



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales  
mediante humedales, para reúso agrícola del anexo Cocachacra  
2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Ochoa Huamán James Charles (ORCID:0000-0002-3565-7593)

Vite Lujan Dante Walter (ORCID:0000-0002-6640-6228)

**ASESOR:**

Ing. Contreras Velásquez José Antonio (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y  
Saneamiento

**LIMA – PERÚ**  
2020

**DEDICATORIA:**

A mis padres que los valores inculcados en mi persona, a mi esposa e hijos por el gran amor y apoyo incondicional para el logro de una meta trazada.

DANTE VITE

**DEDICATORIA:**

A mi querida madre, por el gran amor incondicional, mi esposa e hijos por su motivación constante para lograr mis objetivos.

JAMES OCHOA

### **AGRADECIMIENTO:**

Agradecemos al altísimo por mostrarnos el camino en esta etapa de nuestras vidas y permitirnos cumplir con éxito todo lo planificado.

A nuestras familias, que con su gran amor y tolerancia logra fortalecer nuestro cuerpo, alma y espíritu para continuar y llegar donde uno se propone.

Y de una manera especial a nuestros maestros que colaboraron con sus enseñanzas y conocimientos durante nuestra vida estudiantil, así como aquellas personas que ayudaron a que este estudio se haga realidad.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	5
III.	METODOLOGÍA.....	13
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación.....	14
3.2.	Variables y operacionalización.....	15
3.3.	Población, muestra y muestreo.....	15
3.3.1.	Población.....	15
3.3.2.	Muestra.....	15
3.3.3.	Muestreo.....	16
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.4.1.	Técnicas.....	16
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	17
3.4.3.	Validez.....	17
3.4.4.	Confiabilidad.....	17
3.5.	Procedimientos.....	18
3.5.1.	Topografía.....	18
3.6.	Método de análisis de datos.....	19
3.7.	Aspectos éticos.....	20
IV.	RESULTADOS.....	21
4.1.	Area de Estudio de Investigacion.....	22
4.1.1.	Ubicación.....	22
4.1.2.	Localización.....	22
4.1.3.	Población de diseño.....	22
4.1.4.	Calculo de la población de diseño.....	22
4.1.5.	Calculo del Caudal de Contribución (PTAR).....	23
4.2.	Estudio Topográfico.....	24
4.3.	Estudio Mecanica de Suelos.....	25
4.4.	Análisis físico químico.....	28
V.	DISCUSIÓN.....	30
VI.	CONCLUSIONES.....	34
VII.	RECOMENDACIONES.....	36

## Índice de tablas

- Tabla 1.** *Parametro de diseño sugeridos para la rejilla (criba)*
- Tabla 2.** Uso de agua tratada con humedales artificiales con finalidades de riego
- Tabla 3.** Calculo de poblacion futura
- Tabla 4.** Caudales de diseño
- Tabla 5** Cordenadas UTM :diferencia de alturas geoidal
- Tabla 6.** Descripción de BM-001 y BM-02
- Tabla 7.** Clasificación AASHTO
- Tabla 8.** Parámetros sísmicos de la zona
- Tabla 9** Resultados de análisis de laboratorio NSF Inassa Envirolab
- Tabla 10.** Calculo del área humedal subsuperficial
- Tabla 11.** Muestras DBO5
- Tabla 12.** Muestras DQO
- Tabla 13.** Muestras de coliformes fecales
- Tabla 14** Cuadro estadístico de población y vivienda
- Tabla 15.** Clasificación: SUCS
- Tabla 16** Parámetros con mayor índice de contaminación (mg/L)
- Tabla 17** Parámetros con mayor índice de contaminación (NMP/100 ml)
- Tabla 18.** Parametro de diseño sugeridos para la rejilla (criba)
- Tabla 19.** Criterios de diseño para desarenadores de flujo horizontal
- Tabla 20.** Parametros de diseño para Tanque Inhoff.
- Tabla 21.** Producción de lodos en litros por persona por dia
- Tabla 22.** Parametros de diseño de humedal subsuperficial de flujo horizontal
- Tabla 23.** Plantas emergentes más utilizadas en humedales artificiales
- Tabla 24** Características de las especies vegetales más utilizadas en humedales artificiales.
- Tabla 26** Aprovechamiento de riego
- Tabla 27.** Riego de vegetales y bebida de animales
- Tabla 28** Criterios de calidad de agua para riego agrícola

## Índice de figuras

**Figura 1.** Elementos básicos del sistema de tratamiento para reusó agrícola

**Figura 2.** Perfil estratigráfico. Fuente (laboratorio INOPCON SAC)

**Figura 3.** Ubicación del distrito Santa Cruz de Cocachacra

**Figura4** Topografía del terreno pendiente hasta 8%

**Figura 5** Perímetro, ubicación de humedal

**Figura 6.** Secuencia de sistema de tratamiento.

**Figura 7** Resultados de mecánica de suelos Asshto y Sucs

**Figura 8** Resultados de mecánica de suelos límites de consistencia y diagrama

**Figura 9** Resultados de mecánica de suelos análisis granulométrico

**Figura 10** Resultados de laboratorio – Muestra Aaa01

**Figura 11** Resultados de laboratorio – Muestra Aaa02

**Figura 12** Resultados de laboratorio – Muestra Aaa03

**Figura 13** Resultados de laboratorio – Muestra Aaa04

**Figura 14** Resultados de laboratorio – Muestra Aaa05

**Figura 17** Nivel de contaminación en mg/L

**Figura 18.** Tanque Imhoff.

**Figura 19.** Lecho de secado.

**Figura 20** Humedal Subsuperficial de flujo horizontal

## Índice de imágenes

**Imagen 1** Zona de estudio Anexo Cocachacra área superficial 116 ha

**Imagen 2** localización para el sistema de tratamiento de aguas residuales Área superficial 3,712.12 m<sup>2</sup>

**Imagen 03** : integrantes del grupo de investigación frontis Distrito Santa Cruz de Cocachacra 2019

**Imagen 04:** reunión con las autoridades del distrito presentando nuestra propuesta –alternativa de solución a su problemática

**Imagen 05** : reconocimiento de la zona donde se pretende implementar nuestro proyecto, guiados por autoridad del municipio

**Imagen 06:** área donde abunda plantas ideales para humedales, como totora, carrizo y junco

**Imagen 07:** la existencia de un tanque séptico sin uso, derruido según Información nunca funciona.

**Imagen 08** : punto final de desembocadura del agua residual contaminando suelo y río.

**Imagen 09:** Responsables del levantamiento topográfico, con sus equipos antes de iniciar la jornada

**Imagen 10:** calibrando equipo de alta precisión - estación total.

**Imagen 11:** área de terreno donde se realizara la calicata a cielo abierto

**Imagen 12:** escavando calicata a 3 mts de profundidad

**Imagen 13:** porción de muestra para su traslado al laboratorio para ensayos correspondientes.

**Imagen 14:** punto del afluente de agua residual anexo cocachacra

**Imagen 15-16** Toma de muestra en situ para identificar el nivel de contaminación del agua residual

**Imagen 17** Existencia de plantas nativas ideales para humedales

## Índice de anexos

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad.....	21
Anexo 2: Acta de Aprobación de Originalidad Trabajo Académico.....	22
Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables.....	23
Anexo 4: Instrumento de Recolección de datos.....	24
Anexo 5: Matriz de consistencia.....	32
Anexo 6: validación por el turnitin con los filtros correspondientes.....	33
Anexo 7: matriz de evaluación del informe de investigación.....	34



## Índice de abreviaturas

<b>HFSS:</b>	Humedal de flujo subsuperficial.
<b>OMS:</b>	Organización Nacional de la Salud
<b>ANA:</b>	Asociación Nacional del Agua.
<b>PNI:</b>	Plan Nacional de Inversiones
<b>PTAR:</b>	Planta de tratamiento de aguas residuales.
<b>SUNASS:</b>	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
<b>MINAN:</b>	Ministerio Nacional del ambiente.
<b>LMP:</b>	Límites máximos permisibles para vertimientos a cuerpos de agua establecidos en el Decreto Supremo N.° 003-2010-MINAM.
<b>LMPV:</b>	Límites máximos permisibles para vertimientos
<b>LMPR:</b>	Límites máximos permisibles para reutilizar.
<b>ECA:</b>	Estándares de calidad de agua, establecidos en el Decreto Supremo N.° 002-2008-MINAM.
<b>VMA:</b>	Valores máximos admisibles, establecidos en el Decreto Supremo N.° 021-2009-VIVIENDA y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N.° 003-2011-VIVIENDA.
<b>EPS:</b>	Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento
<b>RNE:</b>	Reglamento Nacional de Edificaciones
<b>NTP:</b>	Norma Técnica Peruana

## RESUMEN

Mundialmente no es ajeno desconocer del problema del agua para riego agrícola, como calidad o cantidad, limitación que tiene la agricultura de regadío es por la restricción del agua durante los periodos de escasez, problema actualmente viene atravesando el anexo de Cocachacra, distrito de Santa Cruz de Cocachacra, debido a los periodos de escasez de agua para cumplir con el riego de sus terrenos agrícolas.

El objetivo de esta investigación es diseñar un adecuado sistema de tratamiento utilizando humedales con la finalidad de reutilizar en riego agrícola.

El método utilizado se desarrolló en dos fases, primera fase, se realizó estudios topográficos y mecánica de suelos, en la segunda etapa se hizo el estudio físico-químico del agua residual.

Con los resultados de la calidad del agua y su nivel de contaminación y a través de cálculos correspondientes, se realizó el diseño del humedal con la finalidad de obtener agua tratada, que cumplan los parámetros normativos para riego agrícola restringido.

Concluimos que el sistema para tratar las aguas residuales mediante humedales es una opción económica, en centros poblados o pequeñas comunidades, y viable para el reúso de riego agrícola de la zona.

**Palabras claves:** Aguas residuales, pre tratamiento, humedales artificiales, reutilización.

## ABSTRACT

Worldwide it is no stranger to be unaware of the problem of water for agricultural irrigation, such as quality or quantity, limitation that irrigated agriculture has is due to the restriction of water during periods of scarcity, a problem that is currently going through the annex of Cocachacra, Santa Cruz district Cocachacra, due to periods of water shortages to comply with the irrigation of its agricultural land.

The objective of this research is to design an adequate treatment system using wetlands in order to reuse in agricultural irrigation.

The method used was carried out in two phases, the first phase, topographical studies and soil mechanics were carried out, in the second phase the physicochemical study of the residual water was carried out.

With the results of the quality of the water and its level of contamination and through the corresponding analyzes, the design of the wetland was carried out with the proposal of obtaining treated water that meets the regulatory parameters for restricted agricultural irrigation.

We conclude that the system to treat wastewater through wetlands is an economic option, in populated centers or small communities, and viable for the reuse of agricultural irrigation in the area.

**Keywords:** Wastewater, pre-treatment, artificial wetlands, reuse

## **I. INTRODUCCIÓN**

El anexo de Cocachacra forma parte como uno de los anexos del distrito de Santa Cruz de Cocachacra en la provincia de Huarochirí, se encuentra ubicada en el Km. 52.5 de la carretera central, con una superficie territorial de 1.16 km<sup>2</sup>, cuenta con 802 habitantes, con un clima cálido durante todo el año, teniendo como actividad principal dentro de su economía la agricultura y turismo.

El plan de gobierno del distrito Santa Cruz de Cocachacra (2014), indicó que una de las principales limitantes para el desarrollo de la agricultura y ganadería se deben a la escases del recurso hídrico en la zona y depende generalmente de las lluvias que se presentan en los meses de diciembre a marzo para poder desarrollarse. (p.9) así mismo en una de sus conclusiones identifica como problema, la falta de acceso a sistemas de planta de tratamientos para agua potable y desagüe. (p.14)

En base a tesis investigadas sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales, Carlos Merino -Ecuador, 2010, indica que los sistemas naturales de tratamientos de aguas residuales, poseen tecnologías en las que el proceso primordial para la depuración está proporcionado por los componentes del medio natural, con finalidad de aprovechar las interrelaciones que ocurren entre la aguas residuales y el lecho filtrante, estas tecnologías acuáticas, que se basan en la depuración por intermedio de las plantas y los microorganismos, mediante los Humedales de flujo superficial y de flujo subsuperficial. (p.3) así mismo Luis Manotupa - Perú, 2018 indica que al presentar elevados costos de mantenimiento y operación de los métodos tradicionales de tratamientos de aguas residuales, surge la necesidad de adaptar y seleccionar tecnologías de tratamiento modernos y eficaces, con capacidades de depurar los contaminantes principales de las aguas residuales a costos muy bajos y los proyectos factibles y auto sostenibles en el tiempo. Por este motivo, esta propuesta está enfocada en una correcta elección de un método adecuado, que tenga un proceso de depuración natural y tiene como principal objetivo estandarizar el sistema y dar pautas necesarias para poder formar el grupo inicial del proyecto de PTAR. (p.14)

El anexo de Cocachacra del distrito de Santa Cruz de Cocachacra, depende de la disponibilidad del río Rímac para el riego agrícola de la zona, pero con la problemática de este recurso hídrico para uso agrícola es escaso en todo el anexo, porque no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales; por lo tanto los residuos líquidos y desperdicios son vertidos directamente y sin ningún tratamiento previo al río, ocasionando la contaminación del agua y suelos.

El riego con agua residual sin tratar constituye una complicación para suelos agrícolas y áreas verdes del distrito, por ello se plantea la siguiente pregunta: ¿Se puede diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales que permitan su reutilización en riego agrícola en el anexo de Cocachacra?

Por consiguiente para la formulación del **problema**, el presente estudio ambicionó dar respuesta a la siguiente pregunta, considerando como problema general el

**¿El sistema de humedal será el adecuado para el tratamiento de agua residual que permita su reuso en riego agrícola del anexo Cocachacra 2019?**

Así mismo como problemas específicos el trabajo de investigación presento las siguientes preguntas: **¿De qué manera se planteara el sistema de tratamiento de agua residual del anexo Cocachacra 2019?** y **¿cuál es el nivel de contaminación del agua residual del anexo Cocachacra 2019?**

La **Justificación** de la investigación, se fundamentó principalmente porque el anexo de Cocachacra tiene la indispensable necesidad de tener un PTAR que sea adecuado para su entorno y permitan su reutilización del recurso hídrico, proporcionando una alternativa de solución al problema de escasez de agua para el riego agrícola del anexo Cocachacra del distrito de Santa Cruz de Cocachacra. De la misma manera el estudio busca, mediante el empleo de los conceptos básicos y las teorías sobre sistemas de tratamientos de aguas residuales, reconocer los parámetros fundamentales a utilizar en el diseño del PTAR, justificándolo a través de los resultados.

El **objetivo general** del presente estudio fue **“Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales para reuso agrícola del anexo Cocachacra 2019”** así mismo como primer objetivo específico, se planteó **Diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales del anexo Cocachacra 2019** y como segundo objetivo **evaluar la**

**calidad del agua tratada para el reúso en riego agrícola del anexo Cocachacra 2019.**

Con el desarrollo del presente trabajo de investigación buscamos validar nuestra hipótesis principal al afirmar que **“El diseño de un sistema de tratamiento de agua residual mediante humedales cumplirán con los estándares permisibles para el reúso de riego agrícola.”** de igual forma validar nuestras primera hipótesis específica afirmando que **“El tratamiento de aguas residuales permitirá diseñar el sistema de acuerdo a los estándares permisibles de los efluentes”**

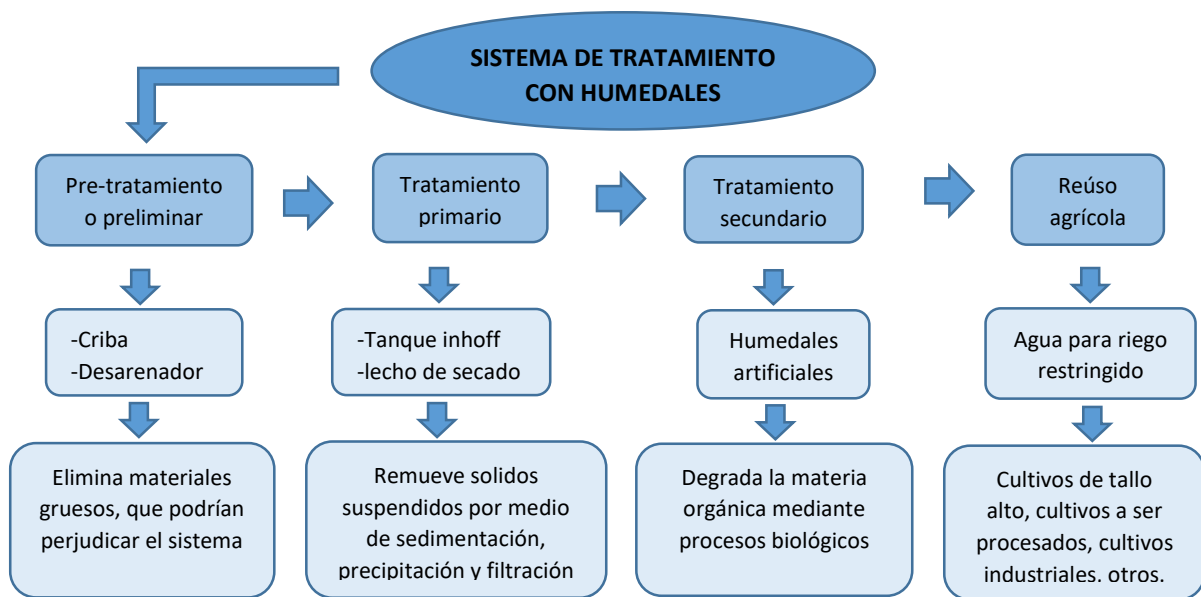
y nuestra segunda hipótesis específica afirmando que **“la calidad del agua tratada cumplirá con los requerimientos de efluentes permitidos para el reúso en riego agrícola**

## **II. MARCO TEÓRICO**



En este capítulo, se tomaron como antecedentes tesis nacionales e internacionales, de la misma manera revistas y libros que se relacionan con el tema con la finalidad de aportar en la investigación, destacando los resultados obtenidos que sobresalen en cada una de ellos, entre los que tenemos a nivel nacional a López y Herrera (2015) refiere que “La visión de las Municipalidades ecoeficientes, se refiere de diseñar un excelente acoplamiento de las opciones tecnológicas, que permitan la descontaminación de las aguas residuales, minimizando el gasto de bienes disponibles, brindando mejores beneficios ambientales a un bajo costo económico”. (p. 3). Para que mejoren las condiciones de vida de una comunidad, centro poblado o municipios, depende mucho de la presentación de alternativas nuevas, eficientes y amigables con el medio ambiente, que beneficien a la comuna. La implementación de un tratamiento adecuado de las aguas a través de humedales permitirá su reúso y brindarían mejores beneficios tanto ambiental como económico. Así mismo Flores Serapio (2016) Desarrolló en su trabajo de investigación un PTAR usando Humedales Artificiales con el propósito de reúso en el riego de la Ciudad Universitaria” (p. 29). Para el cumplimiento de este objetivo, planteó componentes esenciales para la mejora del sistema como: (a) pre-tratamiento, (b) tratamiento primario y (c) tratamiento secundario. También manifestó que la finalidad del sistema es obtener agua tratada, limpia y reutilizable.

