASUREMENT STRUCTURE

Throat width b_c in feet or inches	Discharge range in $m^3/s \times 10^{-3}$		Equation $Q = K h_a^u$ (Q in m^3/s)	Head range in metres		Modular limit h_b/h_a
	minimum	maximum		minimum	maximum	
1"	0.09	5.4	$0.0604 h_a^{1.55}$	0.015	0.21	0.50
2"	0.18	13.2	$0.1207 h_a^{1.55}$	0.015	0.24	0.50
3"	0.77	32.1	$0.1771 h_a^{1.55}$	0.03	0.33	0.50
6"	1.50	111	$0.3812 h_a^{1.58}$	0.03	0.45	0.60
9"	2.50	251	$0.5354 h_a^{1.53}$	0.03	0.61	0.60
1'	3.32	457	$0.6909 h_a^{1.522}$	0.03	0.76	0.70
1'6"	4.80	695	$1.056 h_a^{1.538}$	0.03	0.76	0.70
2'	12.1	937	$1.428 h_a^{1.550}$	0.046	0.76	0.70
3'	17.6	1427	$2.184 h_a^{1.566}$	0.046	0.76	0.70
4'	35.8	1923	$2.953 h_a^{1.578}$	0.06	0.76	0.70
5'	44.1	2424	$3.732 h_a^{1.587}$	0.06	0.76	0.70
6'	74.1	2929	$4.519 h_a^{1.595}$	0.076	0.76	0.70
7'	85.8	3438	$5.312 h_a^{1.601}$	0.076	0.76	0.70
8'	97.2	3949	$6.112 h_a^{1.607}$	0.076	0.76	0.70
in m^3/s						
10'	0.16	8.28	$7.463 h_a^{1.60}$	0.09	1.07	0.80
12'	0.19	14.68	$8.859 h_a^{1.60}$	0.09	1.37	0.80
15'	0.23	25.04	$10.96 h_a^{1.60}$	0.09	1.67	0.80
20'	0.31	37.97	$14.45 h_a^{1.60}$	0.09	1.83	0.80
25'	0.38	47.14	$17.94 h_a^{1.60}$	0.09	1.83	0.80
30'	0.46	56.33	$21.44 h_a^{1.60}$	0.09	1.83	0.80
40'	0.60	74.70	$28.43 h_a^{1.60}$	0.09	1.83	0.80
50'	0.75	93.04	$35.41 h_a^{1.60}$	0.09	1.83	0.80