Jure Jorge (2018) concluye que “los humedales artificiales son una alternativa muy eficaz para comunidades pequeñas, Ya que actualmente los precio de maniobra durante la etapa útil del proyecto son extremadamente bajos, y no necesitan de trabajadores expertos para su conservación” (cap. 4.2), el resultado de la investigación demuestra que implementar humedales al sistema de tratamiento, es altamente viable y sostenible para municipios, centro poblados, o anexos de pocos habitantes. Flores Serapio (2016) concluyó que: “Cuando se diseñan humedales artificiales en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, estas responden oportunamente al comportamiento pronosticado, es un método válido para filtrar aguas residuales, tanto para tratamiento secundario como terciario” (p. 274). Asimismo, menciona que mientras más terrenos agrícolas se rieguen con efluentes de las plantas de tratamiento, más ahorro del agua pura.



**Figura 1.** Elementos básicos del sistema de tratamiento para reúso agrícola (elaboración propia)

Como antecedentes internacionales investigados para nuestro estudio tenemos a Salazar David y Sánchez Esteban (2015) quienes tuvieron como uno de sus objetivos generales el “investigar diversas soluciones novedosas y viables para el mejoramiento del sistemas de los PTAR en las zonas rurales y marginales [...]” (p. 18). Para ello realizaron un estudio minucioso sobre las tecnologías que actualmente se emplean y utilizaron métodos eficaces y parámetros para cada etapa de diseño. Finalmente Salazar y Sánchez (2015) concluyeron que “Aunque las estructuras del pre tratamiento no trabajen de manera directa en la extracción de compuestos contaminantes, su función es valiosa e importante para la separación de materias que impedirían que el procesamiento biológico se desarrolle con naturalidad [...]” (p. 106). Así mismo pone énfasis indicando que las ecuaciones propuestas que predicen la remoción de la demanda biológica del oxígeno, es parte fundamental para dimensionar el sistema.

Para Murillo Adrian (2017) el desarenador “funciona como separadores de los elementos inorgánicos como la gravas finas (arena), de los componentes orgánicos, (la que se busca desintegrar en los reactores). Por lo tanto, se deben diseñar para velocidades de sedimentación que logren la separación de estas partículas” (p. 23) También manifestó considerar el 10% como pendiente mínima en la base, para proporcionar una inclinación adecuada para que los lodos se evacuen fácilmente. Forero y Urrego (2016) En su estudio de investigación "desarrollaron un plan piloto para la realización de un sistema de tratamiento con

humedales, hicieron un estudio detallado mediante el modelamiento global e integral de un PTAR con humedal artificial.” (p. 17). Analizaron la posibilidad de realizar un novedoso sistema para mejorar la calidad de las aguas tratadas incorporando humedales artificiales al sistema, para reducir el impacto ambiental y mejorar de paisajismo de la ciudad, considerando un estudio de pre-factibilidad del proyecto. Así mismo describen el funcionamiento de un humedal artificial, desde la captación del caudal hasta el colector de descarga. Y como resultado final del estudio Forero y Urrego (2016) concluyeron que: “La mejora ambiental generada por los humedales es bastante buena, [...] y tiene un impacto beneficioso para la fauna y flora ya que estas ayudan a mitigar los olores percibidos en la localidad y también es importante porque mejoraría el paisajismo de la ciudad [...]” (p. 45). Los humedales artificiales generan un buen impacto ambiental porque permite tratar las aguas residuales mediante un proceso natural sin elementos químicos. Continuando con la investigación se describieron conceptos así como las teorías relacionadas, que sirvieron para alcanzar nuestra hipótesis planteada y cumplir con los objetivos de nuestro estudio.

Según la Norma Técnica Peruana OS.090 (2006) menciona que “El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es mejorar su calidad para cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor o las normas de reutilización” (p. 88) así mismo también la norma propone orientaciones básicas, como realizar el estudio técnico sobre la “factibilidad técnico-económica de las alternativas y buscar la elección más pertinente.” (p. 89). Esta información de estudio aclara que para reutilizar el agua residual tratada debe cumplir los parámetros establecidos en la norma, lo que se prevé aplicar a nuestro estudio es respetar los parámetros mínimos constituidos en las normas peruanas para el reúso del efluente del PTAR en riego agrícola.

**Tabla 1.** *Parametro de diseño sugeridos para la rejilla (criba)*

PARAMETRO (barra rectangular)	UNIDAD	VALOR
Espesor	mm	5 – 15
Ancho	mm	30 – 75
Espaciamiento	mm	20 – 50
Inclinacion con la horizontal	%	45 – 60
Velocidad de aproximacion	m/s	30 – 60

**Fuente:** Norma Tecnica Peruana OS-090 (elaboracion propia)

Murillo Adrian (2017) en su tesis investigó sobre la comparación de las tecnologías para tratamiento adecuado de las aguas residuales para poblaciones menores a 5000 hab., donde destacó los resultados obtenidos para costo de mantenimiento y de operación, indicando que la tecnología de humedales artificiales resulta ser la más barata de operar y mantener para las poblaciones de 500 y 1000 habitantes equivalentes, le sigue el UASB con filtro percolador y por último, los lodos activados de aireación extendida” (p. 124). Presentamos la aplicación y empleo de humedales artificiales en las planta de tratamiento de aguas residuales, porque no son complejos ni costosos, y se propone como una alternativa para comunidades de menor población, lo que da soporte como aplicación a nuestras variables independiente y dependientes. Así mismo la Universidad de Concepción (2018) en su revista indica que “Las estructuras de distribución y recogida de agua son una parte importante del sistema y son determinantes para su funcionamiento. Estas estructuras deben ser efectivas, autónomas, fáciles de operar y de mantener. (p. 41), además menciona que deben tener la función de regulación del nivel hídrico dentro de cada lecho, lo que garantiza nuestra propuesta del diseño a través del PTAR con humedales de flujo sub-superficial.

Para Fernández Jesús (2005) “los componentes de la aguas tratadas domesticas generalmente son fáciles de separar o biodegradar, tanto la materia orgánica e inorgánica, los sólidos, grasas y aceites, no acostumbran mostrar componentes peligrosos.”(p. 41). Pérez y Valverde (2007) “De acuerdo a los niveles de tratamientos que se sometan las aguas residuales, las probabilidades de su reutilización son abundantes y diversas, todo dependerá de la calidad del efluente que se consiga.” (p. 266). De igual manera concluyó manifestando que entre tantas posibilidades que tiene la reutilización de las aguas residuales, debemos incitar al interés por aprovechar los beneficios que estas poseen para la agricultura. Mayor Edgardo (2017) “El propósito de hacer un planeamiento integral sobre la construcción de PTAR es realizar el diseño de las mismas cumpliendo con las normativas vigentes como: (a) OS.090 y (b) RNE, así mismo lograr sistemas de tratamiento modernos a bajos costos de mantenimiento.” (p. 8) También concluyó indicando que se tiene que hacer un manejo apropiado de los estudios realizados, porque de no ser así influiría en el diseño de la estructura, la cual conllevaría probablemente a elevar los costos de ejecución y los plazos establecidos.

Para la revista Saber y Hacer (2015) concluyó que “[...] Los tratamientos de las aguas residuales es todo un tema que se ha generalizado en toda América Latina, y las consecuencias integran la contaminación de las aguas residuales y la salud de la población, porque el 80% de los habitantes se encuentran en sectores urbanos y más del 70% no poseen ningún tratamiento para las aguas residuales. (p. 21) Además exhorta a los gobiernos locales, regionales, y nacional a tomar acciones recuperativas y preventivas en el menor plazo posible.

Para Camilo Espinoza (2014) detalló sobre el humedal: “El procedimiento se basa en la construcción de un humedal con plantas acuáticas (macrófitas) las cuales están sembradas sobre una cama de gravas en una laguna impermeabilizada, poco profunda (generalmente menor a 1 m de hondura). La función de las macrófitas es hacer viable las complicadas interacciones: (a) físicas, (b) químicas y (c) biológicas, mediante el cual las aguas residuales del afluente son depuradas de manera continua y gradualmente.” (p. 30). También concluyó manifestando que el humedal artificial es utilizado para tratamientos: (a) secundario o (b) terciario de las aguas residuales, siendo obligatorio implementar preliminarmente tratamiento primario, con la finalidad de asegurar que funcione correctamente. Para Pulcha y Valencia (2019) “En su estudio realizado evaluó los procesos de remoción de contaminantes eco-tóxicos mediante humedales construidos, verificando que cumplan con los estándares de calidad del agua para su vertimiento.” (p. 6). Al finalizar su estudio determinó en base a los resultados conseguidos, que el porcentaje de remoción de contaminantes mediante los humedales eran excelentes, debido a sus mecanismos de fito-extracción, absorción y volatilización, disminuyendo así el grado de contaminación de las aguas por debajo de los LMP.

Para Arce Luis (2013) “El tratamiento primario es la encargada de remover los sólidos suspendidos y el elemento estructural más usado para cumplir con esa función es el tanque Imhoff, porque tiene incorporado un digestor de lodos en la parte inferior y funciona de manera sencilla, sin poseer partes mecánicas. Pero antes es preciso que pase por la criba o cámara de rejillas.” (p. 12). Moncada Álvaro (2015) mencionó que “Dentro de los aspectos más relevantes que tienen los humedales y las plantas es que poseen la cualidad de conservar la conductividad hidráulica. Porque sin plantas el terreno tendría que ser acondicionado

Convenientemente para recobrar la conductividad, ya que esta se elimina por la creación de bio-películas y la degradación de los sólidos”. (p. 12). A la vez concluye manifestando que para minimizar los riesgos de obstrucción, obligatoriamente se tiene que tratar al afluente mediante las etapas de: (a) pre-tratamiento y (b) tratamiento primario, después de ello recién podrá unirse al humedal; de esta forma se prolongaría notablemente la vida útil del humedal.

Moscoso, Julio (2011) detalló que “La manera más sencilla y barata de secar los lodos es mediante un lecho de secado en donde se deshidratan y estabilizan. La etapa de deshidratación será de 3 a 4 semanas para clima cálido y de 4 a 8 semanas para clima frío. Para dimensionar el lecho se tiene que calcular en relación al volumen y masa, asumiendo una hondura de estudio aproximado entre 20 y 40 cm. y se realizarán de 4 a 6 horas.” (p. 44). También manifestó que por lo sencillo y económico es adaptable para comunidades pequeñas. A su vez Flores Serapio (2016) manifestó que “Los lodos son deshidratados mediante la evaporación para luego poder usarse en rellenos de terrenos y también se pueden utilizar para fertilizar terrenos agrícolas.” (p. 109) Ampuero Carlos (2014) “Generalmente los tratamientos secundarios son biológicos, y se utilizan esencialmente para remover los DBO solubles y los sólidos en suspensión volátiles, estos se incorporan en los tratamientos biológicos de: (a) lodos activados, (b) filtros percoladores, (c) sistemas de lagunaje y (d) los humedales artificiales.” (p. 13). Se propuso diseñar un PTAR con humedales por los diversos beneficios que presenta como su óptima eficacia en la depuración de las materias orgánicas, patógenos y también otras bondades. Por ello recopilamos información que coadyuvaron a realizar nuestro proyecto.

SUNASS (2015), menciona en su libro que “La remoción de las materias orgánicas bio-degradables y los sólidos suspendidos se dan en el tratamiento secundario y tienen que cumplir necesariamente con los LMP de DBO5 y la DQO.” (p. 66) de la misma forma así mismo Delgadillo, Oscar (et al) (2010) menciona que para el diseño de humedales sub superficiales, “Se tiene que tener en cuenta los siguientes pasos para proyectar el tipo de humedal que se requiere, las cuales son: (a) cálculo del área necesaria, (b) profundidad del humedal, (c) pendiente, (d) sustrato, (e) relación largo – ancho” (p. 31). Marín-Muñiz (2017) mencionó en sus conclusiones que “el tratamiento de aguas residuales con humedales es una buena alternativa

para la ecología y el medio ambiente; además económicamente viable para mejorar la calidad del agua. Al limpiar las agua a través de dicha eco tecnología, favorece su reutilización en diferentes usos.” (p. 94) finalmente recomendó que sería Trascendental y oportuno impulsar estos paradigmas para progresar y mejorar el sistema e incentivar su uso. Manotupa y Muriel (2018) señalaron dentro del desarrollo de investigación que "Además es importante manifestar que con el uso de sistemas naturales de tratamiento se obtienen niveles de remoción muy altos, cumpliendo con los márgenes establecidos por la OMS para el riego agrícola como son: (a) coliformes fecales  $\leq 1000 /100m$ , (b) huevos de helmintos  $\leq 1/100ml$ ". (p. 91). De lo antes mencionado nuestro estudio se desarrolló con los requisitos básicos para cumplir con los (LMP) y (ECA), por ello implementamos un PTAR adaptándole humedales, para una mejor remoción de contaminantes, estos sistemas están orientados a ser utilizadas en poblaciones medianas y pequeñas.

Así mismo la FAO (2013) menciona que “Los reglamentos actualmente establecidos autorizan la utilización de aguas tratadas de manera secundaria para todo tipo de cultivo como: cultivos forrajeros, cítricos, viñedos, cereales y otros árboles, con la excepción de hortalizas”. (p.13). Nuestro trabajo se enfoca principalmente en el reuso para la agricultura, para darle un mayor provecho y rentabilidad al agua residual a nivel local y nacional. Además su gran cantidad de nutrientes y fertilizantes pueden favorecer a incrementar un mayor beneficio para los cultivos y con ello mayores ingresos y beneficios para la población.

**Tabla 2.** *Uso de agua tratada con humedales artificiales con finalidades de riego.*

TIPO DE RIEGO	USO
Agrícola	Irrigacion de Cultivos que no sean tuberculos
	Principalmente arboles de citricos
	Riego de viveros y de areas de produccion floral
Areas verdes	Riego de parques, iglesias, jardines, escolares
	Riego campos de golf ,cementeros,domiciliarios.

**Fuente:** Marín-Muñiz (2017) (elaboracion propia)

### **III. METODOLOGÍA**



### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Para Hernández y Baptista (2014, p.92) "las características del estudio **descriptivo** se basan en la importancia de explicar las propiedades de cualquier fenómeno que se analiza." Para Borja (2012, p.13) "determinar el comportamiento de una teoría o variable sabiendo la actuación de una o más variables relacionadas, se le determina como una investigación de tipo **correlacional**". Para Hernández y Baptista (2014, p.95) "generalmente las investigaciones **explicativas**, buscan determinar el origen de los hechos o acontecimientos que se estudian." Para Bernal (2010, p.145) "las investigaciones **experimentales** se desarrollan a través de los diseños, estos están conformados por un complejo proceso mediante el cual se manipulan una o más independientes y se dimensiona su resultado referente a una o más variables dependiente."

Para nuestro trabajo de investigación se planteó los parámetros de estudio descriptivo correlacional, explicativo del tipo experimental, lo que significa investigar describir, y proponer alternativas de cambio, lo que no implica necesariamente el desarrollo de la propuesta.

Para Borja (2012, p.10) "la investigación **aplicada**, Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática, [...], los proyectos de ingeniería civil están ubicados dentro de este tipo de clasificación, siempre y cuando solucionen alguna problemática"

El desarrollo de la investigación mediante la aplicación propone una alternativa de solución a la problemática que existe en el anexo de Cocachacra a través del diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales para el reúso agrícola, así mismo el enfoque de nuestra investigación validara nuestra hipótesis como manifiesta Hernández y Baptista (2014, p.6) "En una investigación **cuantitativa** se intenta generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan replicarse".

### 3.2. Variables y operacionalización

Según Borja (2012, p.24) “El investigador debe definir los indicadores de las variables antes de realizar la recolección de datos, y para ello deberá utilizar términos operacionales, es decir, que produzcan datos concretos, que sean cuantificables”.

Las variables que se emplearon para diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales, para reúso agrícola del anexo Cocachacra 2019, son:

➤ **Variable 1**

Variable Independiente: Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

➤ **Variable 2**

Variable Dependiente: Humedales Artificiales

➤ **Variable 3**

Variable Dependiente: Reúso agrícola.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población.

Para Borja (2012, p.30) “[...], se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio.” Para el presente estudio de investigación se consideró el total de las aguas residuales domesticas del anexo Cocachacra que se da en función a la población total y dotación de agua por persona.

#### 3.3.2. Muestra

Según Bernal (2010, p.161) “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio.” Según Borja (2012, p.31) “Es obvio que si cada uno de los sujetos de estudio de una investigación tuvieran exactamente las mismas características, el tamaño requerido de la muestra sería solamente de uno”

### **3.3.3. Muestreo**

Para Bernal (2010, p.164) “[...], el muestreo aleatorio simple se utiliza cuando en el conjunto de una población, cualquiera de los sujetos tiene la variable o variables objeto de la medición.” Para el desarrollo de la investigación se extrajo 3 muestras de agua residual, estas muestra se tomaron en diferentes horarios que se consideraron representativos las mismas que fueron extraídos del punto de desemboque de aguas residual del anexo Cocachacra. Las muestras se llevaron al laboratorio para realizar el estudio físico – químico del agua, y los resultados sirvieron para validar nuestra hipótesis en relación al diseño de los elementos estructurales, y del cumplimiento con los límites máximos permisibles para reúso en riego agrícola

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **3.4.1. Técnicas**

Según (Borja, 2012, p. 33) “[...], se deben presentar los formatos utilizados, por ejemplo, para realizar un levantamiento topográfico, formatos para hacer los estudios de suelo, estudios de tráfico, formatos para realizar los ensayos. Estos formatos deben estar sin datos” La técnica aplicada a nuestro estudio se apoyó en la observación, teniendo como primera acción el reconocimiento de lugar para identificar el espacio geográfico territorial sus accidentes y sus redes de alcantarillado a través de un estudio de topografía y estudio de mecánica de suelos. Posteriormente se recopiló información estadística de fuentes primarias, como instituciones u organizaciones (Municipio, Inei, Sunass, Ana), con la finalidad de obtener información actualizada tales como habitantes, dotación de agua por persona, caudal del agua residual en promedios y máximos horarios en l/s. del anexo Cocachacra. Finalmente para conocer el grado de contaminación, se realizó el análisis físico químico del agua residual a través del laboratorio correspondiente.

### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según (Borja, 2012, p. 33) “El proceso de recolección de datos implica [...]. Seleccionar el instrumento de recolección de datos, el mismo que debe ser válido y confiable, [...]” Para nuestro estudio se utilizó el procedimiento adecuado para recolectar los datos que se necesitan para el planteamiento de nuestro estudio como el levantamiento topográfico, a través de un instrumento de alta precisión, como es una estación total, siguiendo con el procedimiento se realizó el estudio de mecánica de suelos a través de calicatas de una profundidad de 3 mts. Extrayendo la muestra correspondiente para ser analizada en laboratorio, lo que sirvió de base para el diseño de los módulos estructurales que forman parte del sistema de tratamiento de aguas residuales. Finalmente se realizó la toma de muestra del agua residual utilizando los instrumentos (envases, cantidad) solicitados por el laboratorio especializados en análisis de agua residual. Con los resultados obtenidos sobre los parámetros indicativos y sus valores de contaminación, se diseñó el último elemento estructural que es el humedal.