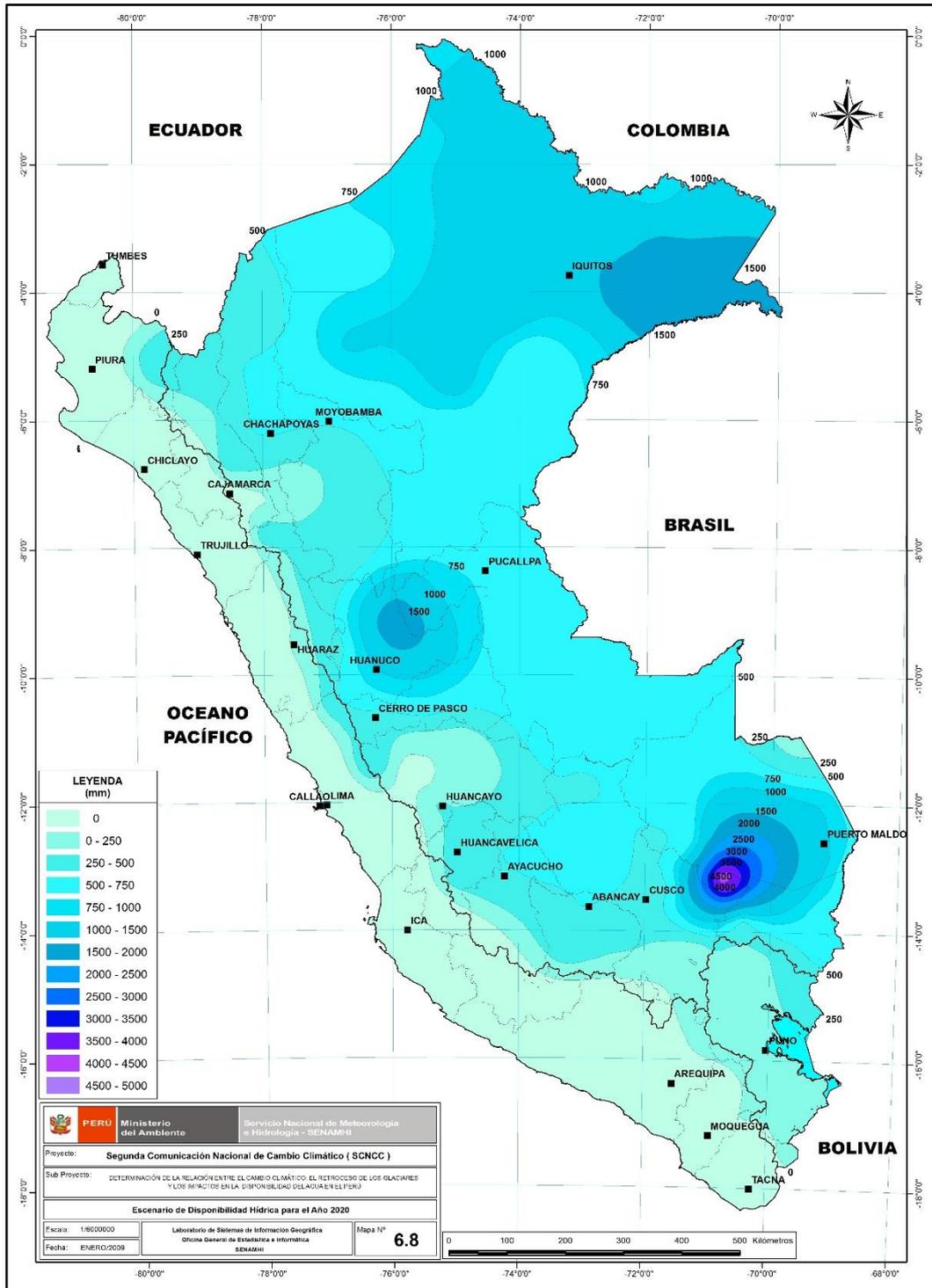
ANEXO XII: MAPA DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE LA CUENCA COATA