### **3.4.3. Validez**

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.” El estudio se valida en su contenido, porque se utilizaron instrumentos adecuados y específicos en cada estudio, así como para cada ensayo, prueba o análisis según su tipo, validado por medio de certificaciones, e informes de los resultados obtenidos, debidamente refrendados por el laboratorio y por el profesional correspondiente.

### **3.4.4. Confiabilidad**

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.200). “Confiabilidad Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. El estudio demuestra la confiabilidad, por los instrumentos que se utilizaron en los procesos de levantamiento de información así

podemos indicar que para la topografía se utilizó estación total, un instrumento de alta precisión con enlace al Sistema de control horizontal del IGN con 2 puntos de apoyo uno de base y el otro de referencia en el Sistema WGS-84 de coordenadas geodésicas de orden "C. En el estudio de mecánica de suelos, se realizaron calicatas a cielo abierto a 2 mts. de profundidad y se transportaron al laboratorio (Laboratorio de Mecánica de Suelos INOPCON S.A.C.) para sus ensayos correspondientes y análisis de cada muestra.

Y para el estudio físico – químico del agua residual, se tomaron muestras de agua residual el punto final de desemboque del alcantarillado con los recipientes adecuados para conservación de muestra y se trasladaron al laboratorio (NSF Inassa Envirolab) para sus análisis correspondientes.

### **3.5. . Procedimientos**

El presente trabajo de investigación refiere que para el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales para reutilizar en riego agrícola del anexo Cocachacra distrito de Santa Cruz de Cocachacra, Huarochirí, y a través de coordinaciones con la autoridad del distrito así como su equipo técnico, se inició con el desarrollo de los siguientes procedimientos:

De las visitas continuas nos sirvió para observar, identificar y cuantificar áreas existentes de cultivo, área urbana y espacios públicos, así como la red de agua y alcantarillado y el recorrido de esta red hasta su disposición final que es la desembocadura, a 400 mt. de distancia al río Rímac.

De la planificación realizada como primera acción se programó los días de trabajo para conocer el caudal del agua residual, por lo que se tomaron de los días y horas que se consideraron representativos, con esos datos se procedió a determinar Caudal Medio Diario (Qmd), Caudal Máximo Diario (QMD) y caudal Máximo Horario (QMH). para posteriormente calcular el caudal promedio de diseño en m<sup>3</sup>/día.

#### **3.5.1. Topografía**

Un equipo de técnicos profesionales topógrafos efectuaron el levantamiento topográfico del terreno, así como la identificación de sus respectivos detalles y perfil longitudinal (largo, ancho y alturas). Para este

trabajo se utilizara como mínimo dos puntos de control (BM) de orden C, así como el uso de un equipo de alta precisión (Estación total, GPS diferencial). Se migrara la información de la estación total tomada en el campo a una computadora, Software Civil 3D para el procesamiento de datos topográficos y Software AutoCAD 2019 para la elaboración de los planos.

**3.5.2. Mecánica de suelos,** Un equipo de técnicos profesionales, realizaran calicatas a cielo abierto de 3 mts. de profundidad aprox. Lo que nos permitirá una inspección directa del suelo que se desea estudiar, proporcionándonos las características físicas, químicas y su composición estratigráfica, es decir las capas o estratos de diferentes características que lo componen. Seguidamente se extraerá una muestra recomendable, la misma que se llevara al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes, y obtener resultados, según clasificación SUCS y clasificación AASHTO.

**3.5.3. Análisis físico químico;** para el estudio físico – químico del agua residual, se tomará una muestra representativa de agua residual del punto donde se ubica el efluente del alcantarillado, para ser trasladado en un máximo de 24 horas a fin de que conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes y que no hayan ocurrido cambios significativos antes del análisis. Es decir que conserve el tipo de contaminación y determinar los valores de los siguientes parámetros como son el pH, turbidez, solidos suspendido, solidos disueltos, dbo, dco, y aceites y grasas.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

Según (Borja, 2012, p. 11) “Plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis.” Con la obtención de resultados del levantamiento topográfico, ensayos de la mecánica de suelos, y el resultado de los parámetros de contaminación del agua residual, así también con la recolección de información local como es la observación, reconocimiento y datos documentales e información estadística de diferentes fuentes, como el Instituto estadístico

(INEI), Norma legal Peruana que indica los límites máximos permisibles para reúso del agua tratada, el reglamento Nacional de Edificación, que se describen en su capítulo O.S. 090 (Planta de tratamiento de aguas residuales), y la Autoridad Nacional del Agua, que reglamenta parámetros de recursos hídricos.

Procedimos al desarrollo y análisis de datos con el propósito de realizar un diseño adecuado de cada elemento estructural, considerando que cada uno de estas estructuras se encuentre dentro de los parámetros constructivos de la norma del RNE los mismos que formaran parte del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedal. Lo que daría respuesta a nuestra hipótesis que el efluente del agua residual tratada mediante humedales cumpla con los límites máximos permisibles para el reúso de riego agrícola, a través de los diseños estructurales que forman parte del sistema de tratamiento de agua residual.

### **3.7. Aspectos éticos**

Como autores del presente estudio asumimos con responsabilidad el contenido íntegro del trabajo de investigación, del mismo modo afirmamos que hemos sido respetuosos de la metodología de trabajo para una investigación cuantitativa. Por lo que damos fe, sobre los datos que contiene este estudio son reales y verificables, los mismos que se encuentran dentro de los parámetros normativos que exigen los diferentes organismos e instituciones, como son la Autoridad Nacional del Agua (ANA), norma legal del peruano, INEI, y el RNE. Como responsables validaremos los resultados que se obtendrán, del procedimiento de las técnicas y recolección de datos, para el diseño apropiado de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales para reutilizar en riego agrícola del distrito.

#### **IV. RESULTADOS**



## 4.1. Área de Estudio de Investigación

### 4.1.1. Ubicación.

**Política:** El anexo de Cocachacra uno de los 7 anexos que tiene el distrito Santa Cruz de Cocachacra Provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

### **Geográfica:**

Latitud, -11.9108

Longitud, -76.5406

Altitud, 1.406 msnm.

### 4.1.2. Localización

El anexo de Cocachacra, distrito de Santa Cruz de Cocachacra, provincia de Huarochirí, región Lima, esta localidad está ubicada en el Km. 52.5 de la carretera central y cuenta una extensión de terreno de **116 ha.** (1´160,000 m<sup>2</sup>) Entre los cuales un 25.86 %(30 ha.), corresponde a viviendas entre urbanas y rurales, y un 74.14 % (86 ha.), destinado para el área agrícola cultivo de hortaliza, árboles frutales, tunales y pastizales.

### 4.1.3. Población

De acuerdo a los datos que referencia el INEI, 2017 el anexo de Cocachacra tiene una población de 802 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 1 %, y aplicando el factor de crecimiento anual del INEI al año 2020 tenemos 826 habitantes.

### 4.1.4. Calculo de la población de diseño

Para la proyección de la población futura a un periodo de 20 años, se realizó el cálculo utilizando el método aritmético simple, arrojando como resultado una población futura de 991 habitantes, la cual detallamos en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Calculo de poblacion futura,

<b>1) POBLACION ACTUAL:</b>		<b>Año =</b>	2020	
		<b>Población Actual =</b>	826	habitantes
<b>2) POBLACION FUTURA ESTIMADA:</b>				
La Población de Diseño Buscada, para el Año:			2040	
<b>2-1) PERIODO DE DISEÑO:</b>				
	<b>Per. de Diseño =</b>	20		Años
	<b>Per. de estudio =</b>	0		Años
	<b>Per. de diseño (T) =</b>	20		Años
<b>2-2) TASA DE CRECIMIENTO:</b>				
	<b>T. de crecimiento (r) =</b>	1.00		% datos INEI
<b>2-3) NUMERO DE HABITANTES:</b>				
				Por El Metodo Aritmetico Simple
	<b>Población Futura =</b>	P. actual ( 1 + r x T / 100)		
	<b>Población Futura =</b>	991		habitantes

#### 4.1.5. Calculo del Caudal de Contribución (PTAR)

**Tabla 4.** Caudales de diseño

<b>1) CONSUMOS DE DISEÑO:</b>				
<b>POBLACION DE DISEÑO =</b>	991	habitantes		
<b>DOTACION ASUMIDA =</b>	150	Lt/hab/día		(Zona Costa < 1500 m.s.n.m.)
<b>COEFICIENTE DE RETORNO =</b>	0.8	% NTP OS-070		
<b>2) CAUDALES DE DISEÑO:</b>				
<b>CONSUMO PROMEDIO DIARIO: <math>Q_p = ( P_d * D_a * C_r )</math></b>				
<b>Qp =</b>	118,920.00	Lt/día	118.92	m3/día
<b>Qp =</b>	1.38	Lt/Seg	0.00138	m3/seg
<b>CONSUMO MAXIMO DIARIO: <math>Q_{md} = C_d \times Q_p</math></b>				
<b>Cd =</b>	1.30	Coeficiente de variación Máximo Diario		
<b>Qmd =</b>	1.79	Lt/seg		
<b>CONSUMO MAXIMO HORARIO: <math>Q_{mh} = C_h \times Q_p</math></b>				
<b>Ch =</b>	2.50	Coeficiente de variación Máximo Horario		
<b>Qmh =</b>	3.45	Lt/seg		
<b>CAUDAL DE INFILTRACION: <math>Q_i = 0.0002315 * L</math></b>				
<b>Qi =</b>	0.0002315*2.52			
<b>Qi =</b>	0.58	Lt/seg		
<b>3) CAUDAL DE CONTRIBUCION AL (PTAR)</b>				
<b>CAUDAL DISEÑO DEL SISTEMA: <math>Q = Q_p + Q_i</math></b>				
<b>Q =</b>	1.38+0.58	Lt/seg		
<b>DATO PARA EL DISEÑO Q =</b>	1.96	Lt/seg	0.00185	m3/seg

Para determinar nuestro caudal de diseño seguimos los parámetros básicos para un diseño de una planta de tratamiento **Norma OS-090**, partiendo de la dotación de consumo diaria de agua potable, la población de diseño y el coeficiente de retorno de acuerdo a la Norma OS-070. Dando como resultado un caudal promedio ( $Q_p$ ) de 1.38 l/seg. Así mismo se halló el caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ) multiplicando el ( $Q_p$ ) \* el coeficiente de variación máximo diario (1.30). Dando como resultado ( $Q_{md}$ ) = 1.79 l/seg. También se halló el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) multiplicando el ( $Q_p$ ) \* el coeficiente de variación máximo horario (2.50). Dando como resultado ( $Q_{mh}$ ) = 3.45 l/seg. A la vez se halló el caudal de infiltración ( $Q_i$ ) multiplicando el coeficiente 0.0002315 \* la longitud de la red de alcantarilla de acuerdo a la norma OS-070, obteniendo un resultado de 0.58 l/seg. Con los resultados obtenidos se realizó el caudal de diseño de acuerdo a la norma sumando el ( $Q_p$ ) + ( $Q_i$ ), teniendo un resultado de 1.96 l/seg.

#### 4.2. Estudio Topográfico

El resultado obtenido del levantamiento topográfico, presento la determinación descriptiva, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos necesarios para la representación gráfica del área de terreno, y a través de los puntos, curvas de nivel de cada 1 metro de distancia una de la otra ayudó a tener una visión clara con la descripción sobre el terreno y sus condiciones físicas y geográficas.

**El terreno** donde se ejecutó el levantamiento topográfico expresa un **área** aproximada de **3,712.12** m<sup>2</sup>, la topografía en su planimetría presenta características de terrenos cultivables, áreas no complejas con variedad de **pendientes** que van hasta el **8.1%** que predominan de los diferentes entalles es decir que oscilan desde áreas planas a medianamente inclinada .

Otra característica que describe la topografía es que presenta clima cálido, que involucra e la temperatura, humedad altitud, así como la cercanía a la cuenca del río Rimac. Para el control Horizontal, se utilizó el método Diferencial y estático el cual consistió en colocar un equipo GPS Master (BASE), en el Punto Geodésico con coordenadas conocidas, para este proyecto se utilizó el punto de la Estación GPS Permanente: COCACHACRA y para el control vertical, (elevaciones) se ha utilizado la corrección por el modelo de ondulación, utilizando el EGM96.

Los trabajos se hicieron los días 08 y 09 de junio, para ello se instaló la base en el punto geodésico denominado "COCACHACRA" de orden "CERO" y se procedió a medir 01 punto.

**Tabla 5** Cordenadas UTM :diferencia de alturas geoidal

COORDENADAS UTM : ZONA 18 South				
Nro.	Nombre	Norte	Este	Altura Geoidal
1	COCACHACRA	8682620.283	331823.742	1366.00
2	COCACHACRA	8682823.715	331662.142	1345.00

Se usó 01 receptor Diferencial GPS L1/L2, para tener lecturas simultaneas y optimizar la geometría de la red geodésica. El error de cierre para el presente proyecto se empleó la nivelación Geométrica de ida y vuelta y de un nivel de precisión de orden cero, la cotas bases empleados fueron los obtenidos a partir de la Georreferenciación (BM-01 y BM-02).

**Coordenadas UTM WGS-84**

Reference elipsoide : WGS-84  
 Datum : WGS-84  
 Proyección : Universal Transversal Mercator  
 Zona : 18 S

**Tabla 6.** Descripción de BM-001 y BM-02

Descripción	Norte	Este	Elevación Geoidal
BM-01	8682676.119	331774.304	1360.993
BM-02	8682799.592	331662.382	1345.435

Para la sección transversal se realizó 14 cortes con una longitud de 20 m. en promedio, el perfil longitudinal, como resultado mantiene una pendiente moderada, dentro del área de estudio de la cota nivel 0 = 1366.009 msnm cota más baja 1 = 1345.00 msnm, con una longitud de 260 mt., con secciones transversales de cada 20 mt. y con alturas de cada metro, arroja una pendiente de 8.1 % aprox.

**4.3. Estudio Mecánica de Suelos**

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y

recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio, donde se obtuvo como resultado la clasificación SUCS y AASHTO (Estudio de Mecánica de Suelo) para determinar las características físicas y mecánicas de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico del área en estudio.

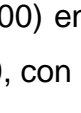
Prof. M	N° DE MUESTRA	Hum. Nat. (%)	CLASIFICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL SUELO	GRANULOMETRIA (% Que pasa)				LÍMITES DE ATTERBERG (%)		
			AASHTO	SUCS	SIEMBOLO		3/4"	No 4	No 10	No 200	L.L	L.P.	I.P.
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2 1.4	M-1	17.38	A-6 (16)	CL		Arcilla mal gradada con arena	100.0	97.4	90.1	76.7	35.0%	23.7%	11.3%
1.50													

Figura 2. Perfil estratigráfico. Fuente (laboratorio INOPCON SAC)

Según AASHTO se clasifican dentro de los materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200) en el grupo A-6, con un porcentaje de 76.73% que pasa por el tamiz N° 200, con límite líquido del 34.95% y límite plástico de 23.68, el cual nos da un índice de plasticidad de 11.27%. Por lo tanto son materiales que están constituidos principalmente por suelos arcillosos y se caracterizan por ser suelos regulares o malos dependiendo el uso que se les va a dar y según su clasificación SUCS se encuentra dentro de los suelos de granos finos (más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200) en el grupo de limos y arcillas, con límite líquido menor de 50%, con el símbolo de grupo **CL** considerado como suelos de arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.

Durante el estudio de mecánica de suelos no se encontró nivel freático a una profundidad de 2 metros debajo del terreno natural. Y además durante los trabajos de campo realizados no se han detectado fenómenos de geodinámica recientes como levantamientos y/o hundimientos ni desplazamientos de la formación sedimentaria de la zona, lo cual favorece al proyecto. Según el mapa de zonificación sísmica, mapa de distribución de aceleraciones de máximas intensidades sísmica del Perú y de acuerdo a la NTP E.030 "Diseño Sismo Resistente" El anexo de Cocachacra se encuentra comprendida en la Zona 3, correspondiéndole una sismicidad moderada. Se presenta el mapa de zonificación sísmica considerada para la norma y los parámetros sísmicos a considerarse en el desarrollo del proyecto.

**Tabla 7. Clasificación AASHTO**

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa:											
N° 10 (2mm)	50 máx	-	-								
N° 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín								
N° 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx				36mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-	-	-	40 máx	41 mín.	40 máx	41 mín.	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							regular a malo			

**Tabla 8. Parámetros sísmicos de la zona**

FACTOR DE ZONA (Z)	TIPO DE SUELO	FACTOR DE AMPLIFICACION DE ONDAS SISMICAS (S)	PERIODO DE VIBRACION PREDOMINANTE (Tp)
<b>0.35</b>	<b>S2</b>	<b>1.15</b>	<b>0.60</b>

#### 4.4. Análisis físico químico.

El análisis físico químico y microbiológico de agua residual urbana realizada en los laboratorios NSF Envirolab, corresponde a 5 muestras obtenidas del punto de desemboque final, estas muestras fueron recogidas en diferentes días y horarios, cada muestra contiene 1 litro de agua residual, debidamente envasado, sellado y etiquetado. Para ser enviado al laboratorio para los análisis correspondientes.

El laboratorio emite **resultado** de los 10 parámetros solicitados para su análisis en valores numéricos del grado de contaminación. Los parámetros solicitados fueron Aceites y grasas, Demanda biológica de oxígeno DBO5, Demanda química de oxígeno DQO, PH, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno orgánico, Coliformes fecal, Coliforme total, Solidos suspendidos y solidos sedimentables. La temperatura del agua residual fue tomada en situ por su misma condición con el instrumento adecuado, obteniéndose un valor promedio de 28° C.

**Tabla 9** Resultados de análisis de laboratorio NSF Inassa Envirolab

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	MUESTRA AAR01	MUESTRA AAR02	MUESTRA AAR03	MUESTRA AAR04	MUESTRA AAR05
			LUNES 7:45	MIERCOLES 11:02	MIERCOLES 14:00	VIERNES 17:00	SABADO 13:00
1	ACEITES Y GRASAS	mg/L	0,1	0,13	0,05	0,07	0,12
2	DBO5	mg/L	105.46	101.37	104.58	103.51	102
3	DQO	mg/L	201.00	191.24	188.59	200.24	196.21
4	NITROGENO AMONICAL	mg/L	0.25	1.16	1	0.88	0.38
5	NITROGENO ORGANICO	mg/L	0.08	0.77	0.95	0.65	0.25
6	PH	mg/L	6.95	6.4	6.6	6.9	6.8
7	SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	153.20	112.21	154.53	140.38	131.05
8	SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	3	4.32	3.48	3.51	2.25
9	COLIFORMES FECALES	NML/100 ml	0.36E+05	1.07E+05	1.0E+05	0.57E+05	1.04E+05
10	COLIFORMES TOTALES	NML/100 ml	1.56E+05	1.42E+05	1.2E+05	1.64E+05	0.37E+05

La interpretación de los resultados del análisis del agua residual realizado en los laboratorios NSF Envirolab, de 5 muestras cada y cada muestra con resultado de 10 parámetros, se desprende que se encuentra **contaminada** clasificado como **aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas principalmente de origen municipal**, el nivel de contaminación del agua residual de los parámetros como guías principales para evaluar la calidad del agua, por influencia humana, por el crecimiento poblacional y crecimiento urbano los que tenemos:

- a) Demanda bioquímica de oxígeno DBO5.
- b) Demanda química del oxígeno (DQO)
- c) Sólidos suspendidos totales (SST).

**Tabla 10.** Calculo del área humedal subsuperficial

<b>1.- Calculo del Área transversal (At) en función a la Ley de Darcy:</b>			
$At = (Qmd)/(Ks) \times (s)$			
$At = \frac{204.76 \text{ m}^3/\text{día}}{1000 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}}$	X		0.01
$At = 20.476 \text{ m}^2$			
<b>2.- Ancho del humedal considerando 0.60 de profundidad</b>			
$\text{Ancho} = \frac{20.476 \text{ M}^2}{0.6 \text{ M}^2}$			
$\text{Ancho} = 34.13 \text{ M}$			
<b>3.- Calculo del área superficial (As) considerando la máxima carga orgánica:</b>			
$As = (Q \times \text{DBO5}) / \text{CS}$			
$As = \frac{204.76 \text{ m}^3/\text{día}}{75.04 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{día}}$	X		5 g/m <sup>2</sup> ·día
$As = 3073.038 \text{ m}^2$			
<b>4.- largo del humedal considerando el ancho de 34.13 m.</b>			
$\text{Largo} = \frac{3073.04 \text{ m}^2}{34.13 \text{ m}}$			
$\text{Largo} = 90.048 \text{ M}$			
<b>5.- Ajustando las dimensiones para una proporción entre largo y ancho; 1:3</b>			
<b>Ancho propuesto = 32.00 m</b>			
<b>Largo propuesto = 96.00 m</b>			

Con los resultados obtenidos del análisis físico químico del agua se realizó el diseño del humedal en función a la ley de Darcy, calculando el área superficial (As) en función a la carga máxima orgánica (DBO) obteniendo un (As) de 2681.013 m<sup>2</sup>, luego se ajustaron las dimensiones para una proporción de largo y ancho de 3:1 proponiendo una dimensión final de 96.00 m. de largo por 32.00 m. de ancho.



## V. DISCUSIÓN

En el presente capítulo llevaremos a la discusión con diferentes autores que desarrollaron o plantearon similares estudios sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante humedales, así como su reutilización en riego agrícola. Indicando que este estudio tuvo base en la necesidad de plantear una alternativa de solución viable a una de sus problemática que atraviesa el anexo de coca chacra, de la misma manera se aplicaría para aquellas poblaciones que se encuentren en similares condiciones geográficas.

Nuestros resultados de los estudios realizados en el laboratorio **NSF inassa envirolab**, manifiestan que las aguas residuales analizadas se encuentran contaminadas calificada como agua residuales crudas de origen municipal, esto corrobora la problemática planteada al inicio del, porque la Norma OS-090 manifiesta que no está permitido la descarga de las aguas residuales sin tratamiento a algún cuerpo receptor, lo cual valida nuestro estudio realizado.

Los resultados de los estudios topográficos arrojaron que el terreno disponible para la construcción del PTAR tiene el área requerida y suficiente para la ejecución del proyecto, y posee una pendiente del 8.2% el cual es aceptable y lo ratifica Romero (1999) quien manifiesto que los terrenos que tengan pendientes entre el 5% y 10% son moderadamente adecuadas para realizar una planta de tratamiento. Con esta información se propuso un sistema adecuado, viable y económico. Estos fueron semejantes al estudio realizado por Salazar y Sánchez quienes implementaron sistemas de tratamiento para zonas rurales y marginales.

Los resultados obtenidos del análisis físico químico del agua manifestaron porcentajes de contaminantes de los diversos elementos encontrados en las aguas residuales del anexo de Cocachacra, en donde se logra percibir las diferencias de resultados de acuerdo a las muestras tomadas y poder trabajar el diseño con el grado de contaminación más alta para garantizar un funcionamiento adecuado del humedal artificial, semejante a lo manifestado por Ampuero Carlos (2014) quien buscó esencialmente remover los DBO solubles mediante el tratamiento biológico con humedales artificiales.

**Los niveles de DBO5 en mg/l encontrados son los siguientes:**

**Tabla 11. Muestras DBO5**

PARAMETROS	UNIDAD	MUESTRAS				
		LUNES	MIERCOLES	MIERCOLES	VIERNES	SABADO
DBO5	mg/l	115.46	101.46	109.58	99.51	112

De acuerdo a lo manifestado por Romero (1999) que el DBO5 es depurado en el pre tratamiento y tratamiento primario entre el 35% y 40%. Pero la Norma OS-090 dice que el porcentaje de remoción es de 25% y 30% Asumiendo el porcentaje mínimo, de los antes mencionados obtenemos un 86.59mg/l de DBO5 al ingreso del humedal, En relación al porcentaje de depuración de DBO5 la Universidad de Concepción (2018) manifiesta que los humedales artificiales tienen una eficacia de depuración de DBO5 en un rango de 71% al 97%. Trabajando con el promedio de los porcentajes antes mencionados tenemos un efluente de 13.85mg/l encontrándose dentro de los LMP para riego agrícola, por lo tanto es aceptable para el uso de riego en la agricultura validado así nuestra hipótesis planteada. Además Delgadillo (et al.) (2010) Obtuvieron resultados semejantes a los nuestros manifestando que la temperatura adecuada para que la actividad microbiana fuera excelente tendría que haber una temperatura de 25°C a 35°C, estos resultados muy similar a los nuestros que fueron de 28°C validando con ello nuestra hipótesis para implementar un sistema de tratamiento con humedales artificial.

**Los niveles de DBO5 en mg/l encontrados son los siguientes:**

**Tabla 12. Muestras DQO**

PARAMETROS	UNIDAD	MUESTRAS				
		LUNES	MIERCOLES	MIERCOLES	VIERNES	SABADO
DQO	mg/l	203.10	191.24	188.59	202.24	196.21

Marín Muñiz (2017) muestra los resultados de sus estudio realizado sobre planta de tratamiento con humedales artificiales manifestando el alto grado de depuración que estas tiene con respecto al DQO al alcanzando porcentajes de remoción de hasta el 70% y 92% siendo las plantas más recomendables el carrizo, junco y totora, en relación a nuestro estudio planteamos la utilización de

la totora o el junco y trabajando con el promedio de los porcentajes antes mencionados obtendremos un DQO de 38.59mg/l en el efluente del humedal, estando dentro del rango permitido por el MINAN quienes plantean 40mg/l para riego agrícola.

Los niveles de coliformes fecales en MNL/100ml encontrados son los siguientes:

**Tabla 13.** *Muestras de coliformes fecales*

PARAMETROS	UNIDAD	MUESTRAS				
		LUNES	MIERCOLES	MIERCOLES	VIERNES	SABADO
Coliformes fecales	MNL/100ml	0.36E+05	1.07E+05	1.0E+05	0.57E+05	1.04E+05

Manotupa y Muriel (2018) demuestra en su estudio realizado los beneficioso que resulta implementar un tratamiento biológico natural por su alto grado de depuración de los coliformes fecales llegando a un porcentaje de depuración del 99% y en correlación a nuestro estudio estamos dentro de los márgenes permitidos por el MINAN.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Al tener un resultado mediante análisis de agua residual urbana contaminado clasificado como **aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas principalmente de origen municipal**, **nos permitió diseñar** el sistema de tratamiento de las aguas residuales, a través de procedimientos naturales de descontaminación físico, biológico y su posterior reúso del agua tratada, dando consistencia a nuestra variable independiente .
- Las características físicas del terreno definido topográficamente, no presenta deformaciones naturales , describe al terreno con una moderada y variada pendiente del terreno que fluctúan hasta un 8 % por lo que **se adapta** para el desarrollo del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales..
- Los resultados obtenidos de mecánica de suelos para el terreno indican la inexistencia de fenómenos de geodinámica recientes como levantamientos y/o hundimientos ni desplazamientos **por lo que es posible** el desarrollo e implementación del diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales.
- Para el diseño del humedal la totora, carrizo y junco (plantas que crecen en la zona de estudio de manera silvestre y en abundancia) **responden eficazmente** al proceso de depuración de aguas residuales sobre los parámetros dbo, dco y sólidos suspendidos totales.
- El sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales. como una alternativa de depuración logra una descontaminación hasta un 80 % de remoción de los contaminantes del agua residual de características urbanas, **por lo que cumple** bajo ciertos parámetros su reúso para riego agrícola restringido.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Podemos inferir que para fines de saneamiento sobre plantas de tratamiento de aguas residuales, de características urbanas y su posterior uso del agua tratada recomendamos:

- Fomentar este tipo de iniciativa, para pequeños municipios, comunidades, o centros poblados del tipo rural con similares características, ya que presenta una alternativa menos costosa y en cuanto a su mantenimiento su costo es mínimo.
- Para la implementación de plantas depuradoras de aguas residuales por medio de humedales debe contar con un área de terreno para el humedal de 2 mts aprox por habitante.
- Tener en cuenta, en climas que tengan bajas temperaturas la remoción de los contaminantes de DBO, no llegan a sus niveles máximos de descontaminación, por lo que no garantiza un adecuado grado de descontaminación, para cumplir con los límites permisibles que indican en la norma.
- El reúso del agua tratada mediante humedal, para plantas de tallo bajo (hortalizas) se recomienda profundizar estudio en cuanto, a añadir más procesos, que cumplan con el objetivo de que el efluente cumpla con rangos establecidos en la norma peruana.



## REFERENCIAS

**ALIANZA POR EL AGUA.** Manual de depuración de aguas residuales urbanas, Centa, edición ideas amares, Zaragoza-2008.

**ALSINA** Flores, **COROMINAS L.**, **SNIP L.**, **VANROLLEGHEM P.** "Including greenhouse gas emissions during benchmarking of wastewater treatment plant control strategies", 2011.

**ANA**, Autoridad Nacional del Agua Sentando las bases para la gobernanza Hidrica. Perú – 2015

**ARCE, Luis**, Urbanizaciones sostenibles descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales. Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú Lima – Perú 2013.

**BARBU**, Marian, et al. Article. Global Evaluation of Wastewater Treatment Plants Control Strategies Including CO2 Emissions. IFAC Paper on line - 2017.

**CONCEPCION H.**, **MENESES M.**, **VILANOVA R.**, "Control Strategies and Wastewater Treatment Plants: Effect of Controllers Parameters Variation", 16th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 5-9 September, Toulouse, France - 2011.

**CUEVA y RIVADENEYRA.** *Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante un humedal artificial de flujo subsuperficial con vegetación herbácea.* Tesis .Escuela Politécnica del ejercito Santo Domingo – 2013.

**DAESEUNG** Kyung, Minsun Kim Jin Chang, Woojin Lee. Estimation of greenhouse gas emissions from a hybrid wastewater treatment plant" 2014.

**DAIMS** Holger, **NIELSEN** Jeppe L., **NIELSEN** Per H., **SCHLEIFER** Karl-Heinz, **WAGNER** Michael, Article "In Situ Characterization of Nitrospira-Like Nitrite-Oxidizing Bacteria Active in Wastewater Treatment Plants", 2001.

**DELGADILLO Iriarte, Oscar**, et al. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales, Cochabamba-Bolivia, 2010. ISBN: 978-99954-766-2-5.

**ESPINOSA Ortiz, Camilo.** *Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales de 30.000*

*habitantes*. Tesis. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito - Colombia 2014.

**FAO**, informe sobre temas hídricos 35 “Reutilización del agua en la agricultura. Beneficio para todo. Santiago de Chile - 2013. ISSN: 978-92-5-306578-3.

**FERNANDEZ, Jesús**. Manual de fito depuración. Universidad politécnica de Madrid, Madrid-España 2005.

**FLORES** Alsina, Xavier. Conceptual design of wastewater treatment plants using multiple objectives. Tesis. Universidad de Girona, Catalana - España, 2008.

**FORERO Ruiz, Andrés Felipe**. Modelamiento de un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales del barrio del Fontanar de Suba. Tesis, Universidad Católica de Colombia” Bogotá – Colombia 2016.

**HERNÁNDEZ y PICO** *Propuesta plan de riego en cultivos frutícolas usando aguas residuales tratadas en la finca casa el retiro del municipio de la mesa-Cundinamarca*. Tesis Bogotá-Colombia 2017.

**HERO**, Neva. Wastewater Treatment in Harbours. Tesis. Universidad Técnico de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2014.

**JUSTO** Llopis, Ana. Advanced technologies applied to wastewater treatment plant effluents. Tesis. Universidad de Barcelona, Barcelona - España, 2015.

**LAPA, Rubén**. *Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria- UNSCH- 2014*. Tesis Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga, Ayacucho Peru- 2014.

**LARRIVA Vásquez**, Josué Bernardo y **GONZALEZ DIAZ**, Orestes Arsenio. *Modelación hidráulica de humedales artificiales de flujo sub-superficial horizontal*. *Riha*. La Habana –Cuba 2017, vol.38, n.1

**LOPEZ, y HERRERA**, *Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la esperanza, provincia Trujillo. La Libertad*. Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo - Perú, 2015.

**MANOTUPA y MURIEL**. *Propuesta elaboración de una guía para el proceso de diseño en proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú*. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Perú - 2018.

**MARÍN Muñiz, Luis.** Humedales construidos en México para el tratamiento de aguas residuales, producción de plantas ornamentales y reúso Academia en Desarrollo Regional Sustentable, Veracruz México, 2017.

**MERINO, Carlos.** Selección de tecnologías de tratamiento de aguas residuales domesticas aplicadas a las cabeceras cantonales con poblaciones menores a 5000 habitantes mediante métodos naturales de la provincia de Loja. Tesis, Universidad Católica de Loja, Ecuador – 2010.

**MESETH Macchiavello, Enrique,** en su artículo “Estudio de una planta de tratamiento de aguas residuales de Irlanda y su impacto en el medioambiente”, Universidad de Lima, Lima, 2013.

**MONCADA, Álvaro.** Análisis del desempeño y operación de humedales construidos de flujo subsuperficial vertical para tratamiento de agua residual doméstica en países tropicales. Tesis, Universidad Católica de Manizales. Manizales – Colombia 2016.

**Municipalidad Distrital De Santa Cruz De Cocachacra,** Plan de Gobierno gestión alcalde Moisés Palomino Mena Yacupoma Perú – 2014

**Norma Técnica Peruana.** OS 090. Planta de tratamiento de aguas residuales. Publicación el peruano, Perú – 2006.

**Norma Técnica Peruana.** OS 070. Redes de aguas residuales. Publicación el peruano, Perú – 2006.

**Norma Técnica Peruana.** OS 100. Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria - 2006.

**Norma Técnica Peruana.** IS 010. Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones – 2018.

**PEÑA Orocaja, Daniel Arturo y Infante Flores.** Evaluación de la eficiencia de remoción de un humedal artificial en función de la granulometría de grava en el medio filtrante. Universidad Nacional de Ingeniería Lima - Perú 2012.

**PEREZ Jerónimo y VALLVERDÚ Antonio.** Reutilización de las aguas residuales de la ciudad de Almería en los regadíos del Bajo Andarax Actas del I y II Seminario del Agua. 24. España, 1997.

**PULCHA y VALENCIA.** Evaluación de la degradación de contaminantes ecotóxicos de las aguas de residuales de la industria minera por medio de humedales artificiales. Tesis. Universidad Pontificia Católica del Perú Lima – Perú 2019.

**RONQUILLO Abad, Roxanna.** *Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizada en el riego del parque Samanes.* Tesis. Universidad De Guayaquil, Guayaquil - Ecuador 2016.

**SABER Y HACER.** *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú.* Universidad San Ignacio de Loyola, Perú – 2015.

**SANTIN I., PEDRET C., VILANOVA R.** Applying variable dissolved oxygen set point in a two level hierarchical control structure to a wastewater treatment proces. 2015.

**SILVA Y ZAMORA.** Humedales Artificiales” Universidad Nacional de Colombia sede Manizales facultad de ingeniería y arquitectura departamento de ingeniería química. Colombia-2005.

**SUNASS.** Diagnóstico de las plantas de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras deservicio de saneamiento. , Peru-2015

**VALENCIA López, Adriana** *Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis – Provincia de Chimborazo.* Tesis. Ecuador - 2013.

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION** *Humedales contruidos diseño y operación,* primera edición: Concepción, Chile- 2018 ISBN 978-956-227-419-7.

**VRECKO D., HVALA N., STRAZAR M.,** “Modelling and simulation to improve the operation of the sludge treatment process”, 8th International IWA Symposium on Systems Analysis and Integrated Assessment in Water Management, 20-22 June, San Sebastian, Spain, 2011.

**YOUNGER, Paul L.** (2002). The adoption and adaption of passive treatment technologies for mine waters in The United Kingdom. Newcastle: University of Newcastle. Department of civil engineering.