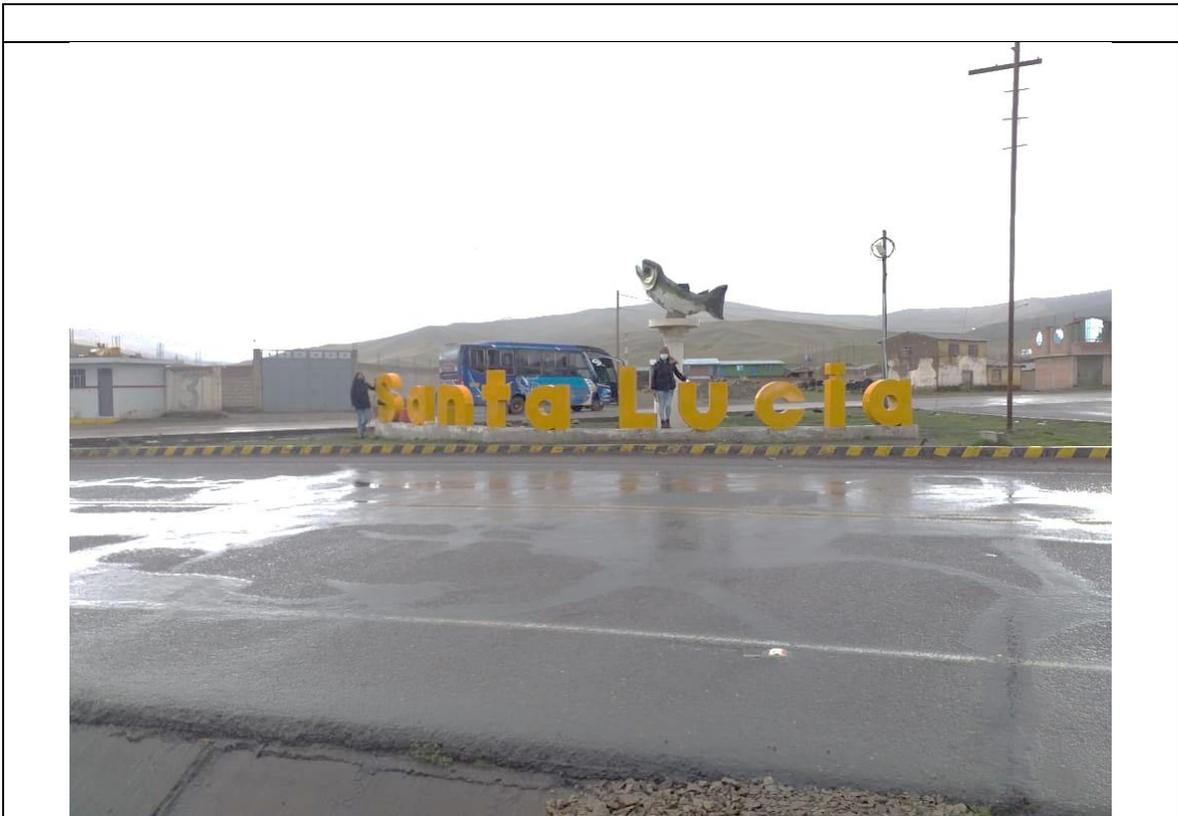
ANEXO XV: ESCENARIO DE PROYECCIÓN PRECIPITACIÓN ANUAL 2030



ANEXO XVI: ESCENARIO DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA EL AÑO 2030



ANEXO XVII: PANEL FOTOGRÁFICO



Tesistas ubicadas en el distrito de Santa Lucía



Tesistas con Estación total para el levantamiento topográfico



Instrumento utilizado para el levantamiento topografico de la zona



Tesistas con Estación total para el levantamiento topografico



Canales de Pre-tratamiento del Sistema



Caja de registro de caudal del Sistema de Tratamiento



Vista lateral del sistema primario de las lagunas de estabilizacion



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Entrevista con personal de la Municipalidad Distrital de Santa Lucia encargado del mantenimiento de las lagunas de estabilización del distrito,



Instrumentos de medición de caudal en el Canal Parshall



Instrumentos de medición de caudal en el Canal Parshall



Instrumentos de medición de caudal en el Canal Parshall



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Entrevista con personal de la Municipalidad Distrital de Santa Lucía encargado del mantenimiento de las lagunas de estabilización del distrito,



Toma de datos de la etapa del pretratamiento



Toma de datos en la etapa de tratamiento primario,



Toma de datos en la etapa de tratamiento primario



Toma de datos en la etapa de tratamiento primario



Toma de datos en la etapa de tratamiento primario



Analisis del valor pH de las aguas residuales



Analisis del valor pH de las aguas residuales



Analisis del valor pH de las aguas residuales



Analisis del valor pH de las aguas residuales



Analisis del valor pH de las aguas residuales



Analisis del valor pH de las aguas residuales



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del asesor

Yo, BARRANTES MANN, LUIS ALFONSO JUAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "APROVECHAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EXISTENTES PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON FINES DE REGADÍO DE ÁREAS VERDES, PUNO, 2020", cuyos autores son RAMIREZ CHURATA TANIA LIZBEHT. CUELLAR QUISPE XIOMARA BHERLY, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido 20.00%, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 05 de febrero del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARRANTES MANN, LUIS ALFONSO JUAN DNI: 07795005 ORCID: 0000-0002-2026-0411	 Firmado digitalmente por: ABARRANTESMA el 05 Feb 2021 17:50:00