## **ANEXOS**

### Anexo 3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Sistema de tratamiento de aguas residuales</p>	<p>“El sistema de tratamiento de agua residual doméstica tiene como objetivo principal reducir algunas características indeseables, de manera tal que el uso o disposición final de estas aguas, cumpla con las normas y requisitos mínimos definidos por las autoridades sanitarias de un determinado país o región “ (Flores,2016, p 9).</p>	<p>El diseño del sistema de tratamientos de aguas residuales, tiene su modelo de proceso según sea el tipo de agua residual a tratar, pudiendo ser tratamiento primario, secundario, terciarios y hasta la reutilización del mismo.</p> <p>Fuente: Vite, Ochoa. 2020.</p>	<p>*Ubicación geográfica</p> <p>*Perfil longitudinal</p> <p>*pendiente</p> <p>*Tipo de suelos</p> <p>* Densidad del suelo</p>	<p>Estudio Topográfico</p> <p>Estudio Mecánica de suelos</p>	<p>m2 / ml. / %</p> <p>%</p>
<p><b>DEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedales</li> <li>• Reúso agrícola</li> </ul>	<p>“Los humedales artificiales son sistemas complejos e integrados en los que tienen lugar interacciones entre el agua, plantas, animales, microorganismos, energía solar, suelo y aire; con el propósito de mejorar la calidad del agua residual y proveer un mejoramiento ambiental” (Espinoza, 2014, p.30).</p> <p>“La reutilización en agricultura de las aguas residuales tratadas es una opción que se está estudiando y adoptando cada vez más en regiones con escasez de agua. Muchas regiones del mundo están experimentando crecientes problemas de déficits hídricos. Esto se debe al crecimiento implacable de la demanda de agua frente a unos recursos hídricos estáticos o en disminución y a las periódicas sequías debidas a factores climáticos. ” (© FAO, 2013, p.1).</p>	<p>Los humedales como alternativa logran un alto grado de depuración que existen en el agua residual a través de un proceso natural y se caracteriza por su bajo costo en implementación y mínimo en mantenimiento</p> <p>Fuente: Vite, Ochoa. 2020.</p> <p>La reutilización de un recurso hídrico para cubrir una necesidad con la finalidad de resolver un problema por una demanda, cumple su objetivo.</p> <p>Fuente: Vite, Ochoa. 2020.</p>	<p>Grado de remoción de agua residual (Dbo5 ,Dqo y solidos suspendidos totales)</p> <p>Área de terreno agrícola para el riego</p>	<p>Estudio Físico - Químico</p> <p>Total de efluente tratado para su reúso</p>	<p>mg/L</p> <p>m3/ha.</p>

## Anexo 4 Información complementaria.

**Figura 3.** Ubicación del distrito Santa Cruz de Cocachacra



Fuente: INEI

**Tabla 14** Cuadro estadístico de población y vivienda.

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
0056	PAMPA CORANCHE	Quechua	3 483	14	5	9	6	6	-
0057	PUENTE	Quechua	3 434	-	-	-	2	1	1
0058	TRABANDA	Quechua	2 620	-	-	-	1	1	-
<b>150727</b>	<b>DISTRITO SANTA CRUZ DE COCACHACRA</b>			<b>2 486</b>	<b>1 303</b>	<b>1 183</b>	<b>884</b>	<b>835</b>	<b>49</b>
0001	COCACHACRA	Yunga marítima	1 440	802	398	404	343	328	15
0002	OSCOLLA	Yunga marítima	1 476	17	6	11	21	16	5
0004	MASIPA	Yunga marítima	1 445	27	15	12	39	37	2
0005	YANAMAQUI	Yunga marítima	1 365	63	32	31	22	20	2
0007	LUCUMO	Yunga marítima	1 403	116	48	68	73	56	17
0008	CARACHACRA	Yunga marítima	1 318	60	19	41	41	37	4
0009	CORCONA	Yunga marítima	1 243	1 401	785	616	345	341	4

Fuente: INEI – Censo 2017

**Imagen 1** Zona de estudio Anexo Cocachacra área superficial 116 ha



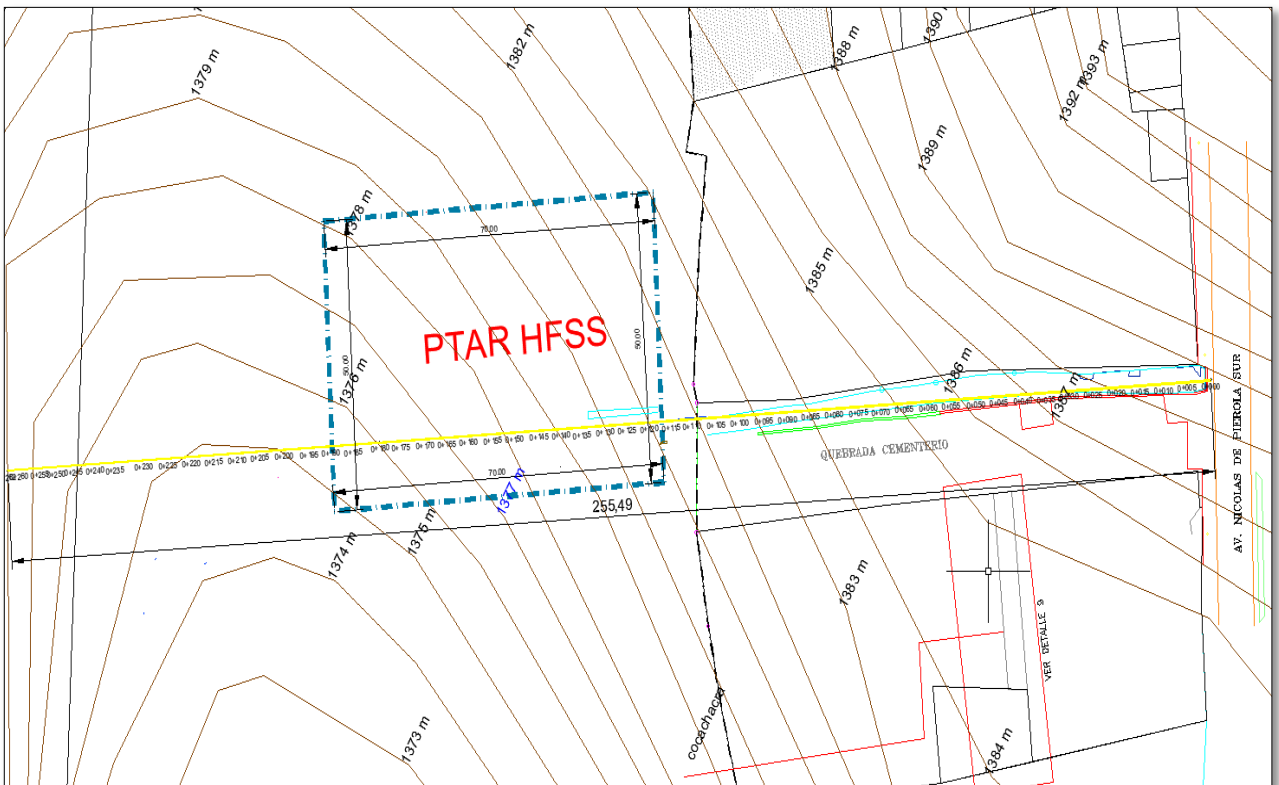
. Fuente, google maps 2020

**Imagen 2** localización para el sistema de tratamiento de aguas residuales  
 Área superficial 3,712.12 m<sup>2</sup>



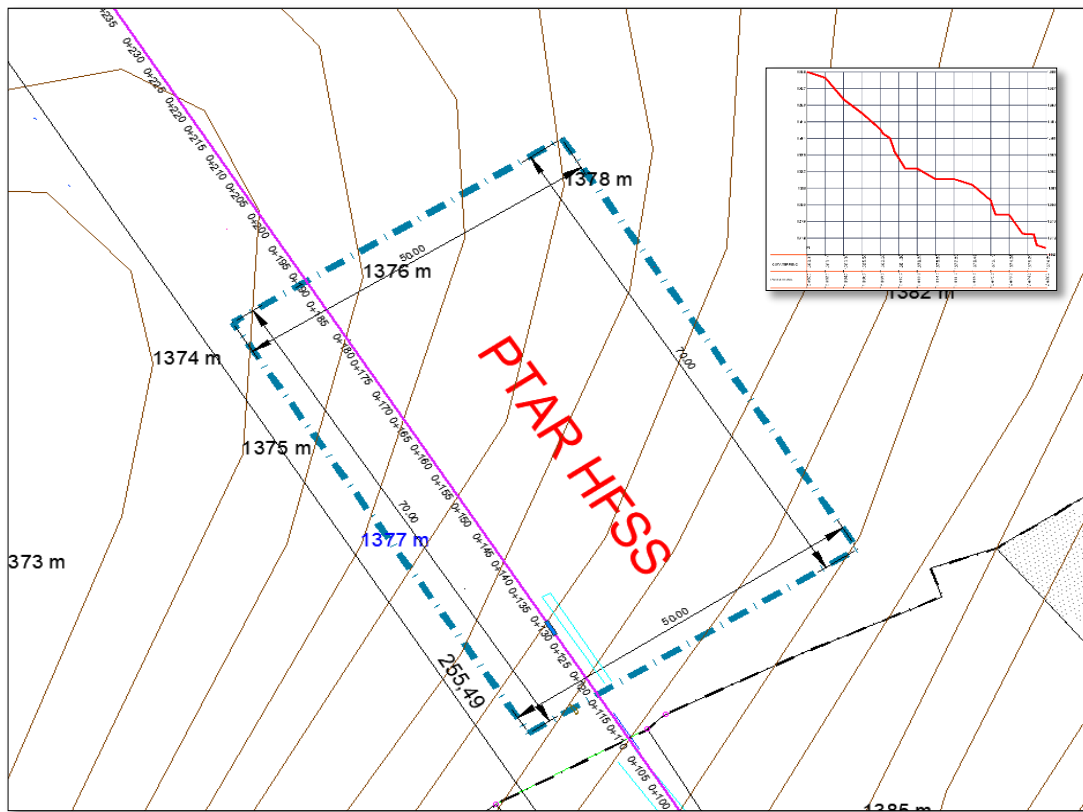
Fuente, google maps

**Figura4** Topografía del terreno pendiente hasta 8%



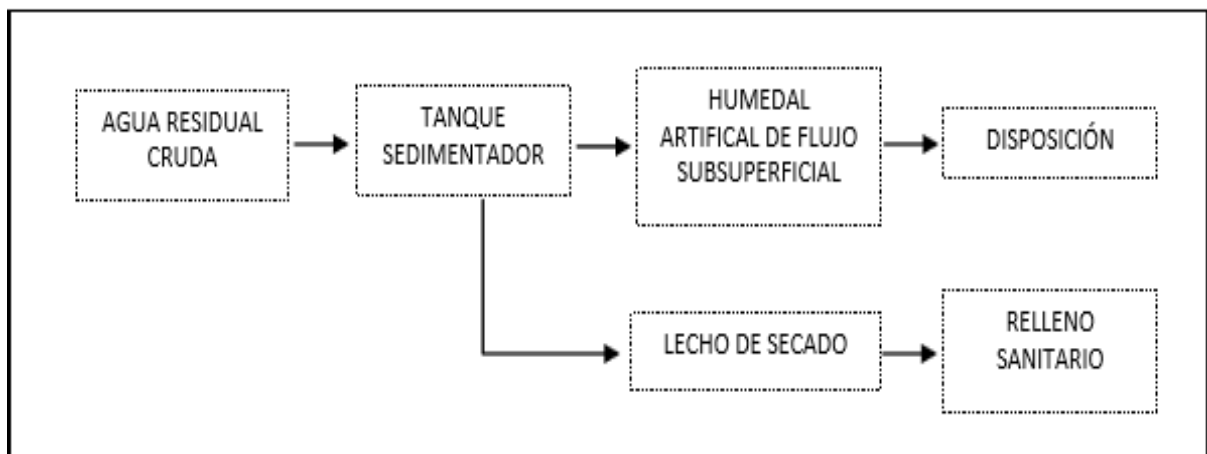


**Figura 5** Perímetro, ubicación de humedal



*Fuente, propia*

**Figura 6.** Secuencia de sistema de tratamiento.



*Fuente: Camilo Espinosa Ortiz*

Figura 7 Resultados de mecánica de suelos Ashto y Sucs

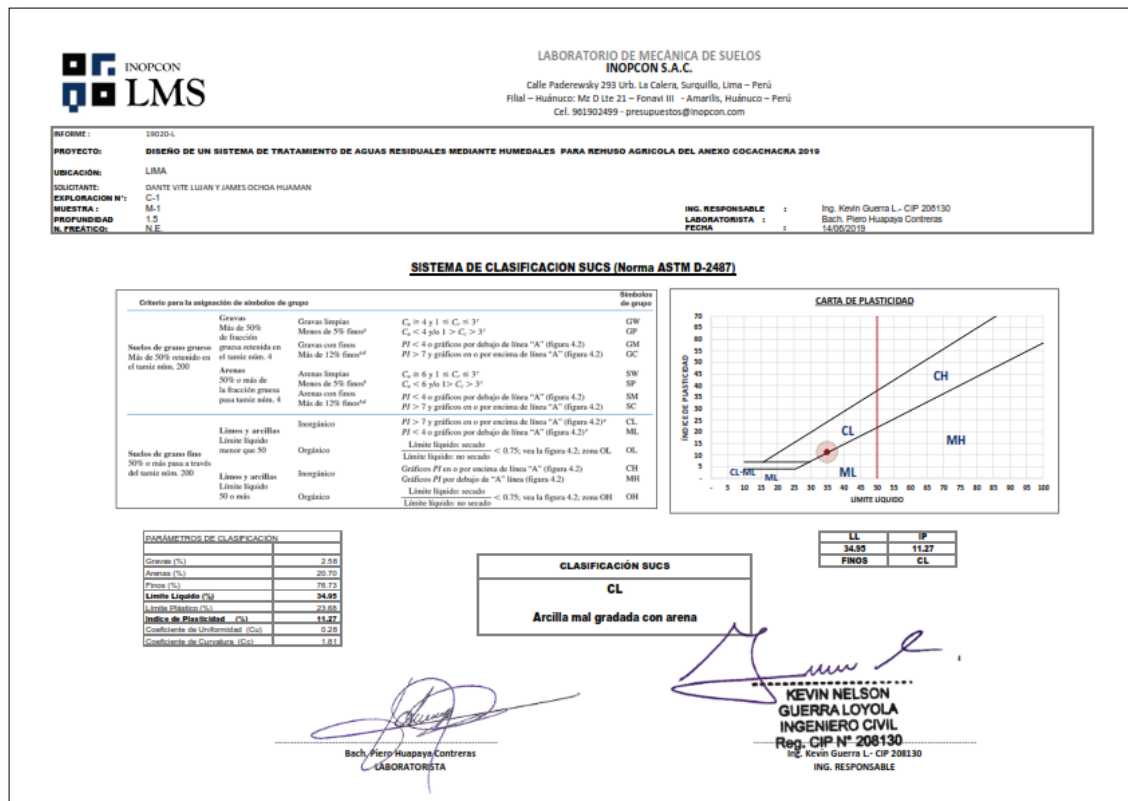
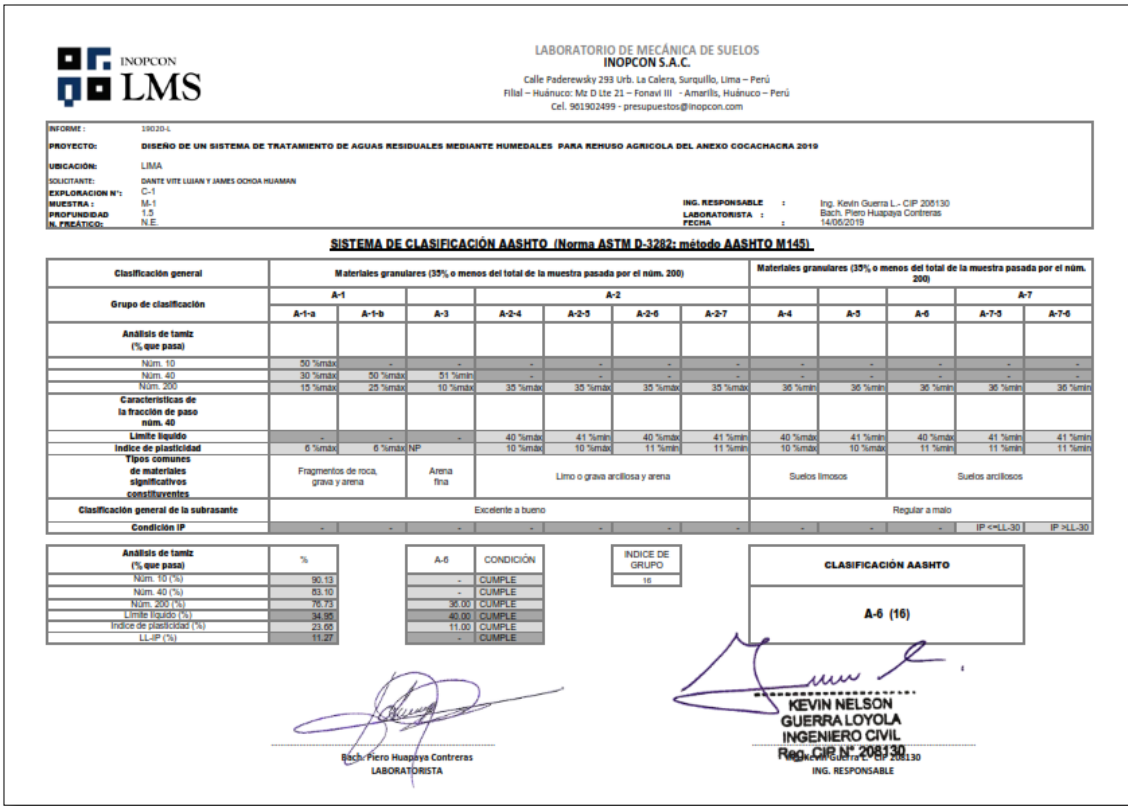


Figura 8 Resultados de mecánica de suelos límites de consistencia y diagrama

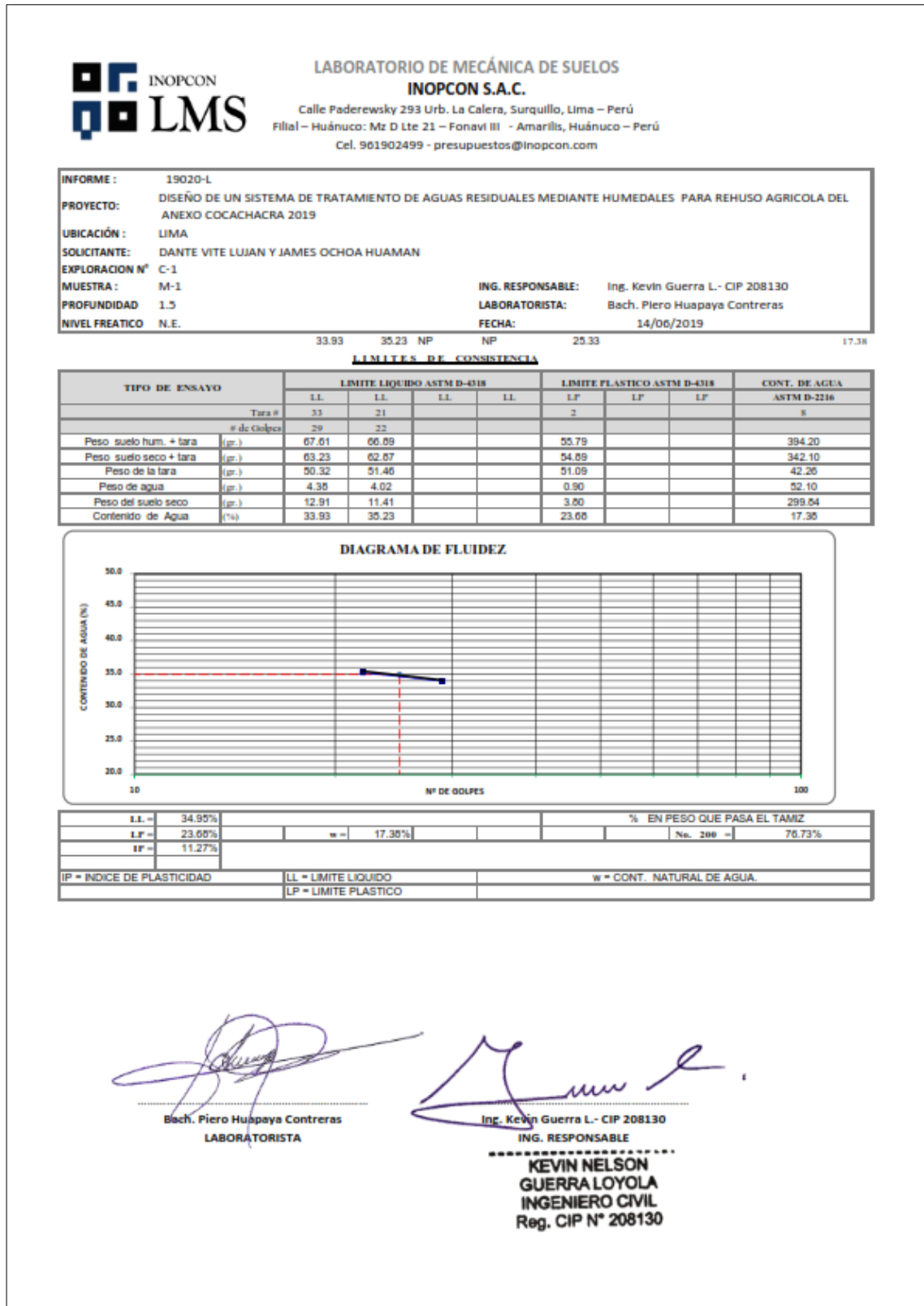


Figura 9 Resultados de mecánica de suelos análisis granulométrico

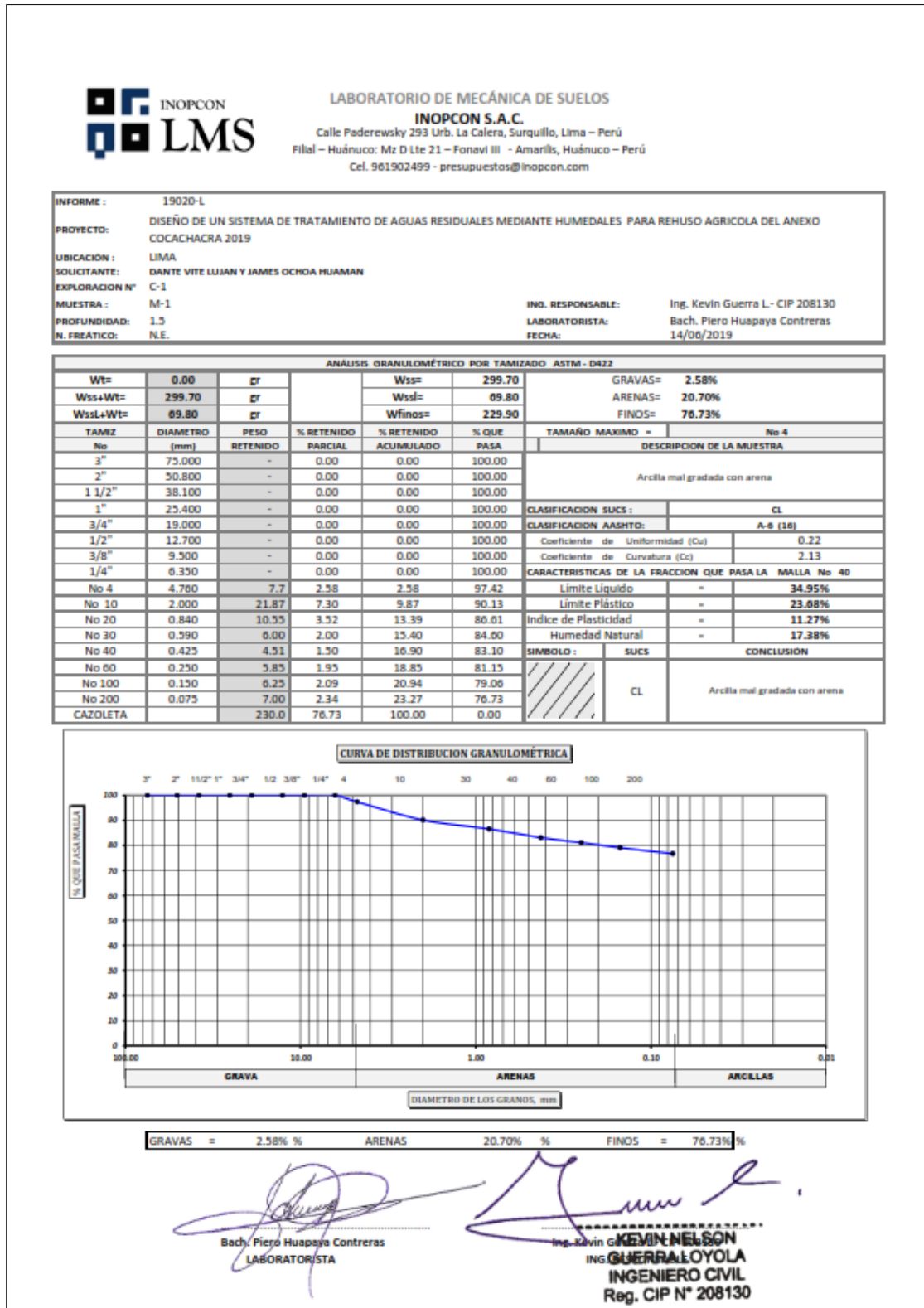
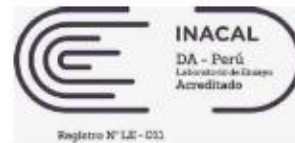


Figura 10 Resultados de laboratorio – Muestra Aaa01

	<p><b>NSF Envirolab</b></p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO <input type="checkbox"/></p> <p>POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON <input type="checkbox"/></p> <p>REGISTRO N° LE-011</p>					
<b>INFORME FINAL</b>						
<p><b>Dirección de Entrega:</b>                  Jr. santa Cecilia N° 110                  Pueblo Libre                  ...                  Lima, Lima                  Lima, Peru</p>	<p><b>Solicitante: C0397952</b>                  Dante Vite Lujan                  James Ochoa Human                  ...                  Lima, Lima                  Lima, Peru</p>					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Resultado</b></td> <td style="width: 30%;"><b>Complete</b></td> <td style="width: 30%;"><b>Fecha de Informe</b></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">2020-07-08</td> </tr> </table>			<b>Resultado</b>	<b>Complete</b>	<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08
<b>Resultado</b>	<b>Complete</b>	<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08			
Procedencia Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri						
Tipo de Servicio Análisis de agua residual urbana Informe de Ensayo N° J-00298358 Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas						
<p><b>Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.</b></p>						
<p><b>Informe Autorizado por</b></p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">   <b>Enrique Quevedo Bacigalupo</b>                  Jefe de Laboratorio             </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">   <b>Ing. Victor Suarez Pérez</b>                  Asistente de Jefe de Laboratorio.                  C.I.P N° 158244             </div>	<p><b>Fecha de Emisión</b> 2020-07-13</p>					
Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5416 Email: envirolab@nsf.org Web: www.envirolabperu.com.pe						
F120180511115259 <span style="float: right;">J-00298358</span> El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.						



**Información General**

Matriz: Agua residual urbana  
 Solicitud de Análisis: Cotización N° 37495 (Jun-043) Muestreado por: Cliente  
 Procedencia: Santa Cruz de Cochachaca - Anexo Cochachaca

Identificación de Laboratorio: S-0001400062  
 Tipo de Muestra: Agua residual  
 Identificación de Muestra: AAR-01  
 Fecha y Hora de Muestreo: 2020-22-06 07:45  
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2020-22-06  
 Fecha de Inicio de análisis: 2020-23-06

Análisis	Resultado	Unidad
<b>Fisico - Químico-Biológico</b>		
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.		
DBO5 Total	105.46	mg/L
*Demanda Química de Oxígeno (DQO) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.		
DQO Total	201	mg/L
Nitrogeno Amóniacal/Amóniaco(NH3/amoniaco) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3-B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.		
Nitrogeno Amóniacal Total	0.25	mg/L
Nitrogeno Organico Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic) Macro- Kjell Method		
Nitrogeno Organico Total	0.05	mg/L
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.		
Ph Total	6.95	mg/L
Solidos Suspendidos Totales (TSS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103- 105°C.		
Solidos Suspendidos Total	153.20	mg/L
Solidos Sedimentables (SS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 23rd Ed.2017. Solids. Settleable Solids.		
Solidos Sedimentables Total	3.00	mg/L
Aceites y Grasas. EPA 200.8, Revised 5.4. May 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aceites y Grasas Total	0.1	mg/L
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	0.36E+05	NMP/100 ml.
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	1.56E+05	NMP/100 ml.
Temperatura :	25° C	

F120160511115259

J-00298357

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Figura 11 Resultados de laboratorio – Muestra Aaa02

	<p align="center"><b>NSF Envirolab</b>  <b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>  <b>POR EL ORGANISMO PERUANO DE</b>  <b>ACREDITACION INACAL-DA CON</b>  <b>REGISTRO N° LE-011</b></p>					
<p><b>INFORME FINAL</b></p>						
<p><b>Dirección de Entrega:</b>                  Jr. santa Cecilia N° 110                  Pueblo Libre                  ...                  Lima, Lima                  Lima, Peru</p>	<p><b>Solicitante: C0397952</b>                  Dante Vite Lujan                  James Ochoa Human                  ...                  Lima, Lima                  Lima, Peru</p>					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"><b>Resultado</b></td> <td style="width: 40%;"><b>Complete</b></td> <td style="width: 20%;"><b>Fecha de Informe</b></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">2020-07-08</td> </tr> </table>			<b>Resultado</b>	<b>Complete</b>	<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08
<b>Resultado</b>	<b>Complete</b>	<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08			
<p>Procedencia Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri</p>						
<p>Tipo de Servicio Análisis de agua residual urbana                  Informe de Ensayo N° J-00298359                  Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas</p>						
<p><b>Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.</b></p>						
<p><b>Informe Autorizado por</b></p>	<p align="center">                     Enrique Quevedo Bacigalupo                  Jefe de Laboratorio                  Ing. Victor Suarez Pérez                  Asistente de Jefe de Laboratorio.                  C.I.P N° 158244             </p>	<p><b>Fecha de Emisión</b> 2020-07-13</p>				
<p align="center">                 Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU                  Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5416 Email: envirolab@nsf.org Web: www.envirolabperu.com.pe             </p>						
<p>                 FI20160511115259 <span style="float: right;">J-00298359</span>                  El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.             </p>						

**Información General**

Matriz: Agua residual urbana  
Solicitud de Análisis: Cotización N° 37495 (Jun-043) Muestreado por: Cliente  
Procedencia: Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra

Identificación de Laboratorio: S-0001400602  
Tipo de Muestra: Agua residual  
Identificación de Muestra: AAR-02  
Fecha y Hora de Muestreo: 2020-24-06 11:02  
Fecha de Recepción de la Muestra: 2020-25-06  
Fecha de Inicio de análisis: 2020-26-06

Análisis	Resultado	Unidad
<b>Físico - Químico-Biológico</b>		
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.		
DBO5 Total	101.37	mg/L
*Demanda Química de Oxígeno (DQO). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.		
DQO Total	191.24	mg/L
Nitrogeno Amoniacal/Amoniacal(NH3/amonio) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3-B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.		
Nitrogeno Amoniacal Total	1.16	mg/L
Nitrogeno Organico Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic) Macro-Kjel) Method		
Nitrogeno Organico Total	0.77	mg/L
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.		
Ph Total	6.4	mg/L
Solidos Suspendidos Totales (TSS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017 Solids, Total Suspended Solids Dried at 103- 105°C.		
Solidos Suspendidos Total	112.21	mg/L
Solidos Sedimentables (SS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 23rd Ed.2017. Solids. Settleable Solids.		
Solidos Sedimentables Total	4.32	mg/L
Aceites y Grasas. EPA 200.6, Revised 5.4. May 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aceites y Grasas Total	0.13	mg/L
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	0.07E+05	NMP/100 ml.
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technlque.		
Coliformes Total	1.42E+05	NMP/100 ml.
Temperatura :	28° C	

FI20180511115259

J-00298358

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Figura 12 Resultados de laboratorio – Muestra Aaa03

	<p><b>NSF Envirolab</b>  <b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>  <b>POR EL ORGANISMO PERUANO DE</b>  <b>ACREDITACION INACAL-DA CON</b>  <b>REGISTRO N° LE-011</b></p>					
<b>INFORME FINAL</b>						
<p><b>Dirección de Entrega:</b>                  Jr. santa Cecilia N° 110                  Pueblo Libre                  ...                  Lima, Lima                  Lima, Peru</p>	<p><b>Solicitante: C0397952</b>                  Dante Vite Lujan                  James Ochoa Huaman                  ...                  Lima, Lima                  Lima, Peru</p>					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Resultado Complete</b></td> <td style="width: 40%;"></td> <td style="width: 30%;"><b>Fecha de Informe</b></td> <td style="text-align: right;">2020-07-08</td> </tr> </table>			<b>Resultado Complete</b>		<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08
<b>Resultado Complete</b>		<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08			
Procedencia Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri						
Tipo de Servicio Análisis de agua residual urbana Informe de Ensayo N° J-00298366 Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas						
<p><b>Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.</b></p>						
<p><b>Informe Autorizado por</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">   <b>Enrique Quevedo Bacigalupo</b>                      Jefe de Laboratorio                 </div> <div style="text-align: center;">   <b>Ing. Victor Suárez Pérez</b>                      Asistente de Jefe de Laboratorio.                      C.I.P N° 158244                 </div> </div>	<p><b>Fecha de Emisión</b> 2020-07-13</p>					
Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5410 Email: envirolab@nsf.org Web: www.envirolabperu.com.pe						
FID018051115259 <span style="float: right;">J-00298366</span> El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.						

**Información General**

Matriz: Agua residual urbana  
 Solicitud de Análisis: Coetzación N° 37495 (Jun-043) Muestreado por: Cliente  
 Procedencia: Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra

Identificación de Laboratorio: S-0001405662  
 Tipo de Muestra: Agua residual  
 Identificación de Muestra: AAR-03  
 Fecha y Hora de Muestreo: 2020-24-06 04:00  
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2020-25-06  
 Fecha de Inicio de análisis: 2020-26-06

Análisis	Resultado	Unidad
<b>Físico - Químico-Biológico</b>		
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.		
DBO5 Total	104.50	mg/L
*Demanda Química de Oxígeno (DQO). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.		
DQO Total	106.59	mg/L
Nitrogeno Amónico/Amónico(NH3/amonio) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3-B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.		
Nitrogeno Amónico Total	1.00	mg/L
Nitrogeno Organico Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic) Macro-Kjel Method		
Nitrogeno Organico Total	0.95	mg/L
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.		
Ph Total	6.6	mg/L
Solidos Suspendidos Totales (TSS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017 Solids, Total Suspended Solids, Dried at 103- 105°C.		
Solidos Suspendidos Total	154.53	mg/L
Solidos Sedimentables (SS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 23rd Ed.2017. Solids, Settleable Solids.		
Solidos Sedimentables Total	3.48	mg/L
Aceites y Grasas. EPA 200.8, Revised 5.4, May 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aceites y Grasas Total	0.05	mg/L
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	1.0E+05	NMP/100 ml.
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	1.2E+05	NMP/100 ml.
Temperatura :	28° C	

FI20180511115259

J-00298359

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Figura 13 Resultados de laboratorio – Muestra Aaa04

	<b>NSF Envirolab</b> LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-011		
<b>INFORME FINAL</b>			
<b>Dirección de Entrega:</b>	<b>Solicitante: C0397952</b>		
Jr. santa Cecilia N° 110 Pueblo Libre ... Lima, Lima Lima, Peru	Dante Vite Lujan James Ochoa Huaman ... Lima, Lima Lima, Peru		
<b>Resultado</b>	<b>Complete</b>	<b>Fecha de Informe</b>	2020-07-08
Procedencia: Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri			
Tipo de Servicio: Análisis de agua residual urbana			
Informe de Ensayo N° J-00298370			
Coordinador de Proyecto: Julio Manuel Zarate Vargas			
<p><b>Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.</b></p>			
<b>Informe Autorizado por</b>		<b>Fecha de Emisión</b>	
 Enrique Quevedo Bacigalupo Jefe de Laboratorio		 Ing. Victor Suárez Pérez Asistente de Jefe de Laboratorio. C.I.P N° 158244	
Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU Tel: (511) 616-5400    Fax: (511) 616-5416    Email: <a href="mailto:envirolab@nsf.org">envirolab@nsf.org</a> Web: <a href="http://www.envirolabperu.com.pe">www.envirolabperu.com.pe</a>			
F120180511115259		J-00298370	
El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.			

**Información General**

Matriz: Agua residual urbana  
 Solicitud de Análisis: Cotización N° 37495 (Jun-043) Muestreado por: Cliente  
 Procedencia: Santa Cruz de Cochachaca - Anexo Cochachaca

Identificación de Laboratorio: S-0001450662  
 Tipo de Muestra: Agua residual  
 Identificación de Muestra: AAR-04  
 Fecha y Hora de Muestreo: 2020-26-06 17:00  
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2020-27-06  
 Fecha de Inicio de análisis: 2020-27-06

Análisis	Resultado	Unidad
<b>Fisco - Químico-Biológico</b>		
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.		
DBO5 Total	103.51	mg/L
*Demanda Química de Oxígeno (DQO). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.		
DQO Total	200.24	mg/L
Nitrogeno Amoniacal/Amoniaco(NH3/amonio) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3-B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.		
Nitrogeno Amoniacal Total	0.66	mg/L
Nitrogeno Organico Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic) Macro- Kjeld Method		
Nitrogeno Organico Total	0.65	mg/L
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.		
Ph Total	6.9	mg/L
Solidos Suspendidos Totales (TSS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.		
Solidos Suspendidos Total	140.38	mg/L
Solidos Sedimentables (SS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 23rd Ed.2017. Solids. Settleable Solids.		
Solidos Sedimentables Total	3.51	mg/L
Aceites y Grasas. EPA 200.8, Revised 5.4, May 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aceites y Grasas Total	0.7	mg/L
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	0.57E+05	NMP/100 ml.
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	1.64E+05	NMP/100 ml.
Temperatura :	27° C	

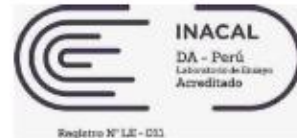
FI20180511115259

J-00298366

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Figura 14 Resultados de laboratorio – Muestra Aaa05

	<b>NSF Envirolab</b> <b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b> <b>POR EL ORGANISMO PERUANO DE</b> <b>ACREDITACION INACAL-DA CON</b> <b>REGISTRO N° LE-011</b>																
<b>INFORME FINAL</b>																	
<p>V</p>																	
<b>Dirección de Entrega:</b>	<b>Solicitante: C0397952</b>																
Jr. santa Cecilia N° 110 Pueblo Libre ... Lima, Lima Lima, Peru	Dante Vite Lujan James Ochoa Huaman ... Lima, Lima Lima, Peru																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Resultado</th> <th style="text-align: left;">Complete</th> <th style="text-align: left;">Fecha de informe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">                     Procedencia Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri                 </td> <td style="text-align: right;">2020-07-08</td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     Tipo de Servicio Análisis de agua residual urbana                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     Informe de Ensayo N° J-00298357                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas                 </td> </tr> </tbody> </table>		Resultado	Complete	Fecha de informe	Procedencia Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri		2020-07-08	Tipo de Servicio Análisis de agua residual urbana			Informe de Ensayo N° J-00298357			Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas			
Resultado	Complete	Fecha de informe															
Procedencia Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra - Huarochiri		2020-07-08															
Tipo de Servicio Análisis de agua residual urbana																	
Informe de Ensayo N° J-00298357																	
Coordinador de Proyecto Julio Manuel Zarate Vargas																	
<p><b>Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.</b></p>																	
<b>Informe Autorizado por</b>	  Enrique Quevedo Bacigalupo Jefe de Laboratorio Ing. Victor Suárez Pérez Asistente de Jefe de Laboratorio. C.I.P N° 158244	<b>Fecha de Emisión</b> 2020-07-13															
Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5410 Email: <a href="mailto:envirolab@nsf.org">envirolab@nsf.org</a> Web: <a href="http://www.envirolabperu.com.pe">www.envirolabperu.com.pe</a>																	
FI20180511115259	J-00298357																
El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.																	



**Información General**

Matriz: Agua residual urbana  
 Solicitud de Análisis: Cotización N° 37495 (Jun-043) Muestreado por: Cliente  
 Procedencia: Santa Cruz de Cocachacra - Anexo Cocachacra

Identificación de Laboratorio: S-0001400662  
 Tipo de Muestra: Agua residual  
 Identificación de Muestra: AAR-05  
 Fecha y Hora de Muestreo: 2020-27-06 13:00  
 Fecha de Recepción de la Muestra: 2020-27-06  
 Fecha de Inicio de análisis: 2020-29-06

Análisis	Resultado	Unidad
<b>Fisico - Químico-Biológico</b>		
*Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.		
DBO5 Total	102	mg/L
*Demanda Química de Oxígeno (DQO). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.		
DQO Total	196.21	mg/L
Nitrogeno Amoniacal/Amoniac(NH3/amonio) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4900-NH3-B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.		
Nitrogeno Amoniacal Total	0.36	mg/L
Nitrogeno Organico Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic) Macro- Kjell Method		
Nitrogeno Organico Total	0.25	mg/L
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.		
Ph Total	6.8	mg/L
Sólidos Suspensivos Totales (TSS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103- 105°C.		
Sólidos Suspensivos Total	131.05	mg/L
Sólidos Sedimentables (SS) Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 23rd Ed.2017. Solids. Settleable Solids.		
Sólidos Sedimentables Total	2.25	mg/L
Aceites y Grasas. EPA 200.8, Revised 5.4, May 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry		
Aceites y Grasas Total	0.12	mg/L
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	1.04E+05	NMP/100 ml.
Coliformes Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Total	0.37E+05	NMP/100 ml.
Temperatura :	25° C	

FI20160511115259

J-00298370

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

**Tabla 15. Clasificación: SUCS**

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolo de grupo	NOMBRES TÍPICOS
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b> Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Gravas limpias</b> (sin o con pocos finos)	<b>GW</b>	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
			<b>GP</b>	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		<b>Gravas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>GM</b>	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
			<b>GC</b>	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Arenas limpias</b> (pocos o sin finos)	<b>SW</b>	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			<b>SP</b>	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		<b>Arenas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>SM</b>	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
			<b>SC</b>	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50		<b>ML</b>	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
			<b>CL</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
			<b>OL</b>	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50		<b>MH</b>	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
			<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
			<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
<b>Suelos muy orgánicos</b>			<b>PT</b>	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

En el estudio de mecánica de suelos se muestra, que según su clasificación SUCS se encuentra dentro de los suelos de granos finos (más de la mitad del material pasa por el tamiz número 2000) en el grupo de limos y arcillas, con límite líquido menor de 50%, con el símbolo de grupo **CL** considerado como suelos de arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.

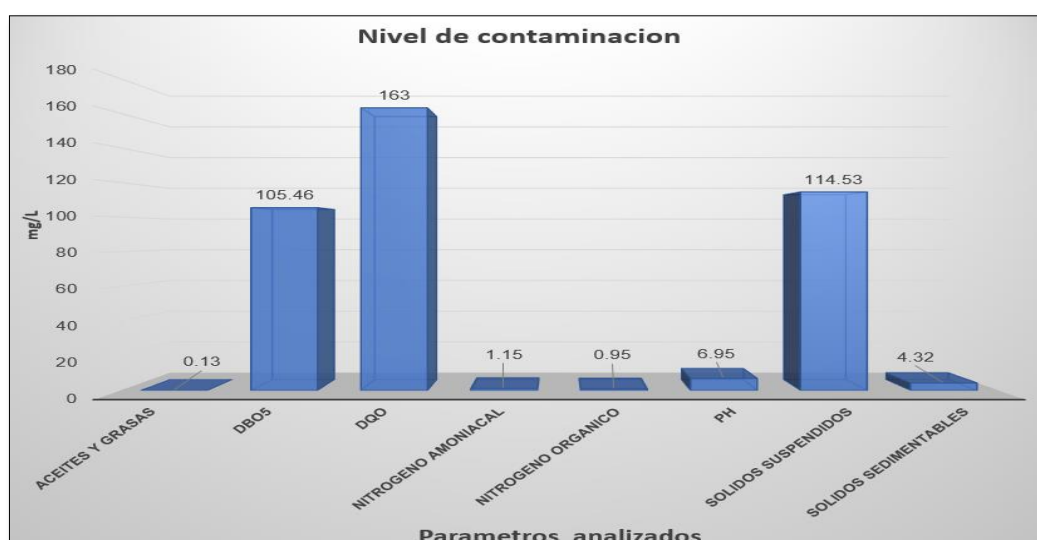
**Tabla 16** Parámetros con mayor índice de contaminación (mg/L)

PARAMETROS CON MAYOR INDICE DE CONTAMINACION EN (mg/L)							
ACEITES Y GRASAS	DBO5	DQO	NITROGENO AMONICAL	NITROGENO ORGANICO	PH	SOLIDOS SUSPENDIDOS	SOLIDOS SEDIMENTABLES
0,13	105.46	201.00	1.16	0.95	6.95	154.53	4.32

**Tabla 17** Parámetros con mayor índice de contaminación (NMP/100 ml)

PARAMETROS CON MAYOR INDICE DE CONTAMINACION EN (NMP/100ml)	
COLIFORMES FECALES	SOLIDOS SEDIMENTABLES
1.07E+05	1.64E+05

**Figura 16** Nivel de contaminación en NMP/100 ml





**Figura 17** Nivel de contaminación en mg/L



#### 4.1 Elementos estructurales del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales

##### 4.1.1 Cámara de rejas

La cámara de rejas ha sido diseñada para el caudal pico de 1.92 l/s. Esta cámara de rejas constará de dos u

cada canal y el canal alterno es abierto para su funcionamiento mientras el otro canal se encuentra en mantenimiento. Los residuos removidos por la reja serán colocados en una plataforma de escurrimiento situado en la parte superior de las rejas metálicas y de allí trasladada a un contenedor a ubicarse a un costado de la cámara de rejas para su posterior disposición final al relleno sanitario de la localidad.

**Tabla 18.** Parametro de diseño sugeridos para la rejilla (criba)

PARAMETRO (barra rectangular)	UNIDAD	VALOR
Espesor	mm	5 – 15
Ancho	mm	30 – 75
Espaciamiento	mm	20 – 50
Inclinacion con la horizontal	%	45 – 60
Velocidad de aproximacion	m/s	30 – 60

**Fuente:** Norma Tecnica Peruana OS-090 (elaboracion propia)

#### 4.1.2 Desarenador

Inmediatamente después de la cámara de rejas se ha considerado la instalación desarenador, con dos canales paralelos, para que al igual que la unidad de cámara de rejas, funcionen alternadamente.

Cada canal del desarenador tendrá 24cm de ancho, una compuerta para su aislamiento, una tova para las arenas y un vertedero sutro situado al final del canal. El medidor de caudal será del tipo Parshall prefabricado en PVC, estará ubicado al final del desarenador, después de la descarga libre del vertedero sutro.

**Tabla 19.** *Criterios de diseño para desarenadores de flujo horizontal*

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	
		INTERVALO	VALOR USUAL
Tiempo de retención	s	45 – 90	60
Velocidad horizontal	m/s	0.25 – 0.4	0.3
Velocidad de sedimentación para remover			
Material de 0.21mm	m/min	1.0 – 1.3	1.15
Material de 0.15mm	m/min	0.6 – 0.9	0.75
Perdida de carga en la sección de control como porcentaje de la profundidad del canal	%	30 – 40	36
Longitud adicional por aumento en la turbulencia a la entrada y salida	%	25 – 50	30

**Fuente:** Salazar y Sánchez (2015) (elaboración propia)

#### 4.1.3 Tanque Imhoff

El diseño considera la construcción de una unidad. Estará compuesto de un sedimentador y una cámara de digestión.

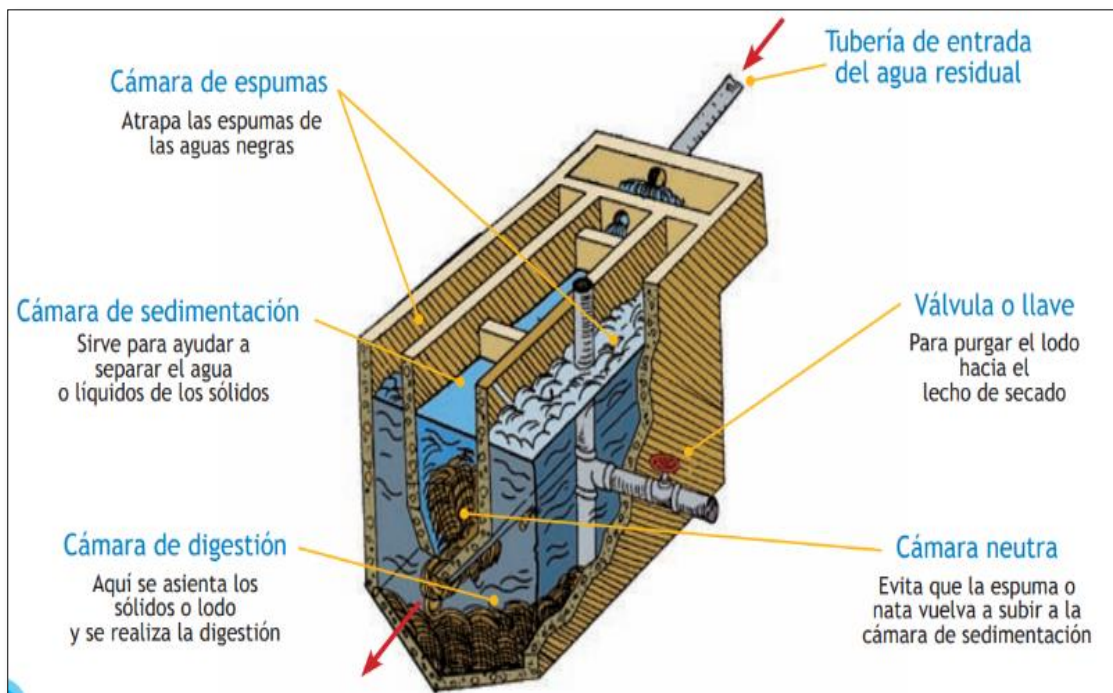
Cada sedimentador tendrá un periodo de retención de 2 horas para brindar una adecuada sedimentación. La longitud del sedimentador es 4.70m y 1.00m de ancho con una profundidad de 2.30m. En los extremos del sedimentador se han considerado deflectores para homogenizar el ingreso y la salida del agua residual. Se estima que la remoción de carga orgánica será del orden del 27% y de sólidos sedimentables del 70% siendo la DBO remanente de 298.57 mg/l.

El digestor se ubicará en la parte baja del sedimentador y tendrá un largo de 6.70 m, un ancho de 4.50 m y una profundidad neta de 4.50m, lo cual permite

una contribución per cápita de lodos de 100 litros. En el digestor se estabilizará el lodo sedimentado antes de su disposición en los lechos de secado para su deshidratación final. El ancho del sedimentador permite que las ventilaciones tengan un ancho de 1.50 m.

En general el Tanque Imhoff tendrá 4.70 m de largo, 4.50 m de ancho y una profundidad total de 7.74m. El borde libre de la unidad es de 0.50 m.

**Figura 18.** Tanque Imhoff.



**Fuente:** Plan nacional de calidad turística del Perú - CALTUR

**Tabla 20.** *Parametros de diseño para Tanque Inhoff.*

DESCRIPCION	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Cámara de sedimentación	El área calculado en base al caudal promedio	m <sup>3</sup>	1m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h
	Periodo de retención nominal	h	1.5 – 2.5
	El fondo del tanque será en forma de V y la pendiente de los lados, con respecto al eje horizontal,	°	50 – 60
	Abertura para el paso de solidos	m	0.15 – 0.20
	Borde libre	m	Min – 0.30
		°c/d	5 – 110
		°c/d	10 – 76

Camara de digestión	proceso de digestión de acuerdo a la temperatura	°c/d	15 – 55
		°c/d	20 – 40
		°c/d	25 – 30
	volumen del compartimiento de lodos 70 litros por habitante para la temperatura de 15°C. Para otras temperaturas multiplicar por los siguientes factores (f)	°c/f	2.0
		°c/f	1.4
		°c/f	1.0
		°c/f	0.7
°c/f		0.5	
Altura debajo del fondo del sedimentador	m	0.50 – max	
inclinación de las paredes con respecto a la horizontal	°	15 – 30	
Zona de espumas	Espciamiento libre	m	Min – 1
	Área de la Superficie	%	30
Extracción de lodos	Diametro de la tubería	mm	Min – 200
	tubería de remoción por encima del fondo	cm	Min – 15
	se requiere carga hidraulica	m	Min – 1.8

**Fuente:** Norma Tecnica Peruana OS-090 (elaboracion propia)

#### 4.1.4 Lecho de secado

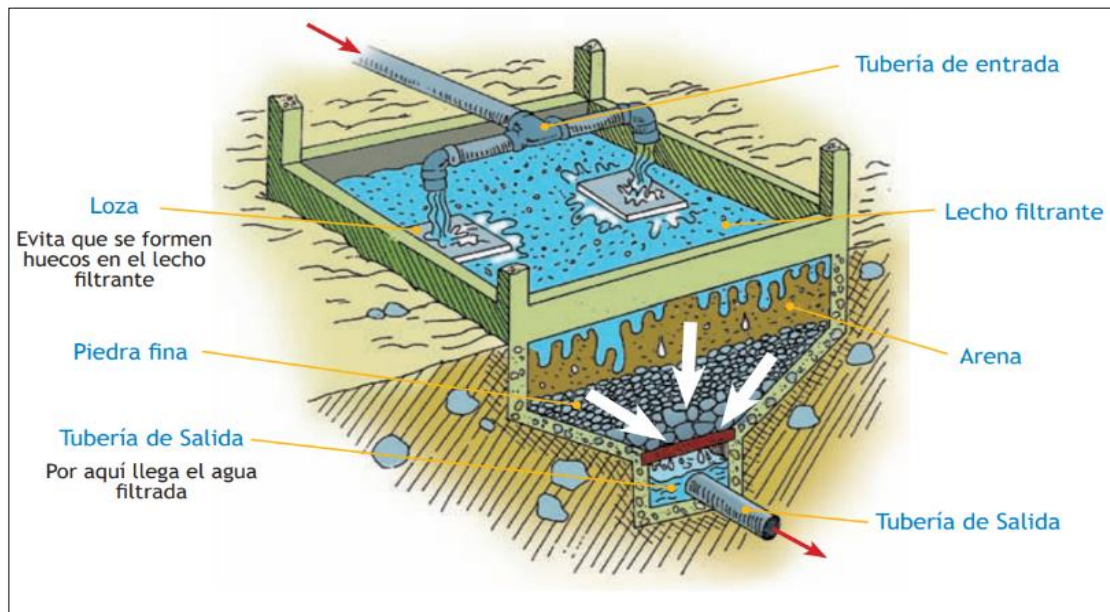
Los lodos provenientes de los tanques imhoff deberán ser descargados a un lechos de secado. Se ha definido la construcción de 01 lecho de secado de 8.80 m de largo y 3.00 m de ancho con una altura de lodos de 40cm.

**Tabla 21.** Producción de lodos en litros por persona por dia

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LODOS NUEVOS	LODOS DIGERIDOS	LODOS SECOS
Sedimentación primaria	Lts/p/d	1.09	0.30	0.10
Filtro biológicos	Lts/p/d	1.50	0.50	0.15
Lodos activados	Lts/p/d	1.80	0.80	0.20

**Fuente:** Flores Serapio, referenciado de Metcalf & Eddy, (1995). Ingeniería de aguas residuales. (elaboracion propia)

**Figura 19.** Lecho de secado.



#### 4.1.5 Humedal

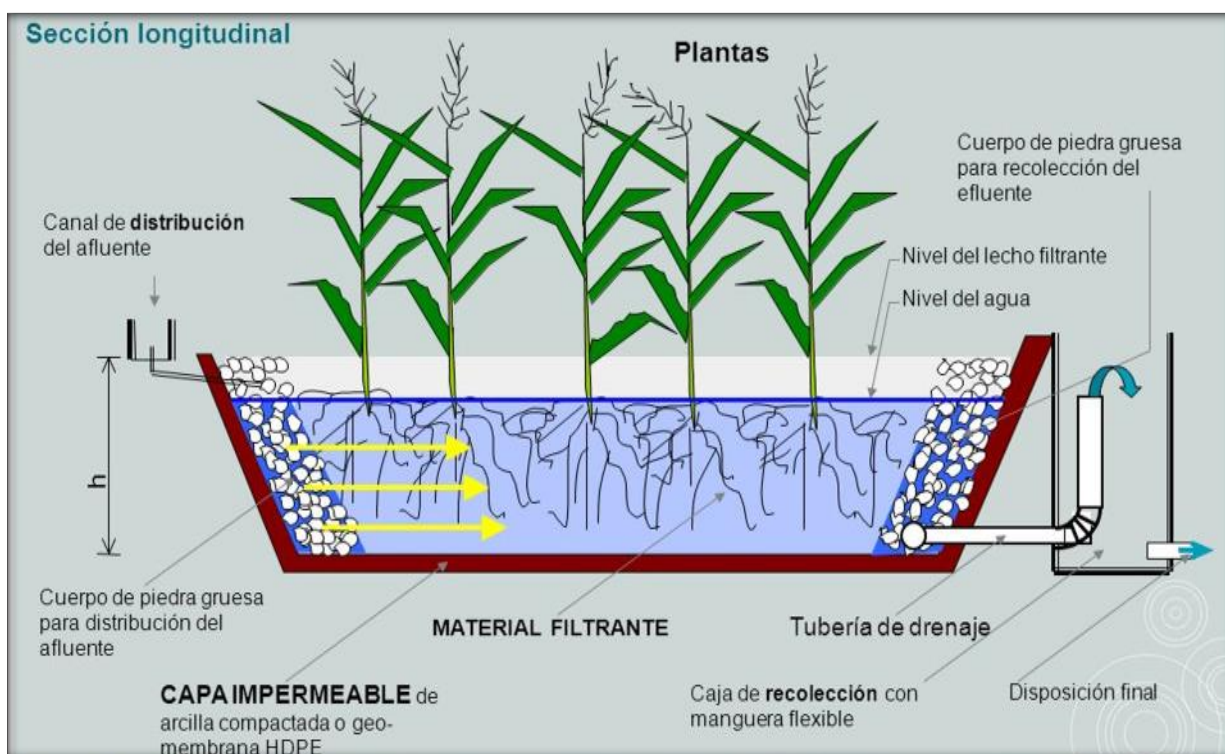
Se han diseñado 01 humedales artificiales sub-superficiales de flujo horizontal, de forma rectangular, con pendiente de fondo de 1% y dimensiones de coronación de 26.00x76.00m con una profundidad útil de 0.60m. Para obtener una DBO remanente de 15mg/L. Además los humedales contribuyen a la eliminación de nutrientes

**Tabla 22.** *Parametros de diseño de humedal subsuperficial de flujo horizontal*

PARAMETROS	UNIDAD	INTERVALO	VALOR USUAL
Tiempo de retención hidráulico	Días	4 - 15	7
Profundidad agua	M	0.1 - 0.80	0.6
Area	M2/p	2.5 - 5	3
Carga orgánica	gDBO5/m2.d	3 - 7,5	6
<b>Características constructivas</b>			
Grava ingreso y salida	mm	50 - 100	50
Grava media	mm	12 - 25	19
Profundidad medio	m	0.70 - 1.5	0.70
Pendiente	%	0 - 1	0.5
Relación largo - ancho		2:1 – 7:1	3:1

**Fuente:** Delgadillo, Oscar (et al) (2010). (elaboración propia)

**Figura 20** Humedal Subsuperficial de flujo horizontal






Fuente, Óscar Delgadillo

**Tabla 23.** Plantas emergentes más utilizadas en humedales artificiales

Especie	Nombre Latino	Nombre común más usual	Temperatura, °C		Máxima salinidad tolerable, ppt	Rango efectivo de pH
			Deseable	Germinación de las semillas		
Ciperáceas	<i>Carex</i> sp.	NA	14 - 32	NA	NA	5 - 7,5
	<i>Eleocharis</i> sp.	NA	NA	NA	NA	NA
	<i>Scirpus lacustris</i> L. (*)	Junco de laguna	18 - 27	NA	20	4 - 9
Gramíneas	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	Hierba del maná	NA	NA	NA	NA
	<i>Phragmites australis</i> (Caw) Trin. Ex Steudel (*)	Carrizo	12 - 23	10 - 30	45	2 - 8
Iridáceas	<i>Iris pseudacorus</i> L.	Lirio amarillo, espadaña fina	NA	NA	NA	NA
Juncáceas	<i>Juncus</i> sp.	Juncos	16 - 26	NA	20	5 - 7,5
Tifáceas	<i>Thypha</i> sp (*)	Eneas, aneas, espadañas	10 - 30	12 - 24	30	4 - 10

Fuente: Camilo Espinosa

**Tabla N° 24** Características de las especies vegetales más utilizadas en humedales artificiales.

Nombre Científico	Familia	Nombre (s) común (es)	Características sobresalientes	Distancia de siembra	Penetración de raíces en grava	Temperatura C		Salinidad ppt	pH
						Deseable	Germinación de semillas		
 <i>Thypha spp</i>	Tifácea	Espadaña, Enea, Anea, Junco, Bayón, Bayunco, Bohordo, Henea, Junco de la pasión, Maza de agua	Ubicua en distribución Capaz de crecer bajo diversas condiciones medio ambientales Se propaga fácilmente Capaz de producir una biomasa anual grande Tiene potencial pequeño de remoción de N y P por la vía de la poda y cosecha.	60 cm	Relativamente pequeña (30 cm) por lo que no es recomendable para sistemas de flujo subsuperficial	10-30	12-24	30	4 – 10
 <i>Scirpus spp</i>	Ciperácea	Totora	Perennes Crecen en grupo Plantas ubicuas Crecen en aguas costeras, interiores salobres y humedales Crecen bien en agua desde 5 cm hasta 3 m de profundidad	30 cm	60 cm por lo que es recomendable para sistemas de flujo subsuperficial	18-27		20	4 – 9
 <i>Phragmites spp australis más común</i>	Gramínea	Carrizo	Anuales Altos Rizoma perenne extenso Plantas acuáticas usadas más extensas Pueden ser más eficaces en la transferencia de oxígeno porque sus rizomas penetran verticalmente y más profundamente. Son muy usadas en humedales porque ofrecen un bajo valor alimenticio	60 cm	40 cm por lo que es recomendable para sistemas de flujo subsuperficial	12-23	10-30	45	2 – 8

#### 4.1.6 Disposición final de lodos

La planta de tratamiento producirá tres tipos de desechos sólidos: a) material de cribas, b) material flotante del tanque imhoff y sedimentadores, y c) lodos digeridos y secados en los lechos de secado. Todos estos desechos sólidos deberán ser recolectados convenientemente en la planta de tratamiento y ser dispuestos al relleno sanitario. En el caso de existir demanda de los lodos digeridos y secados podrán ser empleados como mejoradores de los suelos agrícolas.

#### 4.1.7 Desinfección

La desinfección será por cloración con una dosis máxima de 18mg/L y una dosis mínima de 15mg/L. Se usara Hipoclorito de Calcio el cual será dosificado en un balde dosificador por carga constante el cual tendrá un volumen de 20 L para un tiempo de dosificación de 12 horas mínimo.

El grado de desinfección requerido de cualquier sistema de desinfección por cloración puede ser obtenido mediante la variación de la dosis y el tiempo de contacto. La dosis de cloro varía con base en la demanda de cloro, las características del agua residual y los requisitos de descarga del efluente. La dosis generalmente tiene un rango de 5 a 20 miligramos por litro (mg/L).(1)

**Tabla N° 26** Aprovechamiento de riego.

DESTINO DEL AGUA	TIPO DE USO	CALIDAD EXIGIDA AL EFLUENTE (Grado de Depuración)
Agrícola	Riesgo restringido	Baja
	Riesgo restringido	Alta
	Uso general en finca	Muy alta
Recreativo	Sin contacto humano	Baja
	Con contacto humano	Alta
Industrial	Usos secundarios	Baja
	Agua de proceso	Alta
	Agua de proceso en industrial agroal.	Muy alta
Urbano	Agua no potable	Baja
	Agua potable	Muy alta

**Tabla 27. Riego de vegetales y bebida de animales.**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales	Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales			Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>									
Aceites y Grasas	mg/L	5		10	Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bicarbonatos	mg/L	518		**	Bario	mg/L	0,7		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1	Berilio	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**	Boro	mg/L	1		5
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)	Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000	Cobre	mg/L	0,2		0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15	Cobalto	mg/L	0,05		1
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	Cromo Total	mg/L	0,1		1
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5	Hierro	mg/L	5		**
Fenoles	mg/L	0,002		0,01	Liño	mg/L	2,5		2,5
Fluoruros	mg/L	1		**	Magnesio	mg/L	**		250
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100	Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10	Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5	Níquel	mg/L	0,2		1
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4	Plomo	mg/L	0,05		0,05
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000	Selenio	mg/L	0,02		0,05
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3	<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
<b>INORGÁNICOS</b>					Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Aluminio	mg/L	5		5	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
					Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: El Peruano 2017



**Tabla 28** Criterios de calidad de agua para riego agrícola

PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	UNIDAD	CRITERIOS DE CALIDAD
<b>Aceites y grasas</b>	Película Visible		Ausencia
<b>Aluminio</b>	Al	mg/l	5
<b>Arsénico</b>	As	mg/l	0,1
<b>Berilio</b>	Be	mg/l	0,1
<b>Boro</b>	Be	mg/l	0,75
<b>Cadmio</b>	Cd	mg/l	0,05
<b>Cinc</b>	Zn	mg/l	2
<b>Cobalto</b>	Co	mg/l	0,01
<b>Cobre</b>	Cu	mg/l	0,2
<b>Coliformes fecales</b>	NMP	NMP/100ml	1000
<b>Cromo</b>	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
<b>Flúor</b>	F	mg/l	1
<b>Hierro</b>	Fe	mg/l	5
<b>Huevos de parásitos</b>		mg/l	Ausencia
<b>Litio</b>	Li	mg/l	2,5
<b>Materia flotante</b>	Visible	mg/l	Ausencia
<b>Mercurio</b>	Hg	mg/l	0,001
<b>Manganeso</b>	Mn	mg/l	0,2
<b>Molibdeno</b>	Mo	mg/l	0,01
<b>Niquel</b>	Ni	mg/l	0,2
<b>Nitritos</b>	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,5
<b>Oxígeno disuelto</b>	OD	mg/l	3
<b>pH</b>	pH		6-9
<b>Plomo</b>	Pb	mg/l	5
<b>Selenio</b>	Se	mg/l	0,02
<b>Sulfatos</b>	SO <sub>4</sub>	mg/l	250
<b>Vanadio</b>	V	mg/l	0,1

Fuente, Ronquillo Roxana

## PANEL FOTOGRAFICO



**Imagen 03 :** integrantes del grupo de investigación frontis Distrito Santa Cruz de Cocachacra 2019



**Imagen 04:** reunión con las autoridades del distrito presentando nuestra propuesta –alternativa de solución a su problemática



**Imagen 05 :** reconocimiento de la zona donde se pretende implementar nuestro proyecto , guiados por autoridad del municipio

## RECONOCIMIENTO DEL ANEXO COCACHACRA



**Imagen 06:** área donde abunda plantas ideales para humedales, como totora, carrizo y junco



**Imagen 07:** la existencia de un tanque séptico sin uso, derruido según Información nunca funciona

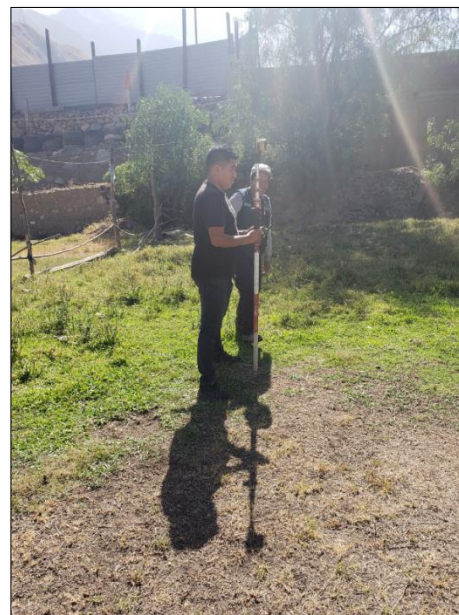


**Imagen 08 :** punto final de desembocadura del agua residual contaminando suelo y río.

## LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



**Imagen 09:** Responsables del levantamiento topográfico, con sus equipos antes de iniciar la jornada



**Imagen 10:** calibrando equipo de alta precisión - estación total.

## MECANICA DE SUELOS



**Imagen 11:** área de terreno donde se realizara la calicata a cielo abierto.



**Imagen 12:** excavando calicata a 3 mts de profundidad



**Imagen 13:** porción de muestra para su traslado al laboratorio para ensayos Correspondientes.

## ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA RESIDUAL

**Imagen 14:** punto del afluyente de agua residual anexo cocachacra



**Imagen 15-16** Toma de muestra en situ para identificar el nivel de contaminación del agua residual



**Foto 17** Existencia de plantas nativas ideales para humedales

## Anexo 5 Matriz de consistencia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES, PARA REUSO AGRICOLA DEL ANEXO COCACHACRA 2019				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿El sistema de humedal <b>será el adecuado</b> para el tratamiento de agua residual <b>que permita</b> su reúso en riego agrícola del anexo Cocachacra 2019?	<b>Diseñar</b> un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales para reúso agrícola del anexo Cocachacra 2019.	El diseño de un sistema de tratamiento de agua residual al ser tratado mediante humedales <b>cumplirán</b> con los estándares permisibles para el reúso de riego agrícola	<b>Variable independiente</b>	<b>Tipo de estudio</b> Nuestro método utilizado es descriptivo correlacional De enfoque cuantitativo <b>Diseño:</b> Experimental
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	Sistema de tratamiento de aguas residuales	<b>Área de estudio:</b> Anexo Cocachacra del Distrito de Santa cruz de Cocachacra.
¿ <b>De qué manera</b> se planteará el sistema de tratamiento de agua residual del anexo Cocachacra 2019?  ¿ <b>cuál</b> es el nivel de contaminación del agua residual del anexo Cocachacra 2019?	<b>Diseñar</b> el sistema de tratamiento de aguas residuales del anexo Cocachacra 2019  <b>Evaluar</b> la calidad del agua tratada mediante humedal para el reúso en riego agrícola del anexo Cocachacra 2019	El sistema de tratamiento de aguas residuales <b>permitirá</b> diseñar los elementos estructurales de acuerdo a los estándares permisibles de los efluentes  la calidad del agua tratada <b>cumplirá</b> con los requerimientos de efluentes permitidos para el reúso en riego agrícola	<b>Variable dependiente</b>  • Humedales • Reúso agrícola	<b>Población y muestra</b>  La población, materia de estudio para este trabajo de investigación son las aguas residuales de la zona urbana del anexo Cocachacra  Para la muestra se tomará de los días y horas que se consideren representativos, con esos datos se procederá a determinar los caudales promedios y máximos horarios, para determinar el caudal promedio de diseño en m3.  <b>Instrumentos:</b> Encuesta Entrevista

## Anexo 7: matriz de evaluación del informe de investigación

### MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA PROFESIONAL:	INGENIERIA CIVIL	CICLO:	X
DOCENTE:	ING. JOSE CONTRERAS VELASQUEZ		
TÍTULO:	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES, PARA REUTILIZAR EN RIEGO AGRICOLA DISTRITO SANTA CRUZ DE COCACHACRA 2019		
ESTUDIANTE(S):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DANTE WALTER VITE LUJAN</li> <li>• JAMES OCHOA HUAMAN</li> </ul>		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	OBRAS HIDRAULICAS Y SANEAMIENTO		

INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO	J1	J2
<b>TÍTULO</b>			
El tema de investigación es innovador.	3		
El título se refiere al objetivo de la investigación, contiene la(s) variable(s) y los límites espaciales y temporales cuando corresponda.	1		
La redacción del título no excede las 20 palabras.			
<b>RESUMEN</b>			
Contiene los elementos necesarios mínimos.	2		
No excede las 200 palabras.			
Contiene el abstract.	2		
Presenta las palabras claves y keywords.	1		
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Está redactada en prosa y sin subtítulos.			
Describe la realidad problemática de manera precisa y concisa.	3		
Justifica porqué y para qué realiza la investigación apoyándose en referencias actualizadas.	2		
Los objetivos y las hipótesis se relacionan directamente con la formulación del problema/preguntas de investigación.	2		
Tiene de 2 a 3 páginas.			
<b>MARCO TEÓRICO</b>			
Se redacta en prosa y sin subtítulos.			
Presenta una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.	4		
Incluye las teorías y enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.	4		
Tiene entre 5 a 7 páginas (pregrado) / 7 a 10 páginas (maestría)/ 10 a 15 páginas (doctorado).			



<b>METODOLOGÍA</b>			
Está redactada en tiempo pasado.			
Determina adecuadamente el tipo de investigación.	2		
Selecciona adecuadamente el diseño de investigación.	2		
Identifica y operacionaliza/categoriza adecuadamente las variables/categorías de estudio, según corresponda.	3		
Establece la población y justifica la determinación de la muestra/escenarios y participantes, según corresponda.	3		
Propone la(s) técnica(s) e instrumento(s) de recolección de datos, de ser necesario presenta evidencia de la validez y confiabilidad.	3		
Describe detalladamente los procedimientos de obtención de los datos/información.	3		
Describe el método de análisis de datos/información.	3		
Describe los aspectos éticos aplicados en su investigación.	3		
Tiene mínimo 4 páginas.			
<b>RESULTADOS</b>			
Redacta en tiempo pasado.			
Presenta los resultados en función a los objetivos, aplicando los métodos de análisis pertinentes.	7		
Tiene mínimo 3 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 7 páginas (doctorado).			
<b>DISCUSIÓN</b>			
Sintetiza los principales hallazgos.	6		
Apoya y compara los resultados encontrados con las teorías y literatura científica actual.	6		
Describe las fortalezas y debilidades la metodología utilizada.	6		
Describe la relevancia de la investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla.	7		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 6 páginas (maestría) y 8 páginas (doctorado).			
<b>CONCLUSIONES</b>			
Presenta los principales hallazgos como síntesis de la investigación respondiendo los objetivos de la investigación.	5		
Tiene mínimo 1 página.			
<b>RECOMENDACIONES</b>			
Las recomendaciones son pertinentes relacionándose con los hallazgos de la investigación y con el planteamiento de futuras investigaciones.	3		

Tiene mínimo 1 página.			
<b>REFERENCIAS</b>			
Utiliza citas en el interior del documento de acuerdo a Normas Internacionales (ISO 690, APA y VANCOUVER).	5		
Incluye como mínimo 30 referencias (pregrado), 40 referencias (maestría) y 50 referencias (doctorado) de los últimos 5 años, en coherencia con las citas utilizadas en el documento.	5		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 6 páginas (doctorado).			
<b>FORMATO</b>			
Emplea el tipo y tamaño de fuente adecuado.			
Numera las páginas adecuadamente.			
El documento respeta las normas de redacción y ortografía.	4		
Los márgenes están configurados de acuerdo a la guía de investigación de fin de programa.			
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		
<b>SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN</b>			
<b>Sobre la investigación</b>			
Demuestra que el tema es innovador y aporta nuevos enfoques a la ciencia.	10		
Explica la relevancia de la investigación.	8		
Demuestra dominio temático.	8		
Demuestra conocimiento en la aplicación del método científico.	8		
Interpreta claramente sus resultados.	8		
Justifica y analiza los hallazgos.	10		
Sintetiza las ideas principales en sus conclusiones.	8		
<b>Organización de la exposición</b>			
Explica en forma clara y coherente.	8		
Utiliza adecuadamente el material de apoyo audiovisual.	8		
Realiza la presentación dentro del tiempo estipulado.	8		
Responde adecuadamente las preguntas formuladas.	8		
Presentación personal y modales adecuados	8		
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		

OBSERVACIONES INFORME DE INVESTIGACIÓN					
		JORNADA DE INVESTIGACIÓN 1 (J1)	FIRMAS	JORNADA DE INVESTIGACIÓN 2 (J2)	FIRMAS
		Fecha: .....		Fecha: .....	
I N F O R M E	<u>Jurado 1</u>				
	<u>Jurado 2</u>				
	<u>Jurado 3</u>				
S U S T E N T A C I Ó N	<u>Jurado 1</u>				
	<u>Jurado 2</u>				
	<u>Jurado 3</u>				

**IMPORTANTE- REQUISITOS DE APROBACIÓN:**

- **Jornada 1:** Si el informe de investigación obtiene menos de 40 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Igualmente, si el estudiante al sustentar obtiene menos de 80 puntos debe ser inhabilitado.
- **Jornada 2:** Si el informe de investigación obtiene menos de 80 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Debiendo convertir el puntaje obtenido por el estudiante a una escala vigesimal solo en esta jornada.



## **Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores**

Yo (Nosotros), DANTE WALTER VITE LUJAN, JAMES CHARLES OCHOA HUAMAN estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES, PARA REUSO AGRICOLA DEL ANEXO DE COCACHACRA 2019", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el :

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
DANTE WALTER VITE LUJAN <b>DNI:</b> 10604729 <b>ORCID</b> 0000-0002-6640-6228	Firmado digitalmente por: DVITEL el 08 Ene 2021 17:36:08
JAMES CHARLES OCHOA HUAMAN <b>DNI:</b> 44001654 <b>ORCID</b> 0000-0002-3565-7593	Firmado digitalmente por: JOCHOAH el 11 Ene 2021 18:24:04

Código documento Trilce: