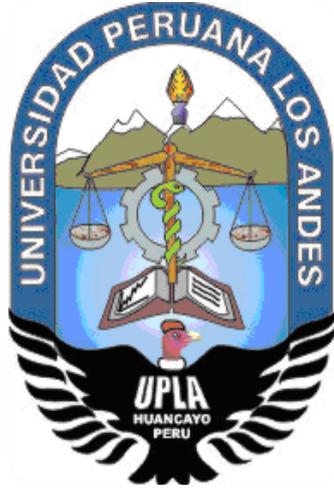


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PRODUCCION
DE BIOGAS EN CHILCA-HUANCAYO.**

PRESENTADO POR:

Bach. CASTILLO ARANGO CLINTON

Línea de investigación de la Universidad: Salud y gestión de salud

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO-PERU

2021

Mg. Jacqueline Jeanette Santos Julca.

ASESOR METODOLOGICO

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil.

ASESOR TEMATICO

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres Nicolás e Isabel, de igual forma a mis hermanos, por su apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

A mis jurados y docentes de la facultad de ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes, quienes imparten sus conocimientos para mi formación profesional.

Al ingeniero Cesar Damas, por brindarme las facilidades en el campo laboral, ganando experiencia en la carrera profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

MG. MIGEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

Pág.

INDICE	vi
RESUMEN	x
CAPÍTULO I	14
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Formulación del Problema	16
1.2.1. Problema General	16
1.2.2. Problemas Específicos.....	16
1.3. Justificación	16
1.3.1. Social o práctica.....	16
1.3.3. Metodológica.....	17
1.4. Delimitación del Problema	17
1.5. Limitaciones	18
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo General	18
1.6.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II	20
Marco Teórico:	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Internacionales	20
2.1.2. Nacionales	24
2.2. Marco conceptual	26
2.2.1. Tratamiento de aguas residuales	26
2.3. Definición de términos	38
2.4. Hipótesis	43
2.5. Variables.....	43
2.5.1. Definición conceptual de la variable	43
2.5.2. Definición operacional de la variable	44
2.5.3. Operacionalización de variables.....	45
CAPÍTULO III	46
METODOLOGIA	46
3.1. Método de investigación.....	46
3.2. Tipo de investigación.....	46

3.3. Nivel de investigación	46
3.4. Diseño de la investigación	47
3.5. Población y muestra	47
3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	47
3.7. Procesamiento de la información.....	47
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	69
CAPÍTULO IV	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Resultados Específicos.....	70
4.2. Resultado General	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V	70
DISCUSION DE RESULTADOS	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96
Anexos	99
Anexo 01: Matriz de consistencia.....	100
Anexo 02: Instrumento	101

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Procesos para la producción de biogás.....	34
Tabla 2: Tipo de edificación según puntos de exploración. Fuente(E-050).....	49
Tabla 3: Número de puntos de exploración. Fuente(E-050).....	49
Tabla 4: Para la red de recolección:	49
Tabla 5: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007-2017.	50
Tabla 6: Dotación de agua según forma de disposición de excretas.....	51
Tabla 7: Parámetros de diseño para rejillas de barras.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: Factor de capacidad relativa.....	60
Tabla 9: Tiempo de digestión.....	62
Tabla 10: Descripción cámara de rejillas.....	53
Tabla 11: Emisor de ingreso de planta:.....	54
Tabla 12: datos del desarenador.....	56
<i>Tabla 13: Datos de campo.....</i>	58
Tabla 14: Procesos químicos de las aguas residuales.....	65
Tabla 15: Resultados de acuerdo a los LMP de agua.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16: Comparación: muestra enviados al laboratorio vs LMP(MINAM)	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1: Caracterización del PH.....	27
Figura 2:: Presión Superficial	28
Figura 3: Termómetro en escala de Fahrenheit y Grados Celsius	29
Figura 4: Etapas de la digestión anaeróbica en un biodigestor.	32
Figura 5: Producción de biogás en función del tiempo.....	37
Figura 6: Encuesta poblacional de número de personas por vivienda	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7: Levantamiento topográfico del sector echadero-Chilca.....	48
Figura 8: Calicata N° 02, para la construcción de la PTAR.	50
Figura 8: Rejas de limpieza y canal donde se ubica la reja. ;	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9: Diseño de sedimentador	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10: Diseño de digestor	60
Figura 11: Extracción de lodos	63
Figura 12: Ventilador	63
Figura 13: Lechos de lodos	62

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como título: Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogás en Chilca-Huancayo, que respondió al problema: ¿Cuál es el diseño del tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo?, siendo el objetivo general: Realizar el diseño el tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo.

La metodología de estudio fue el científico, de tipo aplicado, el nivel fue el descriptivo y de diseño fue cuasi-experimental, la población estuvo conformada por la cantidad de lodos producidos por el tanque Imhoff, siendo la muestra de estudio el total de lodos producidos por el tanque Imhoff del sector echadero I del anexo de Azapampa-Chilca.

Se concluyó con que el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo, es aquel que cumple con lo establecido en la norma OS-090 del R.N.E

Palabras clave: Aguas residuales, Tanque Imhoff, Lodos, Biogás.

1. ABSTRACT

The research work is entitled: Design of wastewater treatment and biogas production in Chilca-Huancayo, which responded to the problem: What is the design of wastewater treatment for biogas production in Chilca-Huancayo?

Being the general objective: Design the wastewater treatment for the production of biogas in Chilca-Huancayo, the general hypothesis was: The treatment of wastewater significantly influences the production of biogas in Chilca-Huancayo.

The study methodology was scientific, applied type, the level was descriptive and the design was quasi-experimental and cross-sectional, the population was made up of the amount of sludge produced by the Imhoff tank, the study sample being the total sludge produced by the Imhoff tank in the stall sector of the Azapampa-Chilca annex.

It was concluded with the design of wastewater treatment and biogas production in Chilca-Huancayo, in terms of physical, chemical and biological processes, all of them within accessible ranges.

Keywords: Wastewater, Imhoff Tank, Sludge, Biogas.

INTRODUCCION

El tratamiento aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano, el diseño eficiente y económico de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere de estudios muy cuidadosos, y mediante diversas opciones tecnológicas tenemos al tanque Imhoff, como una opción de tratamiento primario, pues este sistema a diferencia los otros tiene una característica, y es la producción lodos residuales.

En la presente tesis se desarrolla el diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogás en Chilca-Huancayo, esto se llevó a cabo tomando en cuenta los procesos físicos, químicos y biológicos del tratamiento de aguas residuales, observando cómo estos procesos nos ayudan a producir biogás de calidad.

La presente investigación contiene cinco capítulos, que se detallan a continuación.

Capítulo I: Trata del planteamiento del problema que se plantea en la investigación, delimitación y limitaciones del problema, formulación del problema, considerando el problema general y específicos que se anhela alcanzar durante el desarrollo de la tesis.

Capitulo II: Trata sobre el marco teórico referidos a la producción de biogás a través de diferentes opciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales, posteriormente se presenta la normatividad, las teorías de investigación, definición de términos, planteamiento de la hipótesis, definición de las variables y su operacionalización.

Capitulo III: Trata sobre la metodología de la investigación, el tipo, nivel y diseño de investigación. Se determina la población y muestra, técnicas, instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos considerados en la fase de pre campo, fase de campo y fase de gabinete.

Capítulo IV: Trata sobre los resultados de la investigación, resultados del laboratorio y de cálculo, con el fin de desarrollar los objetivos generales y específicos planteados en la presente investigación.

Capítulo V: Trata sobre la discusión de resultados, donde se presenta la afirmación o negación de las hipótesis, respecto a los resultados y antecedentes.

Bach. Clinton Castillo Arango

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En España existe un progresivo envejecimiento de las redes de alcantarillado sanitario, que actualmente suman 165.000 km de red, 3.6 metros de tubería por persona. Su porcentaje de renovación es del 0.6% y el 26% tiene menos de 15 años, el 34% entre 15-30 años y el 40% más de 30 años. En cuanto a las inversiones, en términos generales los operadores destinan un 12.5% de la facturación a inversión en nuevas infraestructuras o equipamientos y un 9.4% a inversión en renovación. En total los operadores destinan alrededor del 22% de la facturación a renovación e inversión en nuevas infraestructuras, lo que supone 1.376 millones de euros. (Agua, 2016).

En México la cobertura de alcantarillado considera la población con drenaje a red pública y a fosa séptica. Los rezagos al 2015 se encontraban principalmente en Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí y Yucatán. Según Conagua la cobertura al 2015 del alcantarillado sanitario alcanzó el 91.4% a nivel nacional, del cual el 96.6% está en zonas urbanas y el 74.2% en zona rural. Las aguas residuales son recibidas en plantas de tratamiento para la remoción de sus contaminantes, antes de su descarga de las localidades, principalmente vertidos domésticos. Las aguas residuales municipales llegan a un total de 212.0 m³/s colectados de las cuales el 120.9 m³/s son tratados y existen 2477 plantas(Agua,2016).

Ecuador desde el mes de marzo del 2016, es uno de los países a nivel mundial que forma parte del proyecto piloto en la medición de indicadores de los objetivos de desarrollo sostenible en el tema: agua limpia y

saneamiento del banco mundial y en coordinación con el programa conjunto de monitoreo de agua potable y saneamiento (JMO por sus siglas en inglés) agencia de la OMS/UNICEF. La medición de los ASH se logró de una sub muestra (16,722 personas) de la encuesta de empleo, desempleo y subempleo (ENEMDU) de diciembre del 2016. Según el estudio, el 70.1% de ecuatorianos obtiene acceso al agua potable (sin E. coli), y el 21.8% tiene acceso básico, lo que significa que en ambos casos que el agua la reciben de una fuente mejorada que está en la vivienda o cerca de ella y de manera suficiente. En el ámbito saneamiento el 85.9% de los ecuatorianos tiene saneamiento básico, es decir, tienen servicio higiénico adecuado (alcantarillado, excusado, pozo séptico, pozo ciego, letrina con losa) y de uso exclusivo para los miembros del hogar. En el área rural el 80.4% tiene saneamiento básico, mientras que en la urbana llega a 88.5%. (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

En el Perú la calidad del servicio de agua y saneamiento es muy deficiente, principalmente al interior del país. La razón de esta situación se debe a la reducida inversión (de S/. 8000 millones requeridos se asigna la mitad), deficiente gestión, mala distribución, expedientes mal realizados y corrupción. El servicio nacional de agua potable y alcantarillado, además de Sedapal está en manos de 49 empresas publicas prestadores de agua y saneamiento (EPS) gestionadas por las municipalidades. En 2016 el ex ministro de vivienda, construcción y saneamiento, Von Hesse, manifestaba que “las EPS están podridas y los recursos que administran son los peores gestionados” además que este sistema “ha fracasado desde hace 20 años”, sin embargo, no se permite al sector privado participar en la provisión de estos servicios esenciales. (Palacios,2016)

En el sector Echadero I, desde que existió como asentamiento no se realizó ningún tipo de proyecto de saneamiento básico, en beneficio de los vecinos del sector, Según información proporcionada por los vecinos de la zona, existe una red de recolección de aguas residuales que pasa por el Jr. Narciso Poma, y va a parar a un tanque séptico, cuando se verifico esta se encontraba abandonada, y no realizaba ningún tipo de tratamiento , cabe

mencionar que esta red pertenece al colegio Túpac Amaru de Chilca, y pasa por el costado de la vía anteriormente mencionada, no por el centro, según los vecinos este sistema tiene un tiempo de vida de más de 20 años, construido con tuberías de PVC –UF DN=160 mm.

Aprovechando esta red muchos vecinos se empalmaron a esta, sin ningún tipo de estudio técnico, y de manera ilegal, otras viviendas más alejadas del Jr. Narciso Poma cuentan con Letrinas, y otras vierten las aguas residuales directamente al riachuelo que se encuentra en la zona.

Siendo necesario entonces realizar un estudio técnico, implementando además un sistema de biogás los cuales estarán incluidas en esta tesis, y así aumentar la calidad de vida de las personas, reduciendo focos de contaminación, generando además gas metano con recursos olvidados y no explotados.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles son las características del tratamiento de aguas residuales en Chilca-Huancayo?
- b. ¿Qué parámetros garantizan la producción de biogás en Chilca-Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

La presente tesis ofrece una mejor opción de sistema tecnológico para los pobladores del sector Echadero I, ya que actualmente no gozan de un óptimo sistema de disposición de excretas, ni redes de alcantarillado, desde el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, incluido el tratamiento de las aguas residuales con el fin

de disminuir el grado de contaminación y a la vez obtener lodos provenientes del tanque Imhoff a proyectar, hasta la producción de biogás en beneficio de la población del sector echadero I del anexo de Azapampa-Chilca, también se busca disminuir la contaminación del medio ambiente en este sector lo cual servirá para mejorar la calidad de vida de los beneficiarios del proyecto.

1.3.2. Científica o teórica

La investigación busca producir biogás a través del diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales según el R.N.E, en el ápice de obras de saneamiento O.S. 090. Para fines de este estudio se tomó como base la teoría de Ojeda (2019) que dice el biogás se origina de la digestión anaeróbica y se compone principalmente de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), en menor proporción el hidrogeno (H_2) y el sulfuro de hidrogeno (H_2S). Esta definición indica que es un poderoso bioenergético que se obtiene a partir de desechos orgánicos, además cuenta con muchos beneficios y es una forma de energía limpia y renovable.

1.3.3. Metodológica

Para la elaboración de esta investigación y logro de los objetivos se hizo el uso de la metodología propuesta, como es el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás según la norma OS-090, del R.N.E.

El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto permitirá además la prevención del efecto negativo de estas aguas en las actividades de uso doméstico.

1.4. Delimitación del Problema

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó en el sector Echadero I, anexo de Azapampa, distrito de Chilca, provincia de Huancayo, región Junín.

1.4.2. Temporal

La investigación se realizó entre los meses de febrero a septiembre de año 2020.

1.4.3. Económica

El trabajo de investigación se realizó con la inversión económica del autor de la investigación, el cual contiene ensayos químicos, estudios de mecánica de suelos, y levantamiento topográfico.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económica

Para esta investigación, la limitación económica es sobre la toma completa de puntos de exploración para el estudio de mecánica de suelos y aguas residuales.

1.5.2. Técnico

La limitación técnica es sobre, la información necesaria para la producción de biogás, obteniendo en algunos casos solo información de biodigestores construidas de manera artesanal.

1.5.3. Social

La limitación social es sobre el estado de emergencia que se vive actualmente en el país, por la vulnerabilidad del ser humano ante un virus que se transmite muy fácilmente, a través de gotículas emergentes de la boca o nariz, o por tocar un objeto contaminado, entre los principales motivos de contagio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Realizar el diseño el tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a.- Determinar las características del tratamiento de aguas residuales en Chilca-Huancayo.
- b.- Establecer los parámetros para la producción de biogás en Chilca-Huancayo.

CAPÍTULO II

Marco Teórico:

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Carrillo (2019); desarrollò el trabajo fin de grado, ***Estudio básico del biogás y nuevas tecnologías para producirlo en la actualidad,2019.*** Universidad Politecnica de Cartagena-Colombia 2019; cuyo objetivo es: extrapolar la tecnología a digestores con capacidad de centenares de metros cubicos, permitiendo utilizarla en procesos de digestion anaerobica con residuos de gran nivel de produccion en todo el mundo; para lo cual analiza y explica la composición del biogás, las etapas que se llevan a cabo dentro del biodigestor, las partes que componen el biodigestor y finalmente, un análisis más exhaustivo de la planta de tratamiento de residuos orgánicos de Cartagena, de cómo tratan la materia orgánica en descomposición y el posterior uso que realizan con el biogás generado de dicho proceso. Concluye tener en cuenta las etapas que forman la digestión anaeróbica, además de los distintos factores que pueden modificar el rendimiento del proceso de la degradación de la materia orgánica, como son la temperatura, el PH, las condiciones climáticas del ambiente, entre otros. Se afirma también que en zonas rurales este gas es realmente importante, pues se emplea como medio de calentamiento de alimentos

además de que la instalación de biodigestores en estos lugares, permite el tratamiento de abonos y residuos orgánicos generados en granjas de forma adecuada, es decir, sin que se produzca emisiones de gases incontroladamente, evitando así problemas medioambientales y sanitarios que pueda acarrear a los habitantes residentes. Esta investigación servirá como guía para el proceso de diseño del presente proyecto científico, específicamente en las etapas y procesos para la obtención de biogás.

Briseño (2017) en la tesis ***Producción de Biogás a través de la Codigestión de Residuos Sólidos y Semisólidos: Hacia una Planta Centralizada de Biogás para la Generación de Energía***, para optar el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología en la Especialidad de Ingeniería Ambiental en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C; Santiago de Querétaro, México, cuyo objetivo fue estudiar la codigestión de residuos sólidos y semisólidos agroindustriales de distinta naturaleza orgánica, para la producción de biogás de calidad combustible, utilizando un reactor horizontal; acerca de la metodología es un estudio experimental. Los resultados evidenciaron que la grasa y estiércol de vaca, presentaron porcentajes de metano menores al 30%, por su parte el resto de las mezclas en codigestión con un 60% de metano en el biogás. Y por encima del 70% de metano en el biogás se ubicaron Estiércol de vaca/suero de leche, Estiércol de vaca/grasa, Estiércol de vaca/Estiércol de cerdo. También se observó en la codigestión entre los 4 anteriores, presentando hasta un 74% de metano en la mezcla, sin embargo, ésta mezcla no tuvo éxito en cuanto al rendimiento de volumen de generación de biogás. Siendo del 80% de metano en el biogás el mayor porcentaje observado en los experimentos en eudiómetros presentado por la mezcla de Estiércol de vaca/grasa. Concluyendo que, hablando de producción de metano para las pruebas en eudiómetro, se alcanzaron los porcentajes esperados, ya que de las 16 diferentes mezclas totales solamente se inóculo el de los lodos anaerobios.

Pérez & Velandia (2020) en la tesis ***Evaluación de la Producción de Biogás en un Reactor Metanogénico Escalonado (RME) Usando cenizas de cascarilla de arroz como material adsorbente para diferentes cargas orgánicas (OLR)***; para optar el título de Ingeniero Químico en la Universidad de América; Bogotá, Colombia; cuyo objetivo fue evaluar la producción de Biogás en un Reactor Metanogénico Escalonado (RME) usando cenizas de cascarilla de arroz como material adsorbente para diferentes cargas orgánicas (OLR); acerca de la metodología es un estudio experimental. Los resultados evidenciaron que el estudio del comportamiento hidrodinámico realizado a los RME demostró que a pesar de manejar caudales diferentes el comportamiento gráfico fue prácticamente el mismo, presentando un flujo mezclado entre pistón y mezcla completa para ambos reactores, adicionalmente al evaluar el modelo de reactores de mezcla completa en serie expuesto por Levenspiel se encontró que tanto el reactor 1 como el reactor 2 corresponden a 2 reactores CSTR en serie perfectamente mezclados. Asimismo, el ensayo para evaluar la capacidad de adsorción del Ácido acético sobre la ceniza de cascarilla de arroz permitió asegurar que la ceniza se ajusta mejor a los modelos no lineales estudiados (Langmuir, Freundlich, Temkin, y SIPS), pero especialmente con el modelo de Freundlich no lineal, encontrando que la capacidad máxima de adsorción de ácido acético corresponde a 40,23 mg de Ácido acético por cada gramo de CCA utilizado. Concluyendo que una vez se agregaron los 36,78g de ceniza de cascarilla de arroz al reactor 2 y se comenzaron a registrar los datos de flujo arrojado por los medidores diariamente, se encontró que el reactor 2 presentó un mayor flujo de biogás que el reactor 1, superándolo con aumentos en el flujo del 2 al 58%. adicionalmente el promedio de la producción de biogás de ambos reactores durante los 19 días de operación siguientes al día 41 cuando se agregó se obtienen valores de 2,355 y 2,931 Normal litro respectivamente para R1 y R2.

Torres (2019) en la tesis ***Construcción de un Biodigestor a Escala de Laboratorio para producción de Biogás con Digestión anaerobia***

seca a partir de residuos sólidos domésticos, para optar el título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte; Ibarra, Ecuador; cuyo objetivo fue componer un biodigestor a escala de laboratorio para la producción de biogás vía digestión anaerobia a partir de residuos sólidos domésticos para usos de generación de energía; acerca de la metodología es un estudio experimental. Los resultados evidenciaron que se determinó que se puede aprovechar los residuos domiciliarios ya que presentan un alto porcentaje de materia orgánica donde si se aplica un método de tratamiento adecuado como la digestión anaerobia se podrá generar biogás mismo que podrá ser usado para la producción de energía eléctrica la cual es una de las fuentes más usada en la actualidad. Concluyendo que la prueba de funcionamiento del digestor demostró que un sistema de control es muy útil para poder monitorizar en tiempo real cada uno de los parámetros establecidos en el proceso de digestión anaerobio.

Pinagorte & Vergara (2019) en la tesis ***Diseño de un Biodigestor Anaeróbico para generación de biogás utilizando aguas residuales de la producción de café***, para optar el título de Ingeniero Químico en la Escuela Superior Politécnica del Litoral; Guayaquil- Ecuador; cuyo objetivo fue realizar el diseño básico de un biodigestor anaeróbico para la generación de biogás utilizando aguas residuales de una empresa productora de café; acerca de la metodología es un estudio experimental. Los resultados evidenciaron que el reactor UASB es el más adecuado para el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales de café. Este reactor se caracteriza por su fácil construcción, uso en el tratamiento de aguas residuales industriales, y bajos requerimientos de costo, mantenimiento y espacio. En el estudio se logró obtener una producción de biogás de 0,5217 m³/kg DQO utilizada y una remoción de DQO de 66%. Además, debido a que la producción experimental de biogás representa el 91% del teórico, se concluye la presencia de biogás como producto. Concluyendo que en base a la experimentación batch, la adición de nutrientes en el agua residual bajo estudio no influyó, por sus características, en el aumento de la producción

de biogás, siendo esto un beneficio ya que el agua residual no requerirá de adición de químicos para regular la relación de nutrientes DQO: N: P. No obstante, el aumento de la alcalinidad del agua residual mostró un incremento del 55% de biogás.

2.1.2. Nacionales

Ramos (2016);presento la tesis: ***Uso de biodigestor en el sistema de saneamiento básico por arrastre hidráulico del C.P. de Pampacancha, distrito de Lircay***. Universidad Nacional de Huancavelica-Peru, 2016; cuyo objetivo fue demostrar que el uso de biodigestor mejora el sistema de saneamiento basico de arrastre hidraulico del C.P. de Pampacancha, distrito de Lircay, donde el autor nos menciona el uso del sistema de arrastre hidráulico con biodigestor en lugares donde no existe servicios de desagüe, zonas rurales donde el sistema de saneamiento convencional no es posible instalar debido a la ubicación de las viviendas(dispersas y alejadas), como es el centro poblado de Pampacancha en la que se ha realizado el monitoreo sobre el uso y funcionamiento del sistema implementado y la comparación con otros sistemas convencionales de saneamiento básico como son: tanques sépticos con pozos percoladores, letrinas de pozo seco, letrinas con arrastre hidráulico, sistema de recolección de redes por entubado.Así mismo se estudia los beneficios de un sistema tecnológico nuevo (Arrastre hidráulico con biodigestor), sobre sus beneficios ambientales como eliminación de fuentes de contaminación de aguas, de fuentes de infección, de gases con efecto invernadero, y beneficios en la salubridad de las personas que cuentan con este sistema.El autor concluye diciendo que el uso del biodigestor ha mejorado el sistema de saneamiento basico con arrastre hidraulico en el centro poblado de Pampacancha, distrito de Liracay,ya que se obtiene mayores beneficios ya que el sistema tiene un tiempo de uso de 35 años, buena calidad de efluente, estabilidad del proceso, no genera olores, facil mantenimiento. Esta investigacion nos ayudara para el proceso de diseño del presente proyecto científico.

Ojeda (2018); presento la tesis: ***Análisis y alternativa de soluciones para la producción de biogas con residuos sólidos de la laguna de oxidación espinar-Puno, periodo 2018***". Universidad Nacional Del Altiplano- Peru 2018, cuyo objetivo fue evaluar el biogas a partir de residuos sólidos de la laguna de oxidación Espinar-Puno 2018, para el cual realizo la colocación de 9kg de residuos sólidos extraídos de la laguna de oxidación espinar.Puno, se añadió agua en cierto porcentaje dentro del biorreactor herméticamente sellado y conservado a una temperatura promedio de 35°C, monitoreada en tiempo real por sensores de temperatura, de metano y de presión analógico en PSI conectados a un PLC para verificación y adquisición de datos en tiempo real. El autor llegó a las siguientes conclusiones, dimensiono el biorreactor con un volumen de 40.79 l, y la densidad del metano 0.6280 g/Acelerando el tiempo de fermentación para la producción de biogás con el nuevo dimensionamiento. El promedio de volumen de gas metano obtenido fue de 3.33 l, con una presión de salida a 14.76PSI, a una temperatura promedio de 35°C. Todo el módulo fue totalmente automatizado para controlar los datos en tiempo real. Por lo que planteo que es factible el uso y aprovechamiento de los residuos sólidos de la Laguna de Oxidación Espinar-Puno, para la producción de biogás el cual es también una alternativa de solución energética y totalmente ecológica. Esta investigación servirá como guía para el proceso de diseño del presente proyecto científico.

León, Rodríguez, & Mendoza (2019) en la investigación ***Diseño e implementación de una planta piloto de producción de Biogás, Biol y Biosol*** para la editorial Arnaldoa; cuyo objetivo fue diseñar e implementar una planta piloto de producción de Biogás, Biol y Biosol; acerca de la metodología es un estudio experimental. Los resultados evidenciaron que se logró diseñar e implementar una planta para la producción de biogás, biol y biosol. Concluyendo que se evaluó el proceso de producción y cuantificación de biogás, biol y biosol, a partir de estiércol de ganado vacuno.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Tratamiento de aguas residuales

A. Definición

Son un conjunto de operaciones integradas además de procesos físicos, químicos y biológico, cuyo objetivo es la depuración de aguas residuales hasta un grado que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante la reutilización. (Ojeda, 2019).

B. Aspectos Generales

Biomasa

El término biomasa, en sentido amplio, se refiera a cualquier tipo de materia orgánica que hay tenido su origen inmediato en un proceso biológico. El proceso de biomasa comprende a los productos tanto de origen vegetal como animal. En la actualidad se ha aceptado el término biomasa, para denominar al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de la materia orgánica formada por la vía biológica. Quedan, por tanto, fuera de este concepto los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron un origen biológico en épocas remotas. (Ojeda, 2019)

El término de biomasa se utiliza también en el campo de la ecología para designar a la materia orgánica total presente en un ecosistema determinado, y en microbiología industrial para referirse a la cantidad de microorganismos presentes en un fermentador o producidos en un cultivo. (Ojeda, 2019).

PH

La acidez o alcalinidad es una medida de una disolución del pH. El PH representa la cantidad de iones hidrógeno presentes en algunas disoluciones. PH significa potencial de hidrógeno o hidrogeniones. Otra

explicación es que la representa los términos latinos pondus hydrogenii («cantidad de hidrógeno») o potentia hydrogenii (capacidad de hidrógeno). Cada grupo microbiano involucrado en la fermentación anaeróbica tiene una región de pH específica para su crecimiento óptimo. Para los ácidos génicos el pH ideal es de 6, mientras que para los acetógenos y metanógenos es de 7. El pH es, influye en diversos equilibrios químicos, por ejemplo, un elevado pH favorece a la formación de amoníaco libre, inhibidor de la fase metanogénica. (Ojeda, 2019)

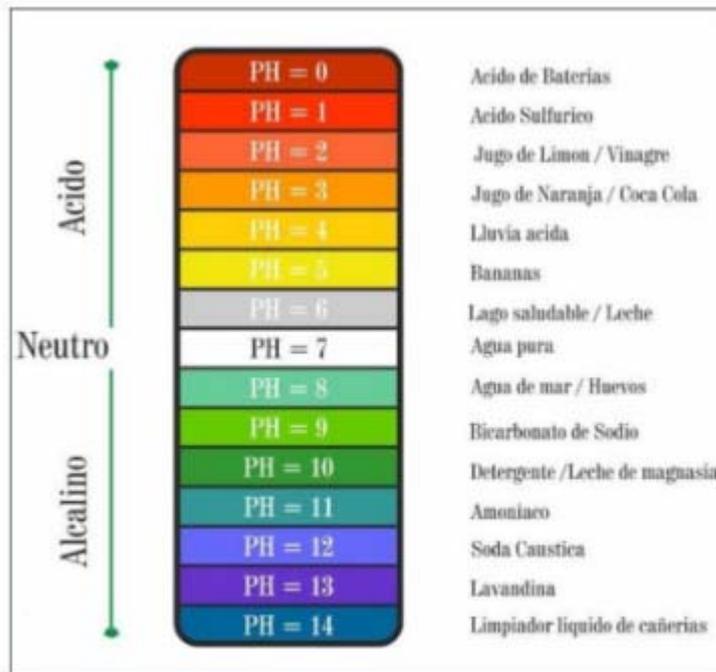


Figura 1: Caracterización del PH

Fuente: Ojeda, L. (2019). "Análisis y alternativas de solución para la producción de biogás con residuos sólidos de la laguna de oxidación espinar.

Presión

Magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de área. En el Sistema Internacional de Unidades la presión se mide en una unidad que se denomina pascal (Pa), que es equivalente a una fuerza total de un newton (N) actuando uniformemente en un metro cuadrado (m^2). En el Sistema Inglés se mide en libra por pulgada cuadrada. (Ojeda, 2019)

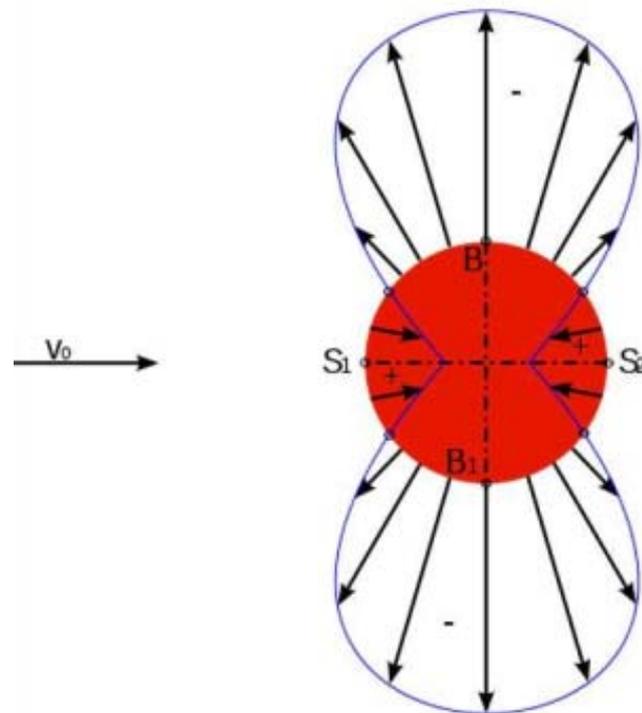


Figura 2: *Presión Superficial*

Fuente: Ojeda, L. (2019). "Análisis y alternativas de solución para la producción de biogás con residuos sólidos de la laguna de oxidación espinar.

Temperatura

Los procesos anaeróbicos, al igual que muchos otros sistemas biológicos, dependen de la temperatura. La velocidad de reacción de los procesos biológicos depende de la velocidad de crecimiento de los microorganismos involucrados que, a su vez, dependen de la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, aumenta la velocidad de crecimiento de los microorganismos y se acelera el proceso de digestión, dando lugar a mayores producciones de biogás. (Ojeda, 2019)

La temperatura, por su definición formal, mide el movimiento de las moléculas en un objeto. Mayor movimiento resulta en temperaturas más altas; a la inversa, menos movimiento resulta en temperaturas más bajas. El subproducto es el calor, por lo que a menudo se piensa que la temperatura mide el calor de un objeto. Los matemáticos, muchos de los cuales también son físicos, han hecho importantes contribuciones en la cuantificación del calor y en el desarrollo de las escalas de temperatura ampliamente utilizada en el siglo XXI. (Ojeda, 2019)



Figura 3: *Termómetro en escala de Fahrenheit y Grados Celsius.*

Fuente: Ojeda, L. (2019). “Análisis y alternativas de solución para la producción de biogás con residuos sólidos de la laguna de oxidación espinar.

C. Normatividad

Resolución ministerial N°192-2018-Vivienda

“La presente guía es de aplicación para la formulación y elaboración de los proyectos de los sistemas de saneamiento en el ámbito rural, en los centros poblados que no sobrepasen de dos mil (2000) habitantes”. (R.M. M.V. No.192-2018, 2018).

OS.070 Redes de aguas residuales.

“Fijar las condiciones exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lamina libre. En el caso de conducción a presión se deberá considerar lo señalado en la norma de líneas de conducción”. (R.N.E., 2017)

OS.070 Caudal de contribución al alcantarillado.

“El caudal de contribución al alcantarillado sanitario debe ser calculado con un coeficiente de retorno del 80% del caudal de agua potable sanitario. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se realiza con el valor del caudal máximo horario”. (R.N.E., 2017)

OS.070 Caudal de diseño

“Se determina para el inicio y final del periodo de diseño. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se realizará con el valor del caudal máximo horario”. (R.N.E., 2017)

Redes de recolección

“Conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas”. (R.N.E., 2017)

Dimensionamiento hidráulico

“Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de auto limpieza aplicando el criterio de tensión tractiva, con un valor mínimo de 1.0 Pa, calculada para el cálculo inicial(Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning $n=0.013$ ”. (R.N.E., 2017)

Norma técnica peruana ISO-4427, sistema de tuberías plásticas.

“El material o compuesto se designa en categorías de acuerdo a su MRR (Mínima Resistencia Requerida a 20°C), para que la tubería tenga una duración de 50 años”. (N.T.P.ISO-4427, 2008)

2.2.2. Producción de biogás

A. Principios físicos, químicos y biológicos que conducen a la producción de biogás

La producción de biogás es un proceso complejo que requiere de la acción coordinada de un grupo de microorganismos especializados en la degradación de sustratos orgánicos (restos de comida, desperdicios orgánicos de industrias, subproductos orgánicos de bajo valor comercial, cultivos energéticos, residuos cloacales, estiércol de animales, etc.). La descomposición de estos residuos en el ambiente natural o en reactores especializados, bajo condiciones de anoxia (ausencia de oxígeno), genera las condiciones imprescindibles para el proceso. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

El biogás producido se encuentra compuesto principalmente por dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), y en menor medida otros gases, entre los que se destaca el sulfuro de hidrógeno (H_2S), un gas altamente tóxico, responsable del olor fuerte y desagradable que se percibe en los ambientes naturales donde se genera biogás por la degradación anaeróbica de la materia orgánica. Dado que la solubilidad del oxígeno en agua es baja, cuando los sedimentos de los cuerpos de agua naturales (lagos o ríos), las lagunas de tratamiento (tambos, granjas de cerdos, feedlots, lagunas cloacales y otros) o los lixiviados de los rellenos sanitarios tienen elevados niveles de materia orgánica, su descomposición microbiana genera biogás, que contiene metano, químicamente comparable al gas natural que se obtiene en la explotación de yacimientos de combustibles fósiles. Para controlar y eficientar la digestión anaeróbica de la materia orgánica y producir biogás se utilizan biodigestores. Estos son reactores especialmente diseñados para maximizar la eficiencia de conversión de los sustratos en energía y

obtener subproductos con valor agregado, como biofertilizante. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019).

B. Etapas de la digestión anaeróbica

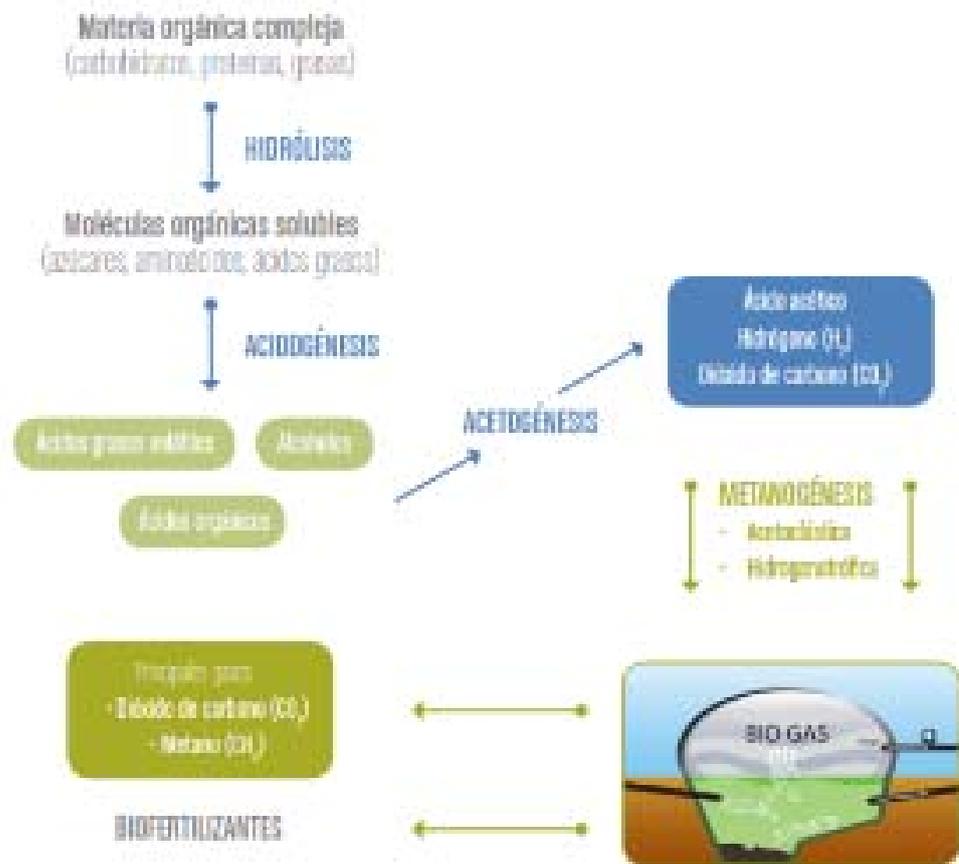


Figura 4: Etapas de la digestión anaeróbica en un biodigestor.

Fuente: Ministerio de Producción y trabajo (2019)

Según el Ministerio de Producción y trabajo el proceso global puede ser dividido para su estudio en tres etapas principales (Gráfico 1), aunque debe comprenderse que en los digestores las reacciones ocurren simultáneamente: (Ministerio de Producción y trabajo, 2019).

Hidrólisis: La materia orgánica compleja (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, etc.) es degradada por la acción de microorganismos en materia Orgánica soluble (azúcares,

aminoácidos, ácidos grasos), lo que genera los sustratos para la siguiente etapa.

Acidogénesis y acetogénesis: Distintos grupos de microorganismos, denominados acidogénicos y acetogénicos, procesan esa materia orgánica soluble y liberan principalmente hidrógeno molecular (H_2), CO_2 y acetato (CH_3COO). La acidogénesis se considera la etapa más veloz del proceso, es necesaria controlarla para evitar que el descenso de pH (acidificación) del medio interrumpa con la acción del consorcio microbiano.

Metanogénesis: Finalmente, los microorganismos metanogénicos tienen dos vías metabólicas diferentes: la vía acetoclástica, que transforma el ácido acético en CH_4 y CO_2 , y la vía hidrogenotrófica, que a partir del H_2 y el CO_2 genera CH_4 .

Los procesos físico-químicos de la materia orgánica además de generar biogás, producen un residuo llamado dierido que son adecuadas como biofertilizante. Se espera que la correcta aplicación de la tecnología permita alcanzar la máxima eficiencia en el proceso. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

Los procesos biológicos en todos los biodigestores son similares; permiten obtener de ellos el máximo rendimiento (Cuadro1). Puede establecerse de manera sencilla una analogía entre los procesos que tienen lugar en un digestor anaeróbico y el funcionamiento del sistema digestivo de un rumiante.

Al comer, en el rumen de una vaca o de una oveja tiene lugar un proceso de hidrólisis enzimática de polímeros, al que se suman la acidogénesis y acetogénesis descritas. Los Microorganismos que participan de esta primera etapa son tolerantes a variaciones en el medio, como cambios en la temperatura y el pH, y pueden vivir en presencia de oxígeno. En el rumen, un tejido especializado (papilas ruminales) consume los ácidos grasos volátiles. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019).

Fase acidogénica	Fase metanogénica
Bacterias facultativas	Bacterias anaeróbicas estrictas
Reproducción muy rápida	Reproducción lenta
Poco sensibles a los cambios de acidez y temperatura	Muy sensibles a los cambios de acidez y temperatura
Principales productos finales: metabolitos, ácidos orgánicos	Principales productos finales: metano y dióxido de carbono

Tabla 1: *Procesos para la producción de biogás.*

Fuente: Ministerio de Producción y trabajo (2019).

Otros ácidos orgánicos, los cuales constituyen una de las principales fuentes de energía de los rumiantes. De esta forma, el pH se estabiliza, lo cual contribuye a preservar la salud del tejido y garantiza la continuidad del proceso digestivo. En un biodigestor, los ácidos orgánicos son consumidos por microorganismos metanogénicos, transformados en biogás y eliminados del medio. Los rumiantes también tienen poblaciones Simbióticas de microorganismos metanogénicos en su sistema digestivo, y es por esto que pueden eructar metano. Sin embargo, en las explotaciones comerciales se busca limitar este proceso, para evitar que el alimento suministrado al rodeo, en vez de transformarse en carne o en leche, se convierta en metano que se pierde del sistema. Los productores suelen recurrir al uso de pro bióticos, concentrados enzimáticos o eventualmente a la suplementación con ácidos orgánicos con el objetivo de inhibir

parcialmente la metanogénesis. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

Debe destacarse que los microorganismos que llevan adelante la fase metanogénica de la degradación anaeróbica de la materia orgánica son muy particulares. Suelen prosperar en ambientes sumamente hostiles para organismos convencionales, por lo que se los define como extremófilos (Ríos et al.,2007) y tienen características que los diferencian claramente de las bacterias propiamente dichas. Basándose en estas diferencias, algunos autores han llegado incluso a postular una clasificación de los seres vivos alternativa a la propuesta por Margulis, sobre la que existe en la actualidad una gran controversia (Curtis et al.,2008). Prosperan en ambientes extremos (en este caso ausencia total de oxígeno), se caracterizan por una reproducción muy lenta. Además, requieren de aportes externos (en forma de calor, PH y temperatura) para llevar adelante sus procesos metabólicos. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019).

Por último, y a diferencia de otros organismos heterótrofos, la degradación de la materia orgánica no solo conduce a la liberación de dióxido de carbono, sino que además produce metano. Se puede imaginar entonces qué pasa si un biodigestor es alimentado con un sustrato altamente digestible y rico en energía: (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

Los micro organismos hidrolizan rápidamente los carbohidratos, proteínas y grasas.

Las bacterias acidogénicos comienzan a consumir el alimento altamente digestible y se reproducen rápidamente, liberando en poco tiempo grandes cantidades de ácidos al medio, que se vuelve totalmente anóxico (carente de oxígeno) y reductor.

Las bacterias metanogénicas comienzan a consumir el ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, y producen biogás. Sin

embargo, este proceso ocurre a una tasa inferior a la de generación de ácidos, como resultado de sus bajas velocidades de crecimiento.

El medio comienza a acidificarse ($\text{pH} < 6$). Las bacterias metanogénicas disminuyen su metabolismo, reproducción y actividad, por ser altamente sensibles a los cambios en el pH. El biodigestor deja de producir biogás y se observa una disminución marcada del pH por debajo de 5. Esta secuencia de acontecimientos es muy común que ocurra si no se controla ni se tiene un seguimiento sobre la alimentación del biodigestor, tanto en tiempo como en cantidad. De hecho, en los rumiantes ocurre un fenómeno similar cuando por cuestiones de manejo se les reemplaza una alimentación con pasturas por una dieta rica en carbohidratos altamente digeribles (por ejemplo, grano de maíz partido).

En estas circunstancias, se da el proceso detallado anteriormente, con la diferencia de que son las paredes del rumen, que absorben estos ácidos, las que se ven afectadas, y la falla de su funcionamiento por la acidificación puede causar incluso la muerte del animal. Resulta necesario aclarar que lo expuesto no implica que los biodigestores no puedan ser alimentados con sustratos ricos en energía altamente digerible, o modificarse los sustratos a degradar durante el desarrollo del proceso. Al igual que en los sistemas productivos bovinos intensivos, estas dietas deben suministrarse progresiva y adecuadamente para permitir el correcto desarrollo de las bacterias metanogénicas. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

En el Gráfico, se representan los resultados de un ensayo en batch, llevado a cabo en laboratorio, en el que se analizaron distintos sustratos y se midió su potencial de producción de biogás. Entre esos sustratos se evaluó estiércol de oveja, silaje de maíz y glicerol

crudo proveniente de la industria del biodiesel. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019).

Resulta interesante observar que en el tratamiento con agregado de silaje y glicerol crudo en altas cantidades (Tag15+20) la producción de biogás incrementó rápidamente en los primeros días del ensayo. Sin embargo, al caracterizarlo, se observó que principalmente estaba constituido por CO₂, derivado de los procesos de hidrólisis y acidogénesis. A partir del quinto día el tratamiento Tag15+20 no produjo más biogás, y cuando al finalizar el ensayo se midió el pH de cada tratamiento, el valor de Tag15+20 se encontró por debajo de 5,5, lo que resulta inhibitorio para el proceso de metanogénesis. Los otros tratamientos siguieron un desarrollo normal en el tiempo. Cuando en un sistema de biodigestión se utilizan varios sustratos, como en el ejemplo visto anteriormente, el proceso se denomina codigestión. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

Si bien la codigestión puede ser considerada como un simple proceso de mezcla de diferentes sustratos, se trata de una herramienta que permite incrementar la eficiencia de la digestión de los materiales, maximizar la producción de biogás y optimizar la calidad de los biofertilizantes. (Ministerio de Producción y trabajo, 2019)

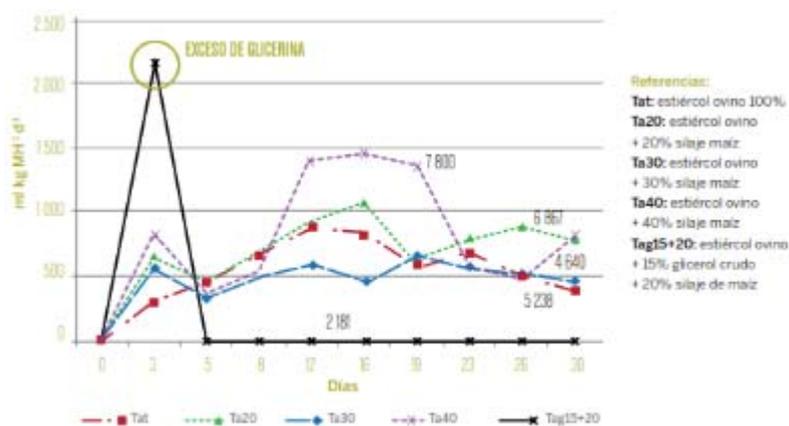


Figura 5: Producción de biogás en función del tiempo.

Fuente: Ministerio de Producción y trabajo (2019).

2.3. Definición de términos

Tratamiento de aguas residuales

Tratamiento y reuso de aguas residuales-MINAM(2012), mencionan que los sistemas de tratamiento de aguas residuales son un conjunto de operaciones integradas además de procesos físicos, químicos y biológicos, cuyo objetivo es la depuración de aguas residuales hasta un grado que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante la reutilización.

Policloruro de vinilo PVC

Nicoll Perú (2006), menciona que los tubos de PVC son diseñados para la presión nominal o clase. Las condiciones de utilización dependen de la presión máxima de servicio, de la temperatura máxima de servicio y la finalidad del conducto. Como la resistencia del PVC disminuye a medida que aumenta la temperatura de trabajo, es necesario disminuir la presión de diseño a temperaturas mayores, son válidos para la conducción de fluidos que no provocan corrosión y para temperaturas de servicio inferiores a 25° C. Para el transporte de fluidos a una temperatura entre 25°C y 40°C, para efectos de garantizar su perfecto funcionamiento.

Clase de tubería

Nicoll Perú S.A. (2006), da a conocer que las clases de tubería a seleccionarse se determinan por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. La selección dependerá de la presión más elevada que pueda producirse, la presión estática no debe ser mayor de 50 ml ni menor de 10 ml.

Durabilidad:

PAVCO (2014), Indica que se considera vida útil del tubo, mínimo de 50 años.

Resistencia:

PAVCO (2014), Menciona resistencia a la corrosión y a la mayor parte de los agentes químicos y roturas.

Baja pérdida de carga:

PAVCO (2014), reporta que debido a la superficie interior lisa existe un rozamiento mínimo. Además, dicha superficie evita el depósito de algas e incrustaciones.

Flexibilidad y elasticidad:

PAVCO (2014), indica que facilita los trazados más sinuosos y soportan mejor los golpes de ariete en comparación con los materiales rígidos.

Insensibles a la congelación:

PAVCO (2014), menciona que gracias a su capacidad aislante y a la flexibilidad del material que le permite aumentar de tamaño. La elección del tipo de tubería de polietileno está fijada en base a los diámetros y presiones nominales que se requieren en cada instalación de saneamiento básico.

Topografía

Mendoza (2012), da a conocer que, mediante recolección y procesamiento de información de las partes físicas del geoide, se propone determinar la posesión relativa de los puntos, considerando teóricamente, que la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal.

Levantamiento topográfico

Mendoza (2018), menciona que el levantamiento topográfico es un conjunto de operaciones y métodos cuyo objetivo es representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales y/o artificiales más relevantes.

Tasa de crecimiento anual:

La tasa de crecimiento es el hito que evalúa el incremento anual de la población en términos relativos. (INEI, 2017).

Periodo de diseño

Bautista (2015) nos menciona que el periodo de diseño es el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción, del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones. Para determinar el periodo de diseño se consideran agentes como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, tasa de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento.

Diseño De Canal De Entrada

Bautista (2015) indica que el canal de entrada, es el canal de conducción en la cual se descarga las aguas residuales del colector para luego ingresarlas a la planta de tratamiento.

Dimensionamiento de las cribas:

Bautista (2015), reporta que el área transversal del canal donde se encuentra la reja, se resolverá tomando la velocidad de flujo en el canal utilizando los criterios de velocidades recomendados.

Diseño Del Desarenador De Flujo Horizontal

Bautista (2015), nos dice que los desarenadores de flujo horizontal, para aguas residuales, se diseñan para una velocidad horizontal de flujo aproximadamente igual a 0.3 m/s. Esta velocidad permite el transporte de partículas orgánicas del agua residual a través de la cámara y vuelve a suspender el material orgánico sedimentado, pero permitiendo el asentamiento del material pesado inorgánico. Mayormente, los desarenadores para aguas residuales se diseñan para remover todas las partículas de un diámetro mayor a 0.21mm; aunque también se diseñan para remover partículas de 0.15mm. Teniendo como supuesto una arena de densidad relativa de 2.65, la velocidad de asentamiento para partículas de 0.21mm de diámetro se supone igual a 1.15m/min y para partículas de 0.15mm de diámetro corresponde una velocidad de asentamiento de 0.75 m/min. La longitud del canal de desarenador estará determinada por la profundidad requerida por la velocidad de asentamiento y por la sección de

control. Se recomienda una longitud mínima adicional igual a dos veces la profundidad máxima de flujo y una longitud máxima adicional de flujo del 50% de la longitud teórica. El tiempo de retención típico es aproximadamente de un minuto.

Tanque Imhoff

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuyo propósito es la remoción de sólidos suspendidos, para comunidades de 5000 habitantes o menos, beneficioso para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y digestión de lodos sedimentados en la misma unidad, por esa razón también se les llama tanques de doble cámara. (OPS, 2015)

Lechos de secado de lodos

Los lechos de secado de lodos son por lo general el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados, lo cual es perfecto para pequeñas comunidades. (OPS, 2015)

Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

La cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica degradable por acción bacteriana aeróbica en un periodo de 5 días, a temperatura de 20°C, este parámetro es el más usado para medir la calidad de aguas residuales, el grado de contaminación y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras. (OPS, 2015)

Demanda Química de oxígeno (DQO)

Se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable con un agente químico oxidante fuerte, generalmente bicromato de potasio en un medio ácido y a alta temperatura. Para la oxidación de ciertos compuestos orgánicos resistentes se requiere la ayuda de un catalizador como el sulfato de plata. (OPS, 2015)

Biogas

El biogas es una fuente de energía renovable utilizada para producir gas, energía eléctrica y térmica mediante motores de combustión o microturbinas, acondicionarse para su uso en las pilas de combustible e incluso purificarse para posteriormente utilizarse como combustible para vehículos o para su inyección en la red de gas natural. (Pautrat, 2010)

Biodigestor

Depósito cerrado donde se produce la fermentación con bacterias anaerobias. En los lugares fríos debe estar en un lugar abrigado, cubierto de paja, dentro de una instalación de invernadero o enterrado en el suelo. Debe contar con una tapa en la parte superior donde ingresen los materiales orgánicos y una tapa hermética cerrada en la parte inferior. En la parte superior debe tener una tubería para la salida del gas hacia el depósito. (Pautrat, 2010)

Tipos de biodigestores

Existen varios tipos de biodigestores, El chino, el hindú, el batch o por tandas y el de polietileno horizontal. El horizontal se caracteriza por que la carga se introduce en un extremo retirándose el efluente del otro lado. La carga puede ser introducida diariamente (tipo continuo) o periódicamente a intervalos fijos (tipo semicontinuo). Se construye generalmente bajo tierra con el fin de darle aislamiento térmico natural, minimizar el trabajo de carga y lograr una producción casi constante de gas. (Ramos, 2016)

Se puede distinguir cuatro tipos de plantas:

- a) Digestores de cúpula fija (modelo chino).
- b) Digestores de campana flotante (Modelo Hindú).
- c) Digestor de bolsa de polietileno horizontal flexible.
- d) Digestores continuos industriales.

Hernández (2013) refiere que los modelos de biodigestores, para el sector rural y semi urbano, deben ser plantas de flujo semicontinuo como son los de bolsa de polietileno.

Diseño de biodigestor:

Ramos (2016) expresa que son condiciones de diseño; la inversión a realizar, la energía que se desea obtener, la biomasa disponible, el tamaño del biodigestor, profundidad de la napa, el uso del efluente, la temperatura media del lugar donde se instalara.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo, se realizó de acuerdo a las características del tratamiento de aguas residuales y parámetros de producción de biogás.

2.4.2. Hipótesis Especificas

- Las características del tratamiento de aguas residuales son aquellas que cumplen con lo establecido en la norma OS.090 del R.N.E.
- Los parámetros de producción de biogás, son aquellas que nos garanticen la producción de la misma.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable Independiente: Tratamiento de aguas residuales.

El tratamiento de aguas residuales son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final o su aprovechamiento mediante el reuso.(Tratamiento y Reuso De Aguas Residuales-MINAM,2012) (20).

Variable Dependiente: Produccion de biogás: El biogás se produce en un proceso biológico en ausencia de oxígeno, la materia orgánica se descompone formando una mezcla de gases conocida como biogás, y se convierte casi enteramente en biogás gracias a la accion de una gama de distintos microorganismos.(Guia sobre el biogas:Desde la produccion hasta el uso).

2.5.2. Definición operacional de la variable

- (V.I.) Tratamiento de aguas residuales:
Para el diseño de tratamiento de aguas residuales se utilizó la norma OS-090 del R.N.E, de igual fomra los límites máximos permisibles, según el MINAM, estos detalles nos permitieron realizar un correcto y adecuado diseño de planta de tratamiento para producir biogás.
- (V.D.) Produccion de biogas
Se tomó en cuenta los parametros de producción de biogás, además de su almacenamiento en un biodigestor, para ello se dimensionó y calculó el biogás que se produjo en el sistema antes mencionado.

2.5.3. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad
V.I. Tratamiento de aguas residuales	Tratamiento y Reusó de Aguas Residuales- MINAM, 2012) (20) Son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final o su aprovechamiento mediante el reúso.	Características del sistema de tratamiento de aguas residuales	Cribado	lts/m ³
			Desarenadores	m ³ /seg
			Tanques Imhoff	m ³ /seg
			Lechos de secado	días
			Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO)	mg/L
			Demanda Química de Oxígeno(DQO)	mg/L
			Temperatura	°C
			potencial Hidrogeno	acido/básico
			Aceites y grasas	mg/L
			STS	mg/L
			Coliformes totales	mg/L
			Sistema aerobio	días
			Sistema anaerobio	días
Sistema anóxico	días			
V.D. Producción de biogás	(Guía sobre el biogás, 2010) (23): El biogás se produce en un proceso biológico. En ausencia de oxígeno, la materia orgánica se descompone formando una mezcla de gases conocida como biogás.	Parámetros para la producción de biogás	Volumen del biorreactor	
			Temperatura interior	°C
			PH de compost	acido/básico
			Tiempo de retención hidráulico	días
			Relación Carbono/Nitrógeno	C/N
			Metano(CH ₄)	%
			Dióxido de carbono(CO ₂)	%

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método de investigación que se empleo fue el método científico, debido a que la investigación contiene un conjunto de técnicas y procedimientos los cuales se aplicaron de manera ordenada y sistemática.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, porque el trabajo de investigación buscó primero conocer toda la información teórica y otros conocimientos respecto a la problemática encontrada en el lugar de estudio para luego incorporar estos conocimientos en la elaboración del trabajo de investigación adquiriendo datos que logran dar una solución al problema.

3.3. Nivel de investigación

El estudio por el nivel de profundidad fue descriptivo-explicativo, descriptivo porque la investigación busco especificar las propiedades y características de las plantas de tratamiento y de la producción de biogás. Es explicativo porque en la investigación se estableció las causas de los sucesos o fenómenos, es decir responden a la causa de la producción de biogás, mediante un diseño de planta de tratamiento.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es cuasi-experimental: porque es posible inferir las relaciones causales entre la variable independiente (tratamiento de aguas residuales) y variable dependiente (producción de biogás), baja en comparación con los diseños experimentales verdaderos y porque facilitan el desarrollo de estudios en ambientes naturales (lugar de estudio).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se llama así a la totalidad de individuos o elementos quienes presenta una característica en común susceptible de estudio, pero que no siempre es posible estudiarlo en su totalidad. (Bernal, 2000)

En este caso la población estuvo compuesta por los lodos producidos por el tanque Imhoff, que se proyectara en el sector Echadero I-Azapampa – Chilca – Huancayo, similar a la muestra, por lo que no hubo muestreo.

3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

- Formatos para los análisis de calidad de agua del laboratorio.
- Envases estériles para la toma de muestras de la calidad de agua.
- Muestras de calicatas para el estudio de suelos.

3.7. Procesamiento de la información

Fase de Pre campo

a) Asesoría de la investigación: Mediante coordinación con los profesionales designados sobre el tema de investigación, quien nos ayuda a identificar los problemas y objetivos, según los parámetros establecidos por la universidad.

b) Recopilación de información: Para poder realizar la investigación se tuvo que recopilar datos sobre el lugar de trabajo, los accesos y tiempo de llegada al lugar de investigación.

Fase de campo

Levantamiento topográfico

Llegando al lugar se realizó el reconocimiento de la zona de estudio, para organizar los trabajos de campo que se han de realizar, el objetivo es la obtención de los planos que estarán referidos a las coordenadas del sistema básico nacional (UTM WGS-84). La actividad de campo se basó en la ubicación de redes de recolección y estructuras de tratamiento de aguas residuales y biogás.



Figura 6: *Levantamiento topográfico del sector echadero I-Chilca.*

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de suelos: Los estudios de mecánica de suelos se realizó de acuerdo a la norma técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones”; para dar inicio con la evaluación, primero se procedió a determinar la cantidad de calicatas que el proyecto requiere, determinándolo con las siguientes tablas:

Tabla 2: Tipo de edificación según puntos de exploración. Fuente(E-050).

TABLA 1 TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN (TABLA 6)					
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 x 8	9 x 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	III	II	II	II
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	III	II	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	II	I	—	—
PANES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	—	—	—
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
- Cuando la distancia sobrepase la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior					
PANELES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura		> 9 m de altura	
		II		I	
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA				III	
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS				IV	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Número de puntos de exploración. Fuente(E-050).

TABLA 6 NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION	
Tipo de edificación u obra (Tabla 1)	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso*
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos a realizarse serán:

Tabla 4: Para la red de recolección.

Estructura	Calicata	Profundidad	Observaciones
red de recolección	C-1	1.80	Característica del suelo.
buzones	C-2	1.50	con fines de cimentación
estructura. para el tratamiento	C-3	1.80	con fines de cimentación
Estructura para la producción de biogás.	C-4	1.80	con fines de cimentación

Fuente: Elaboración propia



Figura 7: Calicata N° 02, para la construcción de la PTAR.

Fuente: Elaboración propia.

Fase de gabinete

a) Alcantarillado Sanitario

- Tasa de crecimiento anual:

Tabla 5: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007-2017.

JUNIN: POBLACION CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, SEGUN PROVINCIA, 2007 Y 2017 (Absoluto y porcentaje)							
Provincia	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total	1 225 474	100,0	1 246 038	100,0	20 564	1,7	0,2
Huancayo	466 346	38,0	545 615	43,6	79 269	17,0	1,6
Concepción	60 121	4,9	55 591	4,5	- 4 530	-7,5	-0,8
Chancharmayo	168 949	13,8	151 489	12,2	- 17 460	-10,3	-1,1
Jauja	92 053	7,5	83 257	6,7	- 8 796	-9,6	-1,0
Junin	30 187	2,5	23 133	1,9	- 7 054	-23,4	-2,6
Salpo	193 872	15,8	203 985	16,4	10 113	5,2	0,5
Tarma	112 230	9,2	89 590	7,2	- 22 640	-20,2	-2,2
Yauli	49 838	4,1	40 390	3,2	- 9 448	-19,0	-2,1
Chupaca	51 878	4,2	52 988	4,3	1 110	2,1	0,2

Fuente: (INEI-2017).

De acuerdo a la visita a campo, se contabilizo un total de 187 viviendas que estarán inmersos dentro del proyecto de investigación,

El promedio es de 5 personas por vivienda, obteniendo de esta manera una densidad por cada vivienda.

Calculando de esta manera una población actual de: 955 personas beneficiarias del proyecto.

$$187 \text{ viviendas} * 5 \text{ personas/vivienda} = 955 \text{ personas.}$$

La tasa de crecimiento en la ciudad de Huancayo es de 1.6%, según los censos del año 2007 y 2017, el periodo de diseño es de 20 años.

Con todos los datos anteriores se procederá a realizar el cálculo de la población futura.

$$P_f = 955 * (1 + 0.016)^{20}$$

$$P_f = 1284 \text{ Hab.}$$

La dotación será de acuerdo a los lineamientos del MINSA en la sierra.

- **Calculo de la dotación:**

Tabla 6: Dotación de agua según forma de disposición de excretas.

	Dotación (l/hab/día)			Fuente Normativa
	Costa	Sierra	Selva	
Zona Urbana				
Conexiones Domicilianas	150-220	120-180	150-220	RNE
Piletas	50	30-50	50	
Zona Rural				
Conexiones Domicilianas	50-60	50	50-80	MINSA-OMS RESOLUCION MINISTERIAL N° 192 2018 VIVIENDA
Letrinas sin Arrastre Hidráulico	50-80	40-50	60-70	
Letrinas con Arrastre Hidráulico	90	80	100	

Fuente:(MINSA-2018).

En nuestro caso será de 150 lt/hab/día.

Posteriormente se realizará el caudal promedio de aguas residuales.

- **Caudal máximo Horario (Q_{mh}):** Se considera un valor de 2.0 del consumo promedio horario.

- **Pendiente:**

$$S_o \text{ min} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

- **Velocidad crítica:** La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6 \cdot (g \cdot R_h)^{1/2}$$

$$Q \text{ prom} = 0.80 \cdot 1284 \cdot 150 / 1000$$

$$Q \text{ prom} = 154.123 \text{ m}^3/\text{día}$$

Hallaremos el caudal máximo horario

$$Q \text{ máx. hor} = 1.3 \cdot 2 \cdot 154.23 \cdot 3600 / 24 \dots \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ máx. hor} = 0.00464 \dots \text{m}^3/\text{s}$$

Hallaremos el caudal de infiltración

$$Q \text{ inf} = 9.3 \cdot 10^{-5} \dots \text{m}^3/\text{s}$$

Caudal de diseño

$$Q \text{ diseño} = 0.00000334 \dots \text{lt/s/ml}$$

Posteriormente se realizó el cálculo por tramo en una hoja de cálculo, donde incluye el caudal por tramo, velocidades, tensión tractiva, pendiente entre otros, que se adjuntan en la sección de anexos.

b) Tratamiento de aguas residuales

Pretratamiento

- **Diseño de la Cámara de rejas**

Para el diseño del tratamiento de las aguas residuales se tomará en cuenta la norma OS-090 "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales"

Tabla 7: Descripción cámara de rejas.

Descripción	Simb.	Rango RNE
Espaciamiento entre barras	a	20-50mm
Espesor de las barras	e	5-15mm

Fuente: elaboración propia.

El espaciamiento entre barras será de 25 mm, de acuerdo a la recomendación del RNE OS-090, (a=25mm), se utilizará un espesor de promedio de barras: 10mm. (b=10mm), la fórmula para el cálculo de la eficiencia de las rejas.

$$E = \frac{a}{a + e}$$

Velocidad de paso entre rejas (V)

De acuerdo al RNE OS-090, la velocidad debe mantenerse entre 0.60 y 0.75m/s, por lo que se tomara el valor máximo para el diseño.

$$V = 0.75 \dots m/s$$

Área Útil (Au):

$$Au = \frac{Q_{max}}{V}$$

Área Total (At):

$$At = \frac{Au}{E}$$

Velocidad aguas arriba de la reja (Va):

$$Va = E * V$$

Este resultado cumple de acuerdo a los parámetros de velocidad de 0.30 y 0.60 m/s.

Ancho del canal (B).

$$B = 0.60 \text{ m}$$

Calculo del tirante máximo (Ymax):

$$Y_{max} = \frac{At}{B}$$

Pendiente del canal (S):

$$S = \left(\frac{Q_{max} * n}{A * \left(\frac{A}{B + 2Y_{max}} \right)^{3/2}} \right)^2$$

Verificación de "Va" para el caudal mínimo:

$$P = \frac{Q_{min} * n}{\sqrt{s} * B^{2/3}}$$

Canales rectangulares:

$$Y/B = \frac{B}{Y_{min}}$$

$$A_{min} = Y_{min} * B$$

Numero de barras (N):

$$N = \frac{B - a}{a + e}$$

Perdida de carga en rejas 50%.

$$hf = \frac{v^2 - va^2}{2g * 0.70}$$

Tabla 7: Emisor de ingreso de planta.

Diámetro	8	pulg
Diámetro	0.212	m
y/D	0.25	
n tubería	0.01	
A/D^2	0.1535	
Rh/D	0.1466	

Fuente: Elaboración propia

Tirante (Ye):

$$Ye = \frac{Y}{D} * De$$

Area:

$$A = \frac{A}{D^2} * De^2$$

Resalte Hidráulico (Rh):

$$Rh = \frac{Rh}{D} * De$$

Pendiente Emisor (Pe):

$$Pe = \left(\frac{Q_{max} * n_{tuberia}}{A * Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Calculo velocidad del emisor (Ve)

$$Ve = \left(\frac{Rh^{\frac{2}{3}} * \sqrt{pe}}{n_{tuberia}} \right)$$

Calculo de la longitud de transición (Lt):

$$Lt = \frac{B - De}{2 * \tan(12.30^\circ)} * De$$

Perdida de carga en la transición (Hft):

$$Hft = 0.10 * \frac{(Ve - Va)^2}{2 * 9.81}$$

Desnivel entre el fondo de la tubería y el fondo del canal:

V1=Ve	v2=va
Y1=Y	Y2=Y
emisor	canal

$$Z = \left(\left(\frac{V1^2}{2g} + Y1 \right) - \left(\frac{V2^2}{2g} + Y2 \right) \right) - Hft$$

Para el cálculo se considera =0.1 m

Diseño del Bypass

Calculo de la altura de agua sobre el vertedero:

$$H = \left(\frac{Q_{max}}{1.838 * Lv} \right)^{\frac{2}{3}};$$

Calculo de la pendiente en el By-Pass:

$$S = \left(\frac{Q_{max} * n}{A * Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2;$$

- **Diseño del desarenador de flujo horizontal:**

Tabla 09: datos del desarenador.

descripción	Simb.	Cant.	Und
Caudal promedio de desagüe	Q`p	0.0017 8	m3/seg
Caudal máximo horario de desagüe	Q` máx.	0.0046 4	m3/seg
Velocidad horizontal del flujo de desagüe	Vh	0.3	m/seg
Tasa de acumulación de arena	Taa	0.03	lt/m3
Coefficiente de rugosidad del concreto	n	0.013	

- **Fuente:** Elaboración Propia.

Área máxima de sección transversal:

$$Ast = \frac{Q`max}{Vh}$$

Tirante Máximo de desagüe en el canal:

$$Ymax = \frac{Ast}{B}$$

Donde:

B: Ancho del canal.

Asumimos un ancho de B=0.60mt.

El tirante máximo e desagüe será:

Área superficial del desarenador:

$$As = \frac{Q`max}{Tad}$$

Dónde: "Tad" está entre:45 y 70m3/m2/h, asumiremos el valor de: 45 m3/m2/h

Longitud útil del desarenador $L = \frac{As}{B}$

Verificación de L/H, mínimo 25:

Calculo de la pendiente de fondo de canal:

$$S = \left(\frac{Q_{max} * n}{A * \left(\frac{A}{B + 2Y_{max}} \right)^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Dimensionamiento de la tolva

Cantidad de material retenido (Vad):

$$V_{ad} = \frac{Q * p}{T_{aa}}$$

Periodo de limpieza:

Se asume una limpieza de tolva cada: PL=30 días.

Capacidad de la tolva:

$$V_{tv} = V_{ad} * PL$$

Diseño del vertedero proporcional tipo sutro:

$$Q = (2.74 * \sqrt{a * b} * (H - \frac{a}{3}))$$

Debemos escoger un Q menor al Qmin para asegurar que H>a:

y asumiendo que "H=a", tendremos la siguiente expresión:

a=0.010mt

b=0.87 mt

Tratamiento Primario

- **Diseño del tanque Imhoff:**

Se tomará en consideración los criterios de la norma OS-090 "planta de tratamiento de aguas residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la parte inferior tendrá forma de V, con una pendiente y un ángulo de 50° a 60°, una abertura que puede variar de 15 a 20m y uno de los lados prolongados con una longitud de .15 a .20m.

Tabla 10: Datos de campo.

1.-	Población actual	935.00	
2.-	Tasa de crecimiento (%)	1.60	
3.-	Período de diseño (años)	20.00	
4.-	Población futura	1284.00	habitantes
5.-	Dotación de agua, l/(habxdía)	150.00	L/(hab x día)
6.-	Factor de retorno	0.80	
7.-	Altitud promedio, msnm	3240.43	m.s.n.m.
8.-	Temperatura mes más frío, en °C	5.00	°C
9.-	Tasa de sedimentación, m ³ /(m ² xh)	1.0	m ³ /(m ² x h)}
10.-	Periodo de retención, horas	1.50	horas
11.-	Borde libre, m	0.30	m
12.-	Volumen de digestión, l/hab a 15°C	70.00	L/hab a 15°C
13.-	Relación L/B (teórico)	7.20	
14.-	Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador, metros	1.50	m
15.-	Angulo fondo sedimentador, radianes	50.00	
		0.87	radianes
16.-	Distancia fondo sedimentador a altura máxima de lodos (zona neutra), m	0.50	m
17.-	Factor de capacidad relativa	2.00	
18.-	Espesor muros sedimentador	0.30	m
19.-	Inclinación de tolva en digestor	15.00	(15° - 30°)
		0.26	radianes
20.-	Numero de troncos de pirámide en el largo	2.00	
21.-	Numero de troncos de pirámide en el ancho	1.00	
22.-	Altura del lodos en digestor, m	3.00	m
23.-	Requerimiento lecho de secado	0.10	m²/hab.

Fuente: Elaboración propia.

Calculo del caudal medio (Qm)

$$Q_m = \frac{Q_p}{F}$$

Área de sedimentación (As)

$$A_s = \frac{Q_m}{T_s} =$$

Ancho zona de sedimentador (B)

$$B = \sqrt{\frac{As}{Rt}}$$

Largo de zona de sedimentador (L)

$$L = B * Rt$$

Profundidad de zona de sedimentador (H)

$$H = Ts * R$$

Profundidad del fondo de sedimentador (Fs)

$$Fs = \tan(> fs) * \frac{B}{2}$$

Altura total del sedimentador (Hs)

$$Hs = Fs + H + BL$$

Volumen de digestión requerido (Vdr)

$$Vdr = pf * Vd * Fcr$$

Ancho tanque Imhoff (Ati)

$$Ati = B + 2Ed + 2e$$

Volumen de lodos en digestor (Vld)

$$Vld = (Ati * L * Hld) + (Nta * Ntl * \left(\frac{Ati}{Nta}\right)^{\frac{2}{4}} * \frac{L}{Ntl} * Tan(Itl) = 110.00m^3$$

Superficie libre (SL)

$$SL = \frac{2 * Ed}{Ati}$$

Altura de fondo del digestor (Hfd)

$$Hfd = \frac{Ati/2}{Nta * Tan(Itd)}$$

Altura total del tanque Imhoff (Hti)

$$Hti = Hs + Hld + Hfd + Dfs$$

Frecuencia del retiro de lodos

El diámetro mínimo será de 200mm, ubicado a 15 cm, por encima del fondo de tanque, además se requerirá una carga hidráulica mínima de 1.80m.

- **Diseño del digestor:**

Volumen de almacenamiento y digestión. Vd. (m3)

Para la cámara inferior (almacenamiento y digestión de lodos) se tendrá en cuenta el siguiente cuadro.

Tabla 11: Factor de capacidad relativa.

Temperatura °C	Factor de capacidad relativa fcr
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
> 25	0.5

Fuente:(Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades,2012).

$$Vd=70 \cdot P \cdot fcr / 1000$$

Dónde:

Fcr: factor de capacidad relativa.

P: población.

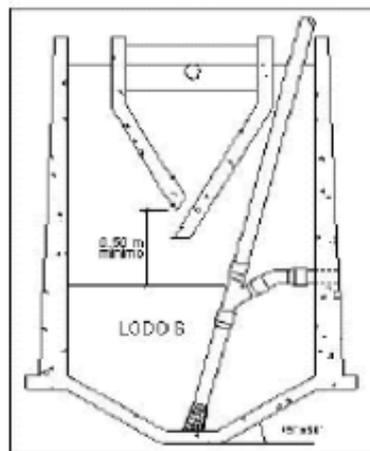


Figura 09: Diseño de digestor.

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos.
- ✓ Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación e 15° a 30° con respecto a la horizontal.
- ✓ La altura máxima de los lodos deberá estar 0.50m por debajo del fondo del sedimentador.
- ✓ Para quitar e impedir a la acumulación de gases, se colocará un tubo de hierro fundido de 200mm de diámetro, en posición aproximadamente vertical, con su extremo inferior abierto a unos 15 cm sobre el fondo del tanque.

- **Lechos de secado**

El medio de drenaje es generalmente de 0.30m de espesor y deberá componerse de lo siguiente:

- ✓ El medio de soporte recomendado está constituido por una capa formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 0.02 a 0.03 m llena de arena.
- ✓ La arena es el medio filtrante y deberá colocar un estrato de grava graduada hasta 0.20m de espesor.
- ✓ Carga de solidos que entran al sedimentador C (kg de SS/día).

$$C=Q*SS*0.0864$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda en mg/l.

Q: caudal promedio de aguas residuales.

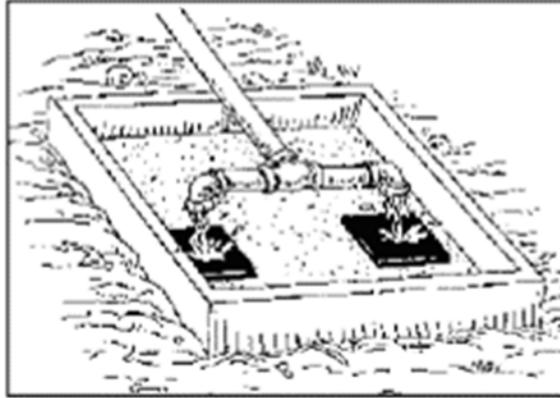


Figura 80: Lechos de lodos

Fuente: Elaboración propia

El tiempo requerido para la digestión de lodos cambia con la temperatura, según la siguiente tabla.

Tabla 12: Tiempo de digestión.

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días.
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente:(Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades,2012).

El intervalo de tiempo entre extracción de lodos sucesivos deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de digestión.

- ✓ El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 0.20m y deberá estar ubicado 0.15m por encima del fondo del tanque.
- ✓ Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1.8m.

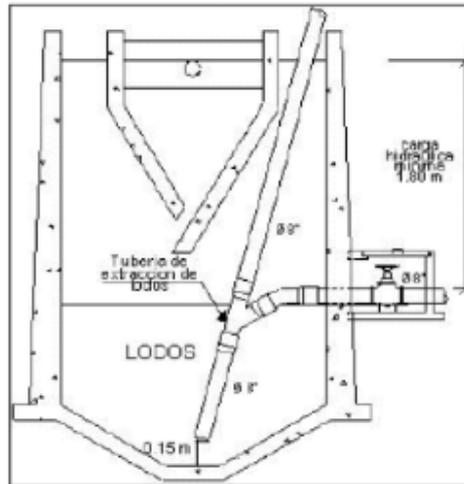


Figura 9: Extracción de lodos.

Fuente: Elaboración propia.

Area de ventilacion y camara de natas: Para el diseño de la superficie libre (zona de espuma o natas) se tendrán en cuenta los siguientes criterios.

- ✓ El espaciamiento libre será de 1m como mínimo.
- ✓ La superficie total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- ✓ El borde libre será como mínimo de 0.30m.
- ✓ Las partes de la superficie del tanque deberán ser accesibles, para poder eliminar o extraer las espumas y los lodos flotantes.

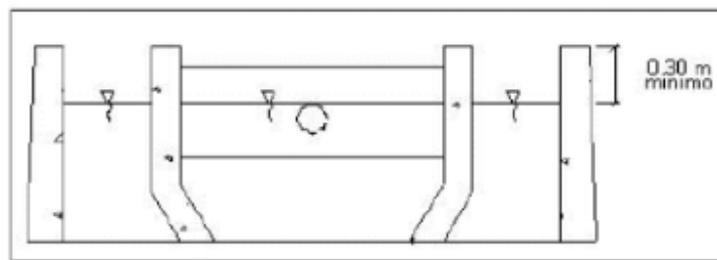


Figura 10: Ventilador.

Fuente: Elaboración propia.

Carga de solidos que ingresa al sedimentador (C)

$$C = Q * SS * 0.0864 = 6.44 \text{ m}$$

Masa de solidos que conforman los lodos (Msd).

Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en litros/día).

Donde:

Nº	Descripción	Simb.	RNE	Cant.	Und
1	Densidad de los lodos	lodo		1.04	Kg/l
2	% de solidos contenidos en el lodo	% de solidos	8-12%	10	%

Fuente: elaboración propia

Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel).

$$Vel = Vld * Td$$

Td: tiempo de digestión en días. (de acuerdo a la tabla de digestión)

Área del lecho de secado (Als)

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Nº	Descripción	Simb	RNE	Cant	Und
1	Profundidad de aplicación	Ha	0.20-0.40	0.4	m

Medio de drenaje

- ✓ Generalmente es de 0.30 m de espesor, y cuenta con los siguientes componentes:
- ✓ El medio de soporte está constituido por una capa de 15cm, y colocado de ladrillos sobre el medio filtrante, con una separación de entre 2 a 3cm, con arena.
- ✓ La arena que es el medio filtrante debe tener un tamaño efectivo de 0.3 a 1.3mm, y un coeficiente de uniformidad que va de 2 a 5.
- ✓ Debajo de la arena se colocará un estrato de grava graduada de 50mm, de 0.20 de espesor.

Límites máximos permisibles.

La muestra se obtuvo de uno de los efluentes que van a parar directamente al Río Ali en el sector Echadero en Azapampa Chilca, donde se tomó en cuenta Los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de

tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales según el decreto supremo N° 003-2010, del Ministerio del Ambiente.

Tabla 13: Procesos químicos de las aguas residuales.

N°	Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
1	Aceites y grasas	mg/L	20
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	100
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200
4	Potencial de Hidrogeno (pH)	unidad	6.5-8.5
5	Solidos totales en suspensión	mL/L	150
6	Coliformes totales	NMP/10	10000
7	Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N° 003-2010.MINAM.

Como se observa, los resultados del laboratorio indican valores que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, de acuerdo al DS N°003-2010 MINAM, por lo que es de suma necesidad la elaboración de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Estos datos de LMP, serán de suma necesidad para el control y producción de biogás, de acuerdo a las etapas de digestión anaeróbica y parámetros de funcionamiento del biodigestor.

Parámetros de producción de biogás.

Temperatura del trabajo

Los lodos extraídos tendrán que tener una temperatura promedio de 20°C, en las zonas de valle, de acuerdo a Martí (2007).

Tiempo de retención hidráulico

Infantes (2009), nos menciona que a temperatura de 20 a 25 °C, el tiempo de retención es de 25 a 30 días, mientras que Martí (2007), indica que a una temperatura de 20°C el tiempo de retención es de 25 días, en que se inicia la producción de biogás.

PH de trabajo

Domínguez (2005), menciona que el valor de PH, esta entre 6.6 y 7.6, en tanto Silva (2005), informa que para un funcionamiento óptimo el valor de PH, de la mezcla debe mantenerse entre 6.8 a 7.5.

Relación de carbono /Nitrógeno

Valera (1993), Indica que las condiciones óptimas se dan a través de una distribución proporcionada entre la cantidad de Carbono y Nitrógeno en la mezcla, se debe tener la relación C/N 10%-30% /1 %.

Solidos totales (ST)

Monet (2014), menciona que la cantidad de solidos de entrada está relacionada con la cantidad de agua. Así un valor del 10% de ST significa un contenido de agua de la corriente del 90%. Se requiere un menor volumen del reactor cuanto mayor sea el contenido de sólidos. En función del diseño del reactor, existen tres tipos de digestores:

- ✓ Bajo contenido en solidos: 10%.
- ✓ Contenido medio en solidos: 15-20%.
- ✓ Alto contenido en solidos: 22-44%.

DBO/DQO

Monet (2004), manifiesta que la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno (DBO) son parámetros que representan indirectamente el contenido de materia orgánica de un residuo a través del oxígeno necesario para oxidar químicamente (DQO) o biológicamente (DBO) la materia. La carga orgánica introducida en el digestor es la cantidad máxima que tolera el digestor.

Cálculo del volumen del biodigestor

Martí (2008), nos brinda la forma de cálculo y dimensionamiento del diseño de biodigestor de polietileno horizontal flexible, optando por este sistema, por ser un proceso constructivo fácil, tomando en cuenta el sector urbano y ser económicamente cómodo se decidió utilizar el digestor de bolsa de polietileno horizontal flexible.

$$V \text{ liquido} = \text{Carga diaria} * \text{tiempo de retención}$$

Se asume 1/3 para la acumulación del gas en la bolsa.

$$V \text{ gas} = \text{Volumen liquido} / 3$$

El volumen total será de:

$$V \text{ total} = V_{\text{gas}} + V \text{ liquido}$$

Se estima que la producción de biogás en condiciones estándar es de un promedio del 27% del volumen líquido.

$$V \text{ gas} = 27\% * V \text{ liquido}$$

Se tomará en cuenta los siguientes *parámetros* de acuerdo al trabajo de campo.
Dimensionamiento del biodigestor:

$$V_{\text{liquido}} = \text{carga diaria} * \text{tiempo de retencion}$$

Se asume: 1/3 para la acumulación del gas en la bolsa, mediante la siguiente formula:

$$V_{\text{gas}} = \text{Volumen liq} / 3$$

Finalmente, el volumen total será de:

$$V \text{ total} = V_{\text{gas}} + V_{\text{liq}}$$

Volumen del biodigestor:

$$V = \pi * r^2 * L$$

Calculo de producción de biogás

Adolfo Del Castillo (2019), en su propuesta de cocina a GLP, de dos hornillas de uso doméstico, establece los parámetros de diseño, tomando como referencia normas internacionales, como la norma Chilena de artefactos de uso doméstico, NCh927/1, y la norma técnica ecuatoriana, NTE INEN 2 259:2000, tomando como referencia para el cálculo del presente estudio, se tomó en cuenta las cocinas que operan con gas licuado de petróleo (GLP), con 4 quemadores, siendo este el elemento por donde sale la mezcla gas-aire y se forma la llama. En algunos modelos se puede componer de una única pieza con el mezclador.

El quemador como sistema es la parte principal de la cocina anafe y mediante este elemento se obtiene la energía para calentar o cocinar los alimentos. Los quemadores se clasifican según su consumo nominal, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14: Consumo nominal por tipo de quemador.

TIPO DE QUEMADOR	Consumo nominal (Cn) del quemador, para todos los gases, Kw	
	Con PCS	Con PCI
1) Quemadores auxiliares	0.23<Cn<1.16	0.21<Cn<1.05
2) Quemadores principales		
2.1.) Quemador semirrápido (lento)	1.16<Cn<2.3	1.05<Cn<2.09
2.2.) Quemador rápido	2.3<Cn<3.5	2.09<Cn<3.14
2.3.) Quemador ultrarrápido (intensivo)	3.5<Cn	3.14<Cn

Fuente: Norma Chilena Oficial: Artefactos de uso doméstico para cocinar.

Calculo del consumo de gas

Para el cálculo del consumo de biogás se toma una eficiencia del 80%, el calor específico de combustión del gas doméstico es de 9.3 KW/m³.

Haciendo uso de la fórmula:

$$V_{hora} = Q / \left(q * \frac{eficiencia}{100\%} \right)$$

3.8. Técnicas y análisis de datos

- Microsoft Excel, es un software que permitió generar hojas de cálculo, tablas, entre otros datos que se recogieron de campo, y nos ayuda con los cálculos para los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Microsoft Word: Este programa nos ayuda con la elaboración del esquema de tesis.

- AutoCAD 2D: Es un software que nos permite realizar los planos de los componentes de la planta de tratamiento y biogás.

- AutoCAD CIVIL 3D: Es un software que nos permite realizar y procesar el levantamiento topográfico.

CAPÍTULO IV

4.1. Resultados Específicos

a) Determinar las características del tratamiento de aguas residuales en Chilca-Huancayo.

En primer lugar, se determinó el grado de contaminación del efluente de las aguas residuales provenientes del sector Echadero I, mediante los Límites Máximos permisibles (LMP'S), según el D.S. N° 003-2010, del ministerio del ambiente, con el fin de determinar la necesidad de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, y si este es el caso, hasta que nivel de tratamiento llegar.

Límites máximos permisibles.

La muestra se obtuvo de uno de los efluentes que van a parar directamente al Rio Ali en el sector Echadero en Azapampa Chilca, donde se tomó en cuenta Los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales según el decreto supremo N° 003-2010, del Ministerio del Ambiente.

Tabla 85: Procesos químicos de las aguas residuales.

N°	Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
1	Aceites y grasas	mg/L	20
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	100
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200
4	Potencial de Hidrogeno (pH)	unidad	6.5-8.5
5	Solidos totales en suspensión	mL/L	150
6	Coliformes totales	NMP/10	10000
7	Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N° 003-2010.MINAM.

En el siguiente cuadro se detalla los resultados de acuerdo a los LMP de agua, de las muestras enviadas al laboratorio “RCJ labs universal”.

Tabla 16: Resultados de acuerdo a los LMP de agua.

Nº	Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
1	Aceites y grasas	mg/L	23
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	122
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	231
4	Potencial de Hidrogeno (pH)	unidad	7.8
5	Solidos totales en suspensión	mL/L	185
6	Coliformes totales	NMP/10	10100
7	Temperatura	°C	16.1

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente cuadro se muestra un comparativo entre los resultados de muestra enviados al laboratorio y los LMP, según el decreto N°003-2010.MINAM.

Tabla 97: Comparación: muestra enviados al laboratorio vs LMP(MINAM).

Nº	Parámetro	Unidad	Resultados	LMP	Verificación	
					si	no
1	Aceites y grasas	mg/L	23	20		X
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	122	100		X
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	231	200		X
4	Potencial de Hidrogeno (pH)	unidad	7.8	6.5-8.5		X
5	Solidos totales en suspensión	mg/L	185	150		X
6	Coliformes totales	NMP/10	10100	10000		X
7	Temperatura	° C	16.1	<35	X	

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en los cuadros anteriores, los resultados del laboratorio indican valores que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles,

de acuerdo al DS N°003-2010 MINAM, por lo que es de suma necesidad el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Estos datos de LMP, serán de suma necesidad para el control y producción de biogás, de acuerdo a las etapas de digestión anaeróbica y parámetros de funcionamiento del biodigestor.

- Calidad del agua a la salida del tanque Imhoff.

Martin y Hernández (2014), indican que el tanque Imhoff elimina el 60% de los sólidos suspendidos, el porcentaje de DBO₅, DQO, Nt y Pt eliminado en el tanque Imhoff será el 60 % de su fracción suspendida (60% en el caso de DBO₅, y DQO, Y 35% en el caso de Nt y Pt). Entonces se elimina un 36% de la DBO₅, y DQO, Y UN 21% DEL Nt y Pt).

La calidad del agua efluente del tanque Imhoff será:

$$DBO_5 = 122x(1 - 0.36) = 78.08 \text{ mg/l.}$$

$$DQO = 231x(1 - 0.36) = 147.84 \text{ mg/l.}$$

$$SST = 185x(1 - 0.6) = 74.00 \text{ mg/l.}$$

Los cálculos muestran que los diseños de los componentes antes elaborados para el tratamiento primario serán suficientes y no sobrepasarán los LMP's de acuerdo al D.S. N° 003-2010 del MINAM.



Figura 113: Muestras extraídas del efluente de aguas residuales

Fuente: Elaboración propia.

Alcantarillado Sanitario

- **Tasa de crecimiento anual:**

Se realizó el cálculo poblacional

$$187 \text{ viviendas} * 5 \text{ personas/vivienda} = 955 \text{ personas.}$$

La tasa de crecimiento en la ciudad de Huancayo es de 1.6%, el periodo de diseño es de 20 años, por lo que el cálculo de la población futura es:

$$P_f = 955 * (1 + 0.016)^{20}$$

$$P_f = 1284 \text{ Hab.}$$

La dotación será de acuerdo a los lineamientos del MINSA en la sierra.

- **Calculo de la dotación:**

En nuestro caso será de 150 lt/hab/día, posteriormente se realizará el caudal promedio de aguas residuales.

- **Caudal máximo Horario (Q_{mh}):** Se considera un valor de 2.0 del consumo promedio horario.

- **Pendiente:**

$$S_o \text{ min} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

- **Velocidad critica:** La velocidad critica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6 * (g * R_h)^{1/2}$$

$$Q \text{ prom} = 0.80 * 1284 * 150 / 1000$$

$$Q \text{ prom} = 154.123 \text{ m}^3/\text{día}$$

Hallaremos el caudal máximo horario

$$Q \text{ máx. hor} = 1.3 * 2 * 154.23 * 3600 / 24 \dots \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ máx. hor} = 0.00464 \dots \text{m}^3/\text{s}$$

El espaciamiento entre barras será de 25 mm, de acuerdo a la recomendación del RNE OS-090, (a=25mm), se utilizará un espesor de promedio de barras: 10mm. (b=10mm).

Calculo de la eficiencia de las rejjas

$$E = \frac{a}{a + e}; E = \frac{25}{25 + 10}; E = 0.71$$

Velocidad de paso entre rejjas (V)

De acuerdo al RNE OS-090, la velocidad debe mantenerse entre 0.60 y 0.75m/s, por lo que se tomara el valor máximo para el diseño.

$$V = 0.75 \text{ ... m/s}$$

Área Útil (Au):

$$Au = \frac{0.0018}{0.75}; Au = 0.0024 \text{ m}^2$$

Área Total (At):

$$At = \frac{0.0024}{0.71}; At = 0.00338 \text{ m}^2$$

Velocidad aguas arriba de la reja (Va):

$$Va = 0.71 * 0.75; Va = 0.54 \text{ m/s}$$

Este resultado cumple de acuerdo a los parámetros de velocidad de 0.30 y 0.60 m/s.

Ancho del canal (B).

$$B = 0.60 \text{ m}$$

Calculo del tirante máximo (Ymax):

$$Y_{max} = \frac{0.00378}{0.60}; Y_{max} = 0.0063m$$

Pendiente del canal (S):

$$S = \left(\frac{0.0018 * 0.013}{0.00338 * \left(\frac{0.00338}{0.60 + 2 * 0.0063} \right)^{\frac{2}{3}}} \right)^2 ; S = 0.048 m/m$$

Verificación de "Va" para el caudal mínimo:

$$P = \frac{0.0018 * 0.013}{\sqrt{0.048 * 0.6^{2/3}}}$$

$$P = 0.00015 m/m$$

Canales rectangulares:

$$\frac{Y}{B} = \frac{B}{Y_{min}}; \frac{Y}{B} = \frac{0.60}{0.011}; \frac{Y}{B} = 56.76$$

$$A_{min} = Y_{min} * B$$

$$A_{min} = 0.011 * 0.60$$

$$A_{min} = 0.006m$$

$$Va_{min} = \frac{Q_{min}}{A_{min}}$$

$$Va_{min} = \frac{0.0018}{0.006}$$

$$Va_{min} = 0.3$$

Numero de barras (N):

$$N = \frac{B - a}{a + e}$$

$$N = \frac{0.6 - 0.030}{0.030 + 0.01}$$

$$N = \frac{0.6 - 0.025}{0.025 + 0.01}$$

$$N = 16.43 \quad N = 16.00 \text{ barras}$$

Perdida de carga en rejas 50%.

$$hf = \frac{(2 * 0.75)^2 - 0.54^2}{2 * 9.81 * 0.70} \quad hf = \frac{(2 * 0.75)^2 - 0.54^2}{2 * 9.81 * 0.70}; hf = 0.143 \text{ m}$$

Tirante (Ye):

$$Ye = \frac{Y}{D} * De$$

$$Ye = 0.25 * 0.212 \quad Ye = 0.25 * 0.212 \quad Ye = 0.053 \text{ m}$$

Area:

$$A = \frac{A}{D^2} * De^2$$

$$A = 0.1535 * 0.212^2 \quad A = 0.007 \text{ m}^2 \quad A = \frac{A}{D^2} * De^2$$

Resalte Hidráulico (Rh):

$$Rh = 0.1466 * 0.21 \quad Rh = 0.1466 * 0.212$$

$$Rh = 0.031$$

Pendiente Emisor (Pe):

$$Pe = \left(\frac{0.0018 * 0.010}{0.007 * 0.031^{\frac{2}{3}}} \right)^2; Pe = 0.000678 \frac{\text{m}}{\text{m}}; Pe = 0.678 \text{ km/m}$$

Calculo velocidad del emisor (Ve)

$$Ve = \left(\frac{Rh^{\frac{2}{3}} * \sqrt{pe}}{ntuberia} \right); Ve = \left(\frac{0.031^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0.01359}}{0.010} \right); Ve = 1.15 \text{ m/s}$$

Calculo de la longitud de transición (Lt):

$$Lt = \frac{0.60 - 0.212}{2 * \tan(12.30^\circ)} * De \quad Lt = 0.88 \text{ m}$$

Perdida de carga en la transición (Hft):

$$Hft = 0.10 * \frac{(Ve - Va)^2}{2 * 9.81}; Hft = 0.001937 \text{ m}$$

Desnivel entre el fondo de la tubería y el fondo del canal:

V1=Ve	v2=va
Y1=Y emisor	Y2=Y canal

$$Z' = \left(\left(\frac{1.15^2}{2 * 9.81} + 0.053 \right) - \left(\frac{0.54^2}{2g} + 0.0063 \right) \right) - Hft$$

$$Z' = 0.099 \text{ m}$$

Para el cálculo se considera=0.1 m

Diseño del Bypass

Calculo de la altura de agua sobre el vertedero:

$$H = \left(\frac{Qmax}{1.838 * Lv} \right)^{\frac{2}{3}}; \quad H = \left(\frac{0.0018}{1.838 * 0.40} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H = 0.018 \text{ m}$$

Calculo de la pendiente en el By-Pass:

$$S = \left(\frac{0.0018 * 0.013}{0.02 * 0.04^{\frac{2}{3}}} \right)^2; S = 0.0001 \text{ m/m}$$

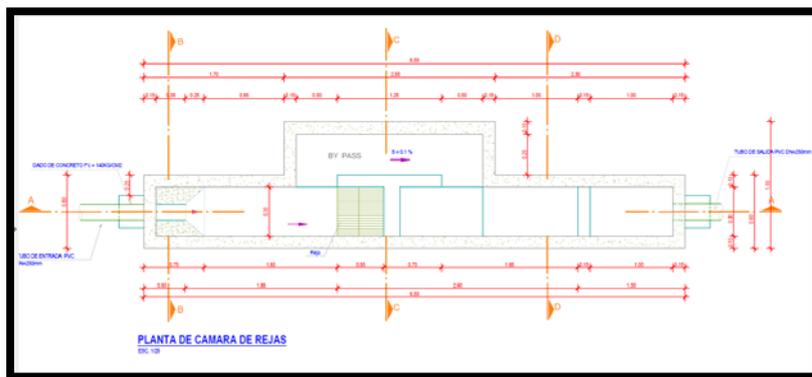


Figura 135: Propuesta de cámara de rejillas

Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño del desarenador de flujo horizontal:**

Tabla 18: datos del desarenador.

descripción	Simb.	Cant.	Und
Caudal promedio de desagüe	Q`p	0.00178	m3/seg
Caudal máximo horario de desagüe	Q` máx.	0.00464	m3/seg
Velocidad horizontal del flujo de desagüe	Vh	0.3	m/seg
Tasa de acumulación de arena	Taa	0.03	lt/m3
Coefficiente de rugosidad del concreto	n	0.013	

- **Fuente:** Elaboración Propia.

Área máxima de sección transversal:

$$Ast = \frac{0.00464}{0.30} ; Ast = 0.015 m^2$$

Tirante Máximo de desagüe en el canal:

$$Y_{max} = \frac{Ast}{B}$$

Donde:

B: Ancho del canal

Asumimos un ancho de B=0.60mt.

El tirante máximo e desagüe será:

$$Y_{max} = \frac{0.015}{0.60} ; Y_{max} = 0.025m$$

Área superficial del desarenador.

$$As = \frac{Q`max}{Tad}$$

Dónde: "Tad" está entre:45 y 70m³/m²/h, asumiremos el valor de: 45 m³/m²/h

$$As = \frac{0.00464*3600}{45.00} ; As = 0.37 m^2$$

Longitud útil del desarenador

$$L = \frac{0.37}{0.60} \quad L = 0.616 \quad L = 1.00m$$

Verificación de L/H, mínimo 25:

$$\frac{L}{H} = \frac{1}{0.020} = 50 <> 25 \dots \dots Ok$$

Calculo de la pendiente de fondo de canal:

$$S = \left(\frac{0.00464 * 0.013}{A * \left(\frac{0.015}{0.6 + 2 * 0.025} \right)^{\frac{2}{3}}} \right)^2 ; S = 0.000961 \frac{m}{m}; S = 0.93 \text{ ‰}$$

Dimensionamiento de la tolva

Cantidad de material retenido (Vad):

$$Vad = \frac{Q \cdot p}{Taa}; Vad = \frac{0.00464 * 86400}{0.03/1000}; Vad = 0.012m^3/dia$$

Periodo de limpieza:

Se asume una limpieza de tolva cada: PL=30 días.

Capacidad de la tolva:

$$Vtv = Vad * PL; Vtv = 0.012 * 30 = 0.36 m^3/dia$$

Dimensiones de la tolva:

$$Vut = Lt * Bt * Ht; Vut = 0.60 * 0.60 * 0.20 = 0.072 m^3$$

Diseño del vertedero proporcional tipo sutro:

$$Q = (2.74 * \sqrt{a * b} * (H - \frac{a}{3}))$$

Debemos escoger un Q menor al Qmin para asegurar que H>a:

y asumiendo que “H=a”, tendremos la siguiente expresión:

$$a=0.010\text{mt}$$

$$b=0.87\text{ mt}$$

Despejando H, tenemos:

$$H = \frac{0.010}{3} + \frac{0.00464}{2.74 * 0.010^2 * 0.87}; H = \frac{0.010}{3} + \frac{0.00464}{2.74 * 0.010^2 * 0.87} H = 0.037\text{m}$$

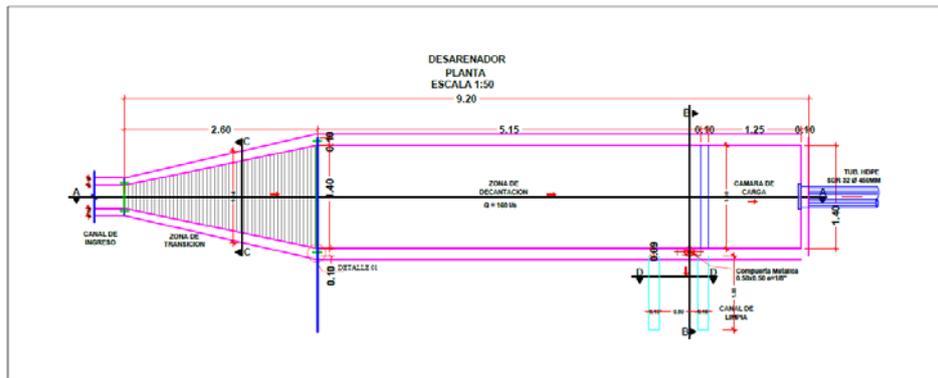


Figura 146: Propuesta de desarenador

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento Primario

- **Diseño del tanque Imhoff:**

Se contará, con una pendiente con un ángulo de 50 a 60, una abertura que puede variar de 15 a 20m y uno de los lados prolongados con una longitud de .15 a .20m.

Tabla 19: Datos de campo.

1.-	Población actual	935.00	
2.-	Tasa de crecimiento (%)	1.60	
3.-	Período de diseño (años)	20.00	
4.-	Población futura	1284.00	habitantes
5.-	Dotación de agua, l/(habxdía)	150.00	l/(hab x día)
6.-	Factor de retorno	0.80	
7.-	Altitud promedio, msnm	3240.43	m.s.n.m.
8.-	Temperatura mes más frío, en °C	5.00	°C
9.-	Tasa de sedimentación, m ³ /(m ² xh)	1.0	m ³ /(m ² x h)}
10.-	Periodo de retención, horas	1.50	horas

11.-	Borde libre, m	0.30	m
12.-	Volumen de digestión, l/hab a 15°C	70.00	L/hab a 15°C
13.-	Relación L/B (teórico)	7.20	
14.-	Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador, metros	1.50	m
15.-	Angulo fondo sedimentador, radianes	50.00	
		0.87	radianes
16.-	Distancia fondo sedimentador a altura máxima de lodos (zona neutra), m	0.50	m
17.-	Factor de capacidad relativa	2.00	
18.-	Espesor muros sedimentador	0.30	m
19.-	Inclinación de tolva en digestor	15.00	(15° - 30°)
		0.26	radianes
20.-	Numero de troncos de pirámide en el largo	2.00	
21.-	Numero de troncos de pirámide en el ancho	1.00	
22.-	Altura del lodos en digestor, m	3.00	m
23.-	Requerimiento lecho de secado	0.10	m2/hab.

Fuente: Elaboración propia.

Calculo del caudal medio (Qm)

$$Qm = \frac{Qp}{F} = 154.08 \frac{m^3}{dia} = 6.42m^3/hora$$

Área de sedimentación (As)

$$As = \frac{Qm}{Ts} = 6.76 m^2$$

Ancho zona de sedimentador (B)

$$B = \sqrt{\frac{As}{Rt}} = 1.00m$$

Largo de zona de sedimentador (L)

$$L = B * Rt = 7.20m$$

Profundidad de zona de sedimentador (H)

$$H = Ts * R = 1.43m$$

Profundidad del fondo de sedimentador (Fs)

$$Fs = \tan(> fs) * \frac{B}{2} = 0.95m$$

Altura total del sedimentador (Hs)

$$Hs = Fs + H + BL = 2.32m$$

Volumen de digestión requerido (Vdr)

$$Vdr = pf * Vd * Fcr = 180m^3$$

Ancho tanque Imhoff (Ati)

$$Ati = B + 2Ed + 2e = 4.60m$$

Volumen de lodos en digestor (Vld)

$$Vld = (Ati * L * Hld) + (Nta * Ntl * \left(\frac{Ati}{Nta}\right)^{\frac{2}{4}} * \frac{L}{Ntl} * Tan(Itl)) = 110.00m^3$$

Superficie libre (SL)

$$SL = \frac{2 * Ed}{Ati} = 65\%$$

Altura de fondo del digestor (Hfd)

$$Hfd = \frac{Ati/2}{Nta * Tan(Itl)} = 0.62 m$$

Altura total del tanque Imhoff (Hti)

$$Hti = Hs + Hld + Hfd + Dfs = 6.44 m$$

- **Diseño del digestor:**

Volumen de almacenamiento y digestión. Vd. (m3)

Dónde:

$Vd=70 * P * fcr / 1000$

Fcr: factor de capacidad relativa.

P: población.

- ✓ El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos.
- ✓ Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación e 15° a 30° con respecto a la horizontal.

- ✓ La altura máxima de los lodos deberá estar .50m por debajo del fondo del sedimentador.
- ✓ Para quitar e impedir a la acumulación de gases, se colocará un tubo de hierro fundido de 200mm de diámetro, en posición aproximadamente vertical, con su extremo inferior abierto a unos 15 cm sobre el fondo del tanque.

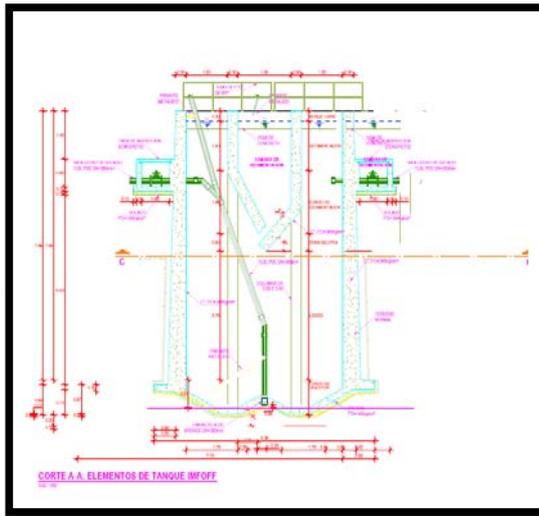


Figura 157: Propuesta de tanque Imhoff

Fuente: Elaboración propia.

- **Lechos de secado**

$$C=Q*SS*0.0864$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda en mg/l.

Q: caudal promedio de aguas residuales.

El intervalo de tiempo entre extracción de lodos sucesivos deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de digestión.

- ✓ El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 0.20m y deberá estar ubicado 0.15m por encima del fondo del tanque.

- ✓ Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1.8m.

Area de ventilacion y camara de natas: Para el diseño de la superficie libre (zona de espuma o natas) se tendrán en cuenta los siguientes criterios.

- ✓ El espaciamiento libre será de 1m como mínimo.
- ✓ La superficie total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- ✓ El borde libre será como mínimo de 0.30m.
- ✓ Las partes de la superficie del tanque deberán ser accesibles, para poder eliminar o extraer las espumas y los lodos flotantes.

Carga de solidos que ingresa al sedimentador (C)

$$C = Q * SS * 0.0864 = 6.44 m$$

$$C = 6.42 * 546 * 0.0864 = 302.86 mg/s$$

Masa de solidos que conforman los lodos (Msd).

$$Msd = (0.6 * 0.5 * 0.7 * C) + (0.6 * 0.3 * C) = 118.12 mg/s$$

Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en litros/día).

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * (\% \text{ de } \frac{\text{solidos}}{100})}$$

Donde:

Nº	Descripción	Simb.	RNE	Cant.	Und
1	Densidad de los lodos	lodo		1.04	Kg/l
2	% de solidos contenidos en el lodo	% de solidos	8-12%	10	%

Fuente: elaboración propia

$$Vld = \frac{118.12 * 86400}{1.04 * (\frac{10}{100})} = 98.13 l/dia$$

Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel).

$$Vel = Vld * Td$$

Td: tiempo de digestión en días. (de acuerdo a la tabla de digestión)

$$Vel = 0.09813 * 110 = 10.79 \text{ m}^3.$$

Área del lecho de secado (Als)

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Nº	Descripción	Simb	RNE	Cant	Und
1	Profundidad de aplicación	Ha	0.20-0.40	0.4	m

$$Als = \frac{10.79}{0.4} = 26.99 \text{ m}^2 <> 30\text{m}^2$$

Medio de drenaje

- ✓ Generalmente es de 0.30 m de espesor, y cuenta de los siguientes componentes:
- ✓ El medio de soporte está constituido por una capa de 15cm, y colocado de ladrillos sobre el medio filtrante, con una separación de entre 2 a 3cm, con arena.
- ✓ La arena que es el medio filtrante debe tener un tamaño efectivo de 0.3 a 1.3mm, y un coeficiente de uniformidad que va de 2 a 5.
- ✓ Debajo de la arena se colocará un estrato de grava graduada de 50mm, de 0.20 de espesor

b. Establecer los parámetros para la producción de biogás en Chilca-Huancayo.

Parámetros de Producción de biogás.

Se toma en cuenta los parámetros de producción biogás, como son: *Temperatura del trabajo, tiempo de retención hidráulico, PH de trabajo, Relación de carbono /Nitrógeno, Solidos totales (ST), DBO/DQO.*

calculo del volumen del biodigestor

Por ser un proceso constructivo fácil, tomando en cuenta el sector urbano y ser económicamente cómodo se decidió utilizar el digester de bolsa de polietileno horizontal flexible.

$$V \text{ liquido} = \text{Carga diaria} * \text{tiempo de retención}$$

Se asume 1/3 para la acumulación del gas en la bolsa.

$$V \text{ gas} = \text{Volumen liquido} / 3$$

El volumen total será de:

$$V \text{ total} = V_{\text{gas}} + V \text{ liquido}$$

Se estima que la producción de biogás en condiciones estándar es de un promedio del 27% del volumen líquido.

$$V \text{ gas} = 27\% * V \text{ liquido}$$

Se tomará en cuenta los siguientes *parámetros* de acuerdo al trabajo de campo.

Dimensionamiento del biodigestor:

$$V_{\text{liquido}} = \text{carga diaria} * \text{tiempo de retención}$$

$$V_{\text{liquido}} = 98.13L * 25$$

$$V_{\text{liquido}} = 2453.25$$

$$V_{\text{liquido}} = 2500 L$$

Se asume: 1/3 para la acumulación del gas en la bolsa, mediante la siguiente formula:

$$V_{\text{gas}} = \text{Volumen liq} / 3.$$

$$V_{\text{gas}} = 2500 / 3$$

$$V_{\text{gas}} = 833.33 L$$

Finalmente, el volumen total será de:

$$\begin{aligned}V_{total} &= V_{gas} + V_{liq} \\V_{total} &= 833.33L + 2500L \\V_{total} &= 3333.33 \text{ } \langle \rangle \text{ } 3500 \text{ l} = 3.5m^3\end{aligned}$$

Se estima que la producción de biogás en condiciones estándar es de un promedio de 27% del volumen líquido/hora (2500 l), de acuerdo a nuestros cálculos es igual a 675 l/h=0.68 m³/h.

Volumen del biodigestor:

$$V = \pi * r^2 * L$$

Considerando medidas de acuerdo al volumen, y área de terreno

Largo del biodigestor:5.00m

Diámetro del biodigestor:1.00m

$$V = 3.1416 * 0.5^2 * 5$$

$$V = 3.927 \text{ m}^3$$

Del total, se usó 2.5m³, para el volumen líquido, el resto 0.927m³, es un espacio para la acumulación de gas (Metano).

calculo de la producción de biogás

Con los datos obtenidos del biodigestor se procedió a calcular la oferta de biogás por familia integrante del sector Echadero I, para ello se tuvo en cuenta las cocinas que operan con gas licuado de petróleo (GLP), con 4 quemadores, el quemador como sistema es la parte principal de la cocina anafe y mediante este elemento se obtiene la energía para calentar o cocinar los alimentos. Los quemadores se clasifican según su consumo nominal, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20: Consumo nominal (Cn), según tipo de quemador

TIPO DE QUEMADOR	Consumo nominal (Cn) del quemador, para todos los gases, Kw	
	Con PCS	Con PCI
1) Quemadores auxiliares	0.23<Cn<1.16	0.21<Cn<1.05
2) Quemadores principales		
2.1.) Quemador semirrápido (lento)	1.16<Cn<2.3	1.05<Cn<2.09
2.2.) Quemador rápido	2.3<Cn<3.5	2.09<Cn<3.14
2.3.) Quemador ultrarrápido (intensivo)	3.5<Cn	3.14<Cn

Fuente: Norma Chilena oficial (Artefactos de uso doméstico para cocinar)

Para el presente proyecto se consideró que cada quemador debe tener una potencia mínima de 1.5Kw, es decir se consideran quemadores semirrápidos admitiéndose una variación de +- 15% del Cn, por lo que si consideramos una cocina con cuatro quemadores necesitaremos una potencia mínima de 6.0 kW.

Calculo del consumo de gas

La eficiencia se toma al nivel del 80%, el calor específico de combustión del gas doméstico es de 9.3 KW/m3.

Haciendo uso de la fórmula:

$$V_{hora} = Q / \left(q * \frac{\text{eficiencia}}{100\%} \right)$$

$$V_{hora} = 6 / \left(9.3 * \frac{80\%}{100\%} \right)$$

$$V_{hora} = 0.806 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo que el volumen de gas que se obtendrá en el biodigestor solo alcanzará una estufa con cuatro quemadores, prendidos al mismo tiempo, durante una hora.



Figura 168: Propuesta de tanque Imhoff

Fuente: Repositorio UCV

CAPÍTULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación, tuvo como finalidad realizar el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo. Teniendo en cuenta las características del sistema de tratamiento de aguas residuales y del sistema de producción de biogás.

Respecto al objetivo específico: Determinar las características del tratamiento de aguas residuales en Chilca-Huancayo. Se determinó el diseño de tratamiento de aguas residuales basados en los parámetros del R.N.E-OS 090, y en los límites máximos permisibles según el D.S. N° 003-2010-MINAM con las siguientes características:

Tabla 21: Características del diseño de planta de tratamiento de aguas residuales

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
RED DE RECOLECCION DE AGUAS RESIDUALES	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	TUBERIA PVC UF ISO 4432- DN=200mm
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
PRETRATAMIENTO	CAMARA DE REJAS	CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ²
	DESARENADOR	CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ²
TRATAMIENTO PRIMARIO	TANQUE IMHOFF	CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ²
	LECHO DE SECADO	CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

El diseño de tratamiento de aguas residuales servirá para reducir la contaminación en el río Ali de Chilca, ya que actualmente las aguas de la red existente van a parar sin un previo tratamiento al mencionado río, evidenciando una contaminación, que se verificó en los estudios de LMP'S, viendo la problemática, el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales cumplirá este propósito, mejorando la calidad del efluente de las aguas residuales. En tal sentido se acepta la hipótesis específica

planteada: Las características del tratamiento de aguas residuales son aquellas que cumplen con lo establecido en la norma OS-090 del R.N.E. Coincidiendo con los resultados de Mucha (2020), donde concluye que el diseño de un sistema de planta de tratamiento según el R.N.E-OS-090 PTAR-LMP'S, permite mejorar la calidad de las aguas residuales en el barrio Pampa del anexo de Auquimarca, menciona también que en los perímetros existen tierras de cultivo y los campesinos de ese lugar lo utilizan para regar sus sembríos, causando contaminación para el ser humano y animales.

Respecto al objetivo específico: Establecer los parámetros para la producción de biogás en Chilca-Huancayo. Se determinó la producción de biogás tomando en cuenta los parámetros de producción como: el tiempo de retención hidráulica, relación de carbono/nitrógeno, sólidos totales, y DBO/DQO; posteriormente se procedió a realizar el cálculo del volumen del biodigestor de bolsa de polietileno horizontal flexible, para almacenar el biogás, seguidamente el biogás que se ofertara con la cantidad de lodos producidos por el lecho de secado, el resultado fue de 0.806m³ de gas producido en una hora, con cuatro quemadores encendidos a la vez en una estufa, En tal sentido no se acepta la hipótesis específica: Los parámetros de producción de biogás, son aquellas que nos garanticen la producción de la misma, los resultados son similares a los de Pautrat (2010), el cual hizo un análisis en la producción de biogás con excremento vacuno en granja agropecuaria de Yauris, donde concluye que el biodigestor de plástico de polietileno puede ser usado para realizar un manejo adecuado de estiércol, además según su experimento la producción de gas es de 0.559l/día con 3m³, de lodo, por lo que tiene una producción de 0.186 l/m³/de lodo /día, teniendo en cuenta que este estudio se realizó para una familia solamente.

En tal sentido se realizó el diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogás en Chilca-Huancayo, de acuerdo a lo establecido en el R.N.E-OS-090, contando con un tanque Imhoff, como estructura principal, teniendo en cuenta los LMP'S, según el MINAM, y un biodigestor de polietileno para la producción de

biogás, Por lo que se acepta la Hipótesis general: El diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo, se realizó de acuerdo a las características del tratamiento de aguas residuales y parámetros de producción de biogás, encontrando resultados similares por Ramos (2016), el autor concluye que el uso del biodigestor ha perfeccionado el sistema de saneamiento básico con arrastre hidráulico en el C.P. Pampacancha, distrito Lircay, ya que el sistema tiene buena calidad de efluente, estabilidad del proceso, no genera olores y es de fácil mantenimiento. Coincidiendo también con los resultados de Ojeda (2018), el cual utilizó 9kg de residuos sólidos, extraídos de la laguna de oxidación Espinar en Puno, muestra que se llevó a un biorreactor para que obtenga gas metano, finalmente planteo que es factible el uso y aprovechamiento los residuos sólidos la laguna oxidación Espinar Puno, para la producción biogás el cual es una alternativa de solución energética y totalmente ecológica.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo, en primer lugar se realizó el análisis de calidad del agua de acuerdo a los LMP's (Límites máximos permisibles) según el D.S. N° 003-2010-MINAM, para un adecuado efluente hacia el río Ali, posteriormente con los resultados obtenidos se optó por el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a las características de la norma OS-090 del R.N.E en Chilca-Huancayo, y las características que presenta el sistema de producción de biogás en Chilca-Huancayo. En cuanto a las características del sistema de tratamiento de aguas residuales, comprende lo siguiente: una red de recolección de aguas residuales, pre-tratamiento y tratamiento primario de aguas residuales, en cuanto a los parámetros de producción de biogás, se realizó el dimensionamiento de la estructura tomando en cuenta los parámetros correspondientes, para luego hallar el volumen de biogás que se requerirá por estufa.
2. Se determinó las características del tratamiento de aguas residuales según el RNE-OS 090, en Chilca-Huancayo, en cuanto a los Límites máximos Permisibles se obtuvo los siguientes datos: Aceites y grasas (23 mg/L), DBO(122mg/L), DQO(), Temperatura (16.10), PH (234), Solidos totales en suspensión (185 mg/L), Coliformes totales (10100mg/L), por lo que será necesario realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, con la construcción de las siguientes estructuras: Alcantarillado sanitario (1946.85 ml o 191.66m²), Cámara de rejillas (7.56 m²), Desarenador (14.10 m²), Tanque Imhoff (86.00 m²), Lecho de secado (72.00 m²), biodigestor (12.00 m²), como se puede observar

necesitaremos un área de: 191.66m², para las obras pertenecientes al tratamiento de las aguas residuales, además será necesario realizar la construcción hasta los lechos de secado, pues de esta estructura sacaremos la muestra que será de suma necesidad para producir biogás.

3. Se estableció los parámetros de producción de biogás en Chilca-Huancayo, donde se realizó el dimensionamiento del biodigestor, tomando en cuenta los parámetros de producción de biogás como: el tiempo de retención hidráulica, relación de carbono/nitrógeno, sólidos totales, y DBO/DQO, el resultado fue una estructura de polietileno con un volumen de: 3.93m³ de almacenamiento, obteniendo biogás de: 0.68m³/s, y un requerimiento de 0.806m³/h, en una estufa de cuatro quemadores, por lo que no será suficiente para todas las familias del sector Echadero I.

RECOMENDACIONES

Con respecto a las recomendaciones se puede exponer lo siguiente:

- 1.- Implementar el diseño de tratamiento de aguas residuales, tomando en cuenta la norma OS-090 “planta de tratamiento de aguas residuales” del RNE
- 2.- Con respecto a las características del sistema de tratamiento de aguas residuales, se recomienda tener en cuenta las zonas geográficas, pues de estos depende el tipo de suelo para la cimentación de las estructuras de la planta de tratamiento.
- 3.- Con respecto a los parámetros de producción de biogás en Chilca-Huancayo, se recomienda controlarlos correctamente para una buena producción de biogás, tener en cuenta el área para la infraestructura, y contar con mayor cantidad de lodo para obtener mayor producción de biogás.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bautista, Rony. 2015. *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Chiara-Huamanga-Ayacucho.* Perú : Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga., 2015.

Briseño, L. 2017. *Producción de Biogás a través de la Codigestión de Residuos Sólidos y Semisólidos: Hacia una Planta Centralizada de Biogás para la Generación de Energía.* s.l. : para optar el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología en la Especialidad de Ingeniería Ambientalen el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C; Santiago de Querétaro, México, 2017.

Carrillo, J. 2019. *Estudio básico del biogás y nuevas tecnologías para producirlo en la actualidad, 2019.* Cartagena - Colombia : Universidad Politécnica de Cartagena - Colombia, 2019.

Hernandez, 2014. 2014. *El proceso de la investigación científica.* Lima : Limusa Noriega editores. Cujarta edición, 2014.

Hernandez. 2014. *Seminarios de investigación.* Arequipa - Perú : Disponible en <http://seminariosdeinvestigacion.com>.

Hernández, Anibal. 2013. *El potencial de los biodigestores como técnica sostenible para la producción de biogás en la comunidad indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan.Mexico.* Mexico. : Universidad autonoma de Mexico., 2013.

Hernández, C., Fernández y Baptista. 2014. *Metodología de la investigación.* Colombia : Editorial Mc. Graw Hill, 2014.

INEI. 2017. *Características de la población.* Lima, Perú : s.n., 2017.

Kerlinger, F.N. 2002. *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento.* México : Editorial Interamerican, 2002.

León, C., Rodríguez, C. y Mendoza, G. 2019. *Diseño e implementación de una planta piloto de producción de Biogás, Biol y Biosol.* s.l. : para la editorial Arnaldoa, 2019.

Mendoza, Jorge. 2018. *Topografía- técnicas modernas.* 2018.

Ministerio de Producción y trabajo. 2019. *Guía teórico - práctica sobre el biogás y los biodigestores.* Argentina : s.n., 2019.

N.T.P.ISO-4427. 2008. • *Sistema de tuberías plásticas (Norma técnica peruana ISO-4427 -2008).* Lima : s.n., 2008.

Nicoll Perú. 2006. *Policloruro de vinilo PVC.* Perú : s.n., 2006.

Ojeda, L. 2019. *“Análisis y alternativas de solución para la producción de biogás con residuos sólidos de la laguna de oxidación espinar - Puno ,periodo 2018.* Perú : s.n., 2019.

Ojeda, L. 2018. *Analisis y alternativa de soluciones para la produccion de biogas con residuos solidos de la laguna de oxidacion espinar-Puno,periodo 2018.* Puno - Perú : Universidad Nacional Del Altiplano- Peru , 2018.

— **. 2019.** *Análisis y Alternativas de Solución para la Producción de Biogás con Residuos Sólidos de la Laguna de Oxidación Espinar – Puno, Periodo 2018.* s.l. : para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional del Altiplano; Puno, Perú, 2019.

OPS. 2015. • *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización (2015),.* s.l. : Organización Panamericana De La Salud., 2015.

Pautrat, José. 2010. *Diseño de biodigestor y producción de biogás con excremento vacuno en la granja agropecuaria de yauris.* Perú : Universidad Nacional Del Centro Del Perú., 2010.

PAVCO. 2014. *Manual Técnico tubosistemas presión PVC.* s.l. : Disponible en: <http://www.ferrelectro.com.pe/catalogos/pavco.pdf>, 2014.

Pérez, S. y Velandia, D. 2020. *Evaluación de la Producción de Biogás en un Reactor Metanogénico Escalonado (Rme) Usando Cenizas de Cascarilla de Arroz Como Material Adsorbente para Diferentes Cargas Orgánicas (Olr).* s.l. : para optar el título de Ingeniero Químico en la Universidad de América; Bogotá, Colombia., 2020.

- Pinagorte, S. y Vergara, G. 2019.** *Diseño de un Biodigestor Anaeróbico para Generación de Biogás Utilizando Aguas Residuales de la Producción de Café.* s.l. : para optar el título de Ingeniero Químico en la Escuela Superior Politécnica del Litoral; Guayaquil, Ecuador., 2019.
- R.M. M.V. No.192-2018. 2018.** • *Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, Resolución ministerial N° 192-2018-Vivienda.* Lima : Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018.
- R.N.E. 2017.** *Obras De Saneamiento (Reglamento Nacional de Edificaciones - 2017).* Lima : s.n., 2017.
- Ramos, C. 2016.** *Uso de biodigestor en el sistema de saneamiento básico por arrastre hidráulico del C.P. de Pampacancha, distrito de Lircay.* . Huancavelica - Perú : Universidad Nacional de Huancavelica-Peru, 2016.
- Ramos, Crissal. 2016.** *Uso de biodigestor en el sistema de saneamiento básico por arrastre hidráulico del C.P. de Pampacancha, distrito de Lircay. Perú-.* Lircay, Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica., 2016.
- Sierra B.R. 1985.** *Técnica de investigación social.* Madrid - España : Editorial Paraninfo, 1985.
- Solís, Alejandro. 1991.** *Metodología de la Investigación Jurídico – Social.* Lima – Perú : Primera Edición, 1991.
- Talavera, T. 2018.** *Implementación de un Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente, Uasb, a Escala Piloto para Evaluar Parámetros de Operación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “La Totorá”.* s.l. : para optar el título Profesional de Ingeniero Químico en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho, Perú., 2018.
- Torres, B. 2019.** *Construcción de un Biodigestor a Escala de Laboratorio para Producción de Biogás con Digestión Anaerobia Seca a Partir de Residuos Sólidos Domésticos.* s.l. : para optar el título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte; Ibarra, Ecuador., 2019.

Anexos

Anexo 01: Matriz de consistencia

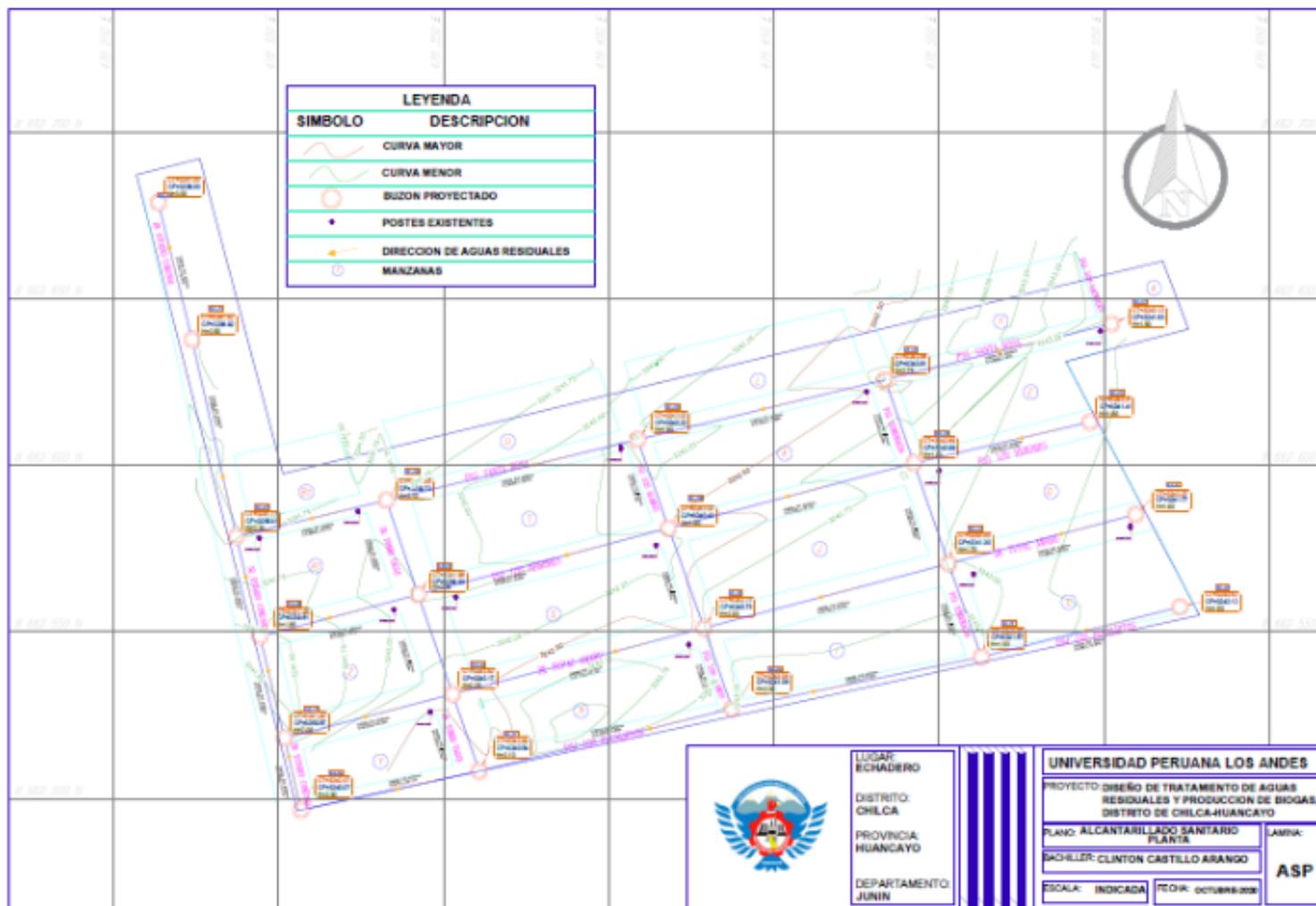
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	JUSTIFICACION	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	<p>El saneamiento básico es considerado un importante indicador para medir la pobreza, por incluir el acceso al agua potable y al alcantarillado sanitario. En el sector de saneamiento, el proyecto tiene que responder a la necesidad y la demanda poblacional de acuerdo al R.N.E OS-090</p> <p>Adicionalmente la implementación de un biorreactor , cuyo objetivo es la obtención de biogás a través de lodos residuales provenientes del tanque Imhoff, colaborara con la población de escasos recursos que tiene dificultades de adquirir el gas industrial y con el medio ambiente.</p>	<p>Tipo de investigación: El proyecto de investigación es del tipo aplicado.</p> <p>Nivel de investigación: El proyecto de investigación tiene un nivel descriptivo-explicativo</p> <p>Diseño de investigación: cuasi-experimental, porque es posible inferir las relaciones causales entre la variable dependiente e independiente.</p> <p>Población y muestra: La población de estudio está compuesto por los lodos producidos por el tanque Imhoff, los mismos son igual a la muestra, por lo que no hay muestreo.</p>
¿Cuál es el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo?	Realice el diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo.	El diseño de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás en Chilca-Huancayo, se realizó de acuerdo a las características de tratamiento de aguas residuales y parámetros de producción de biogás.		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA		
¿Cuáles son las características del sistema de tratamiento de aguas residuales en Chilca-Huancayo?	Determinar las características del tratamiento de aguas residuales en Chilca-Huancayo	Las características del tratamiento de aguas residuales son aquellas que cumplen con lo establecido en la norma OS-090 del R.N.E		
¿Qué parámetros garantizan la producción de biogás en Chilca-Huancayo?	Establecer los parámetros para la producción de biogás en Chilca-Huancayo	Los parámetros de producción de biogás, son aquellas que nos garanticen la producción de la misma.		

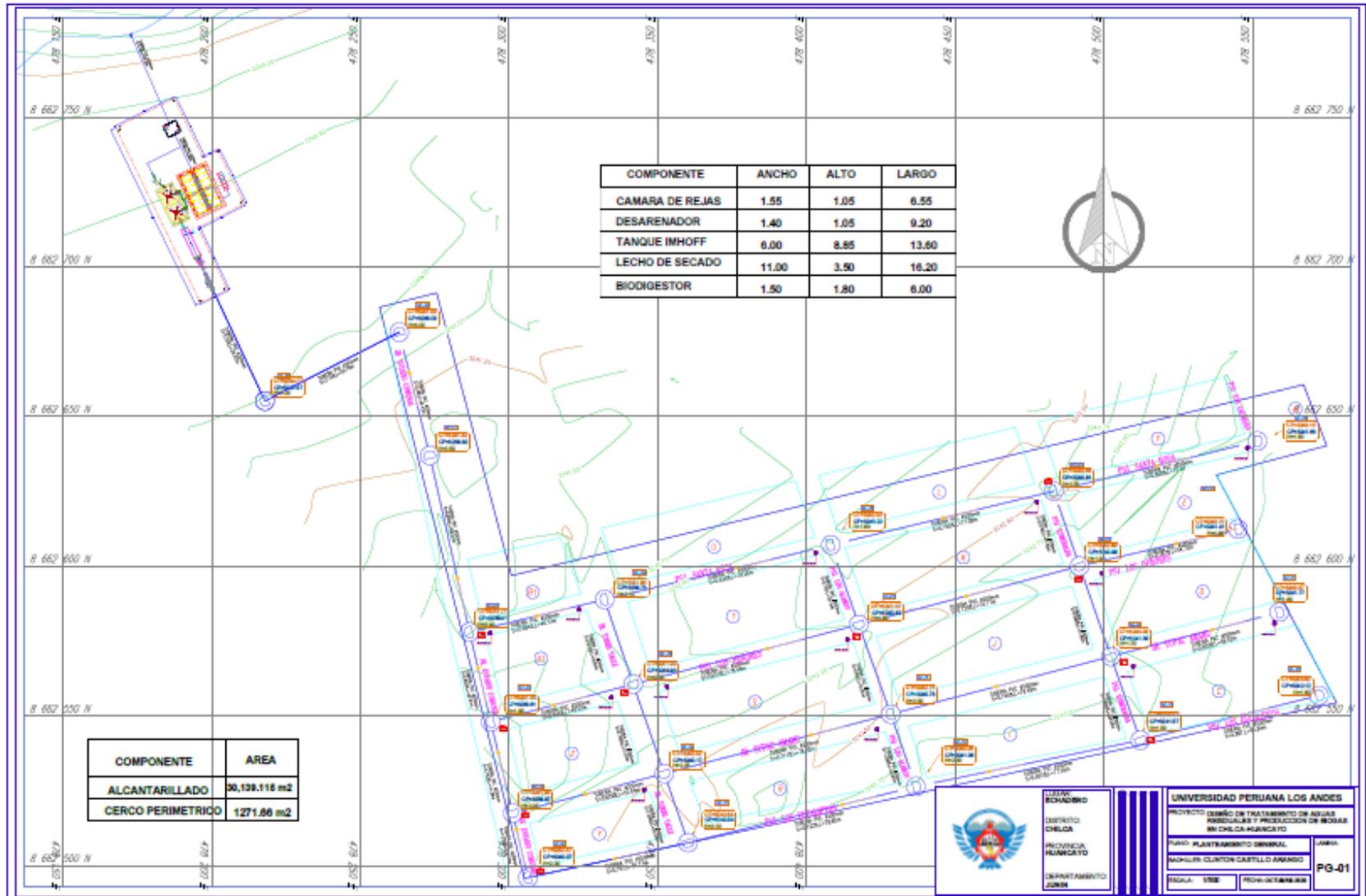
Anexo 02: Cálculos de población y alcantarillado sanitario.

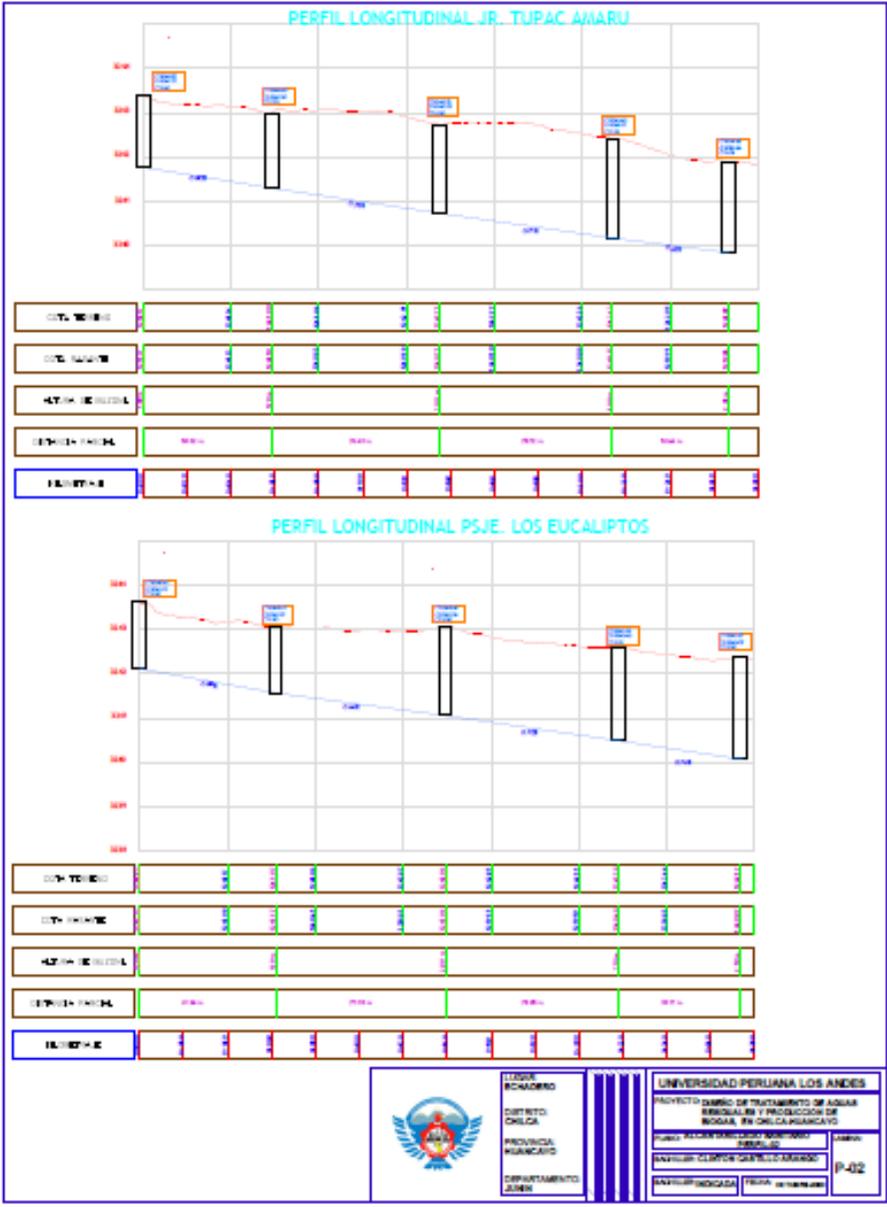
DIAMETROS DEL SISTEMA COLECTOR

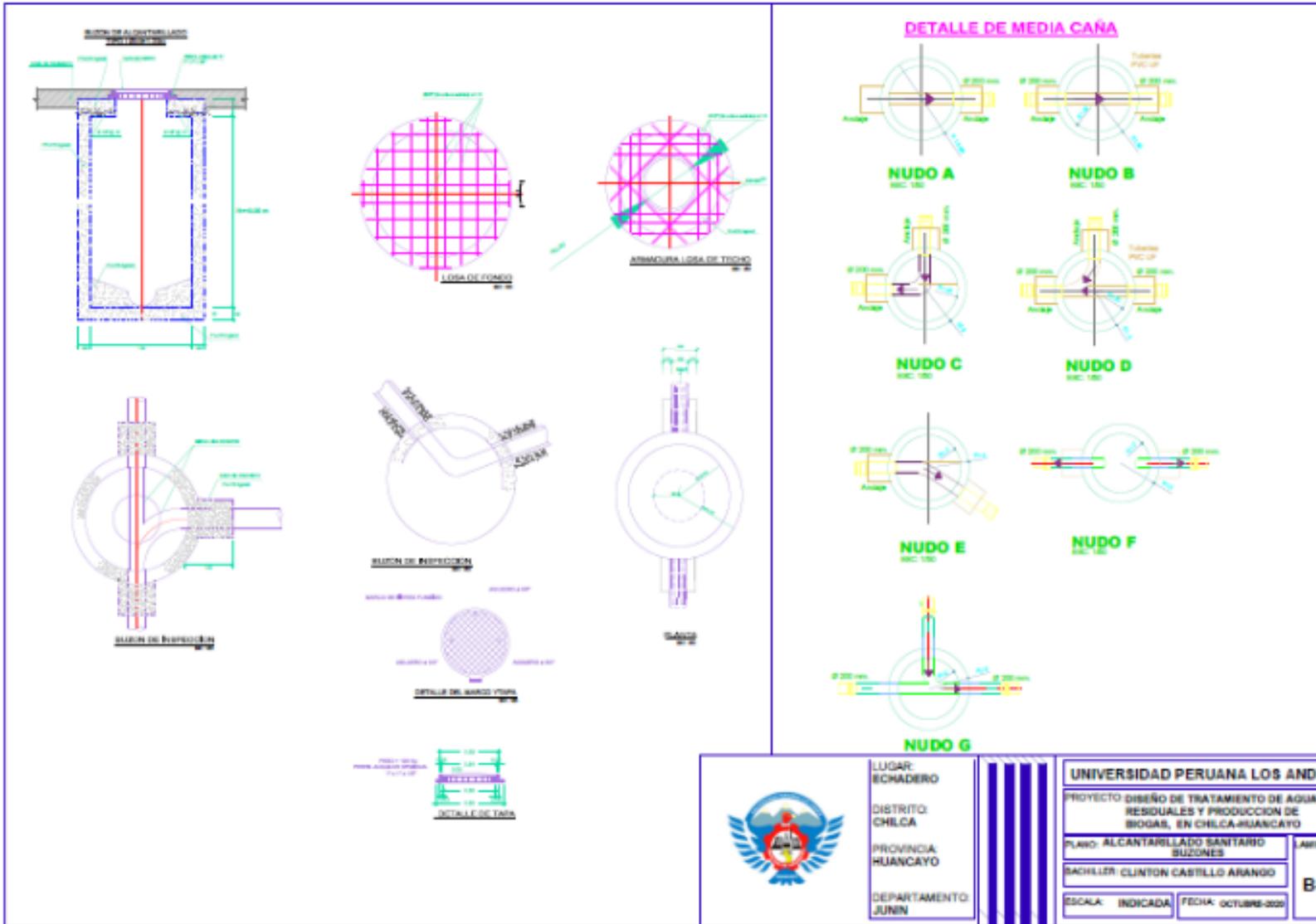
NOMBRE DEL PROYECTO:	"DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PRODUCCION DE BIOGAS EN CHILCA - HUANCAYO"		
Departamento	JUNIN		
Provincia	HUANCAYO		
Distrito	CHILCA		
VIVENDAS EN TOTAL=	187		
VIVENDAS CON LETRINAS=	0		
VIVENDAS A LA RED COLECTORA=	15		
DENSIDAD	5		
POBLACION ACTUAL	935	hab	
TASA DE CRECIMIENTO	1.6	%	
PERIODO DE DISEÑO	20	años	
POBLACION FUTURA			
$P_f = P_o * (1 + r)^n$	1284	hab	
DOTACION	150	L/HAB/DIA	
CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES			
$Q_{prom.} = 0.80 * P_{ob.} * Do / 1,000$	154.123	m ³ /d	
CAUDAL MAXIMO HORARIO (M³/Sg)			
$Q_{mbx. \text{ horario}} = 1.3 * 2 * Q_{prom.}$	0.00464	m ³ /s	0.002
CAUDAL DE INFILTRACION (M³/Sg)			
Longitud total de la red	1415.42	m	
Número de buzones de la red	21		
$Q_{inf.} = 380 \text{ l/buzón-día} * \# \text{ buzones}$	9.23611E-05	m ³ /s	
CAUDAL DE DISEÑO	0.004730	m ³ /s	
CAUDAL DE DISEÑO - UNITARIO	0.00000334	l / s / ml	
VERIFICACION DE DIAMETROS (H = 3/4 D)			
Valor de n	0.01		
Utilizando Manning			
$Q = 0.284 * d^8 (S/3) * S^{0.5} / n$			
$V = 0.490 * d^{2/3} * S^{0.5} / n$			
$V \text{ tramo} = Q \text{ tramo} / A \text{ mojada}$			

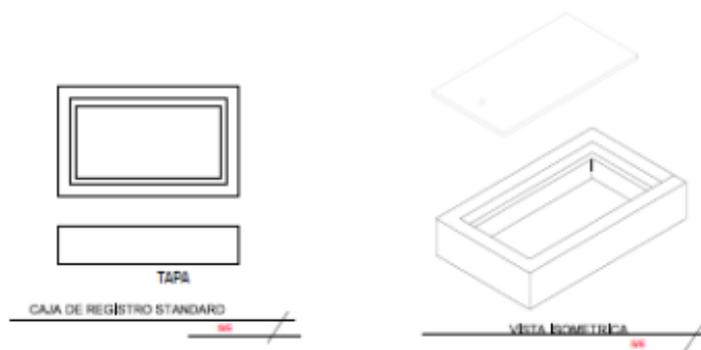
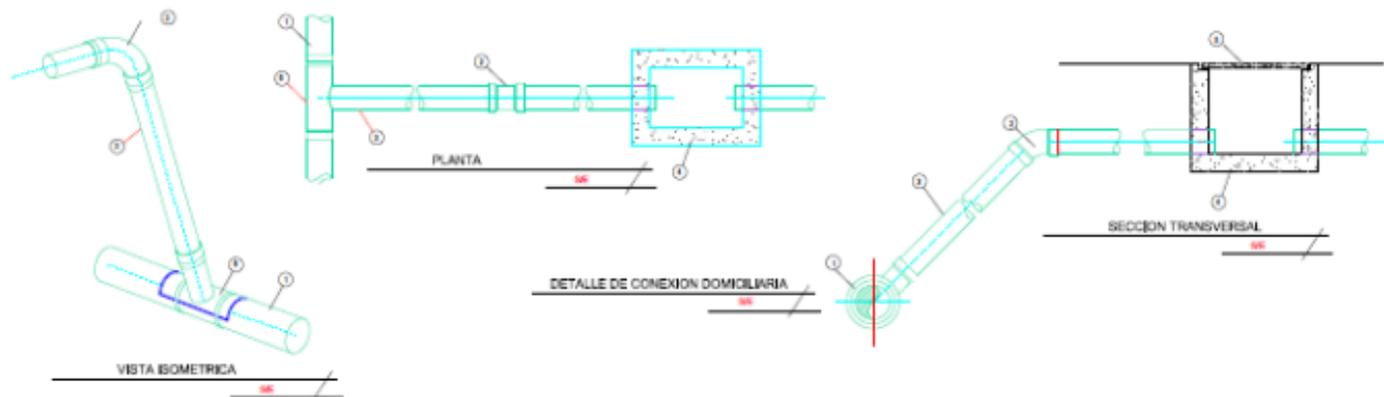
Anexo 03: Planos de los componentes de la planta de tratamiento







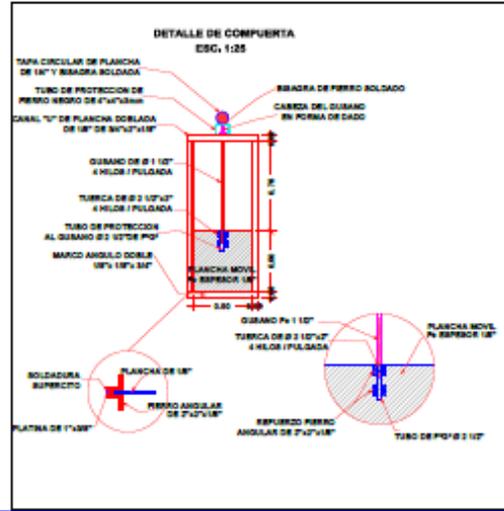
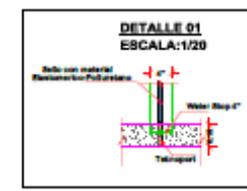
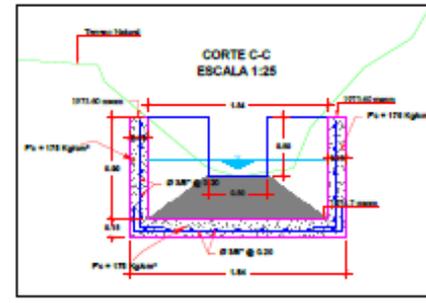
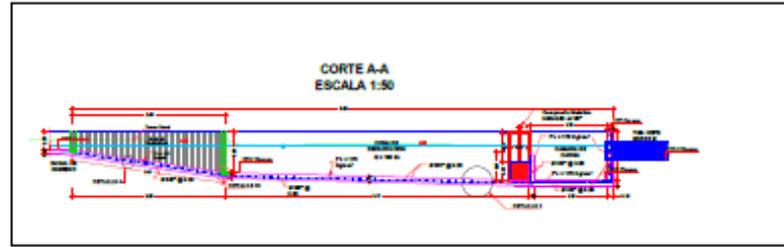
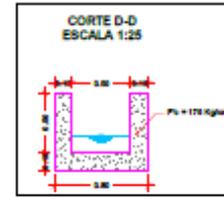
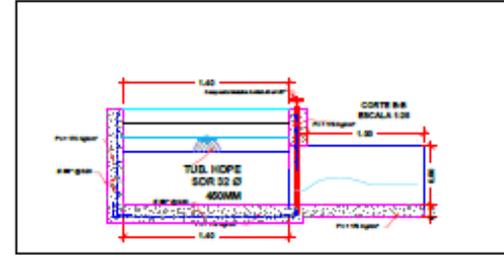
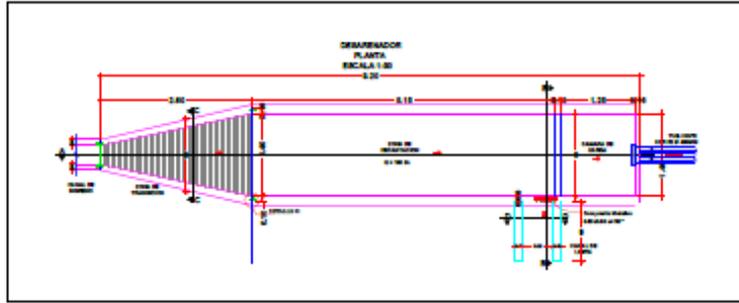




LEYENDA	
NOM.	DESCRIPCION
1	TUBERIA PVC 20MM
2	CODO 90MMx90
3	TUBERIA DE DESCARGA 10MM
4	CAJA DE REGISTRO DE 1" GALVANIZADO
5	TAPA DE 1" GALVANIZADO
6	CACHIMBA 1 20MM A 10MM DE PVC ED 405

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ACERO 040	ACERO 1/4 ADE 10CM2
CAJA DE REGISTRO	1" GALVANIZADO
TAPA DE CAJA	1" GALVANIZADO
NOTA	
LA CACHIMBA SE SUJETARA CON ALAMBRE N° 16 POR ESPACIO CON LA FINALIDAD DE QUE EL SELLADOR ENDURESCA	

	LUGAR: ECHADERO		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
	DISTRITO: CHILCA		PROYECTO DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PRODUCCION DE BIOGAS, EN CHILCA-HUANCAYO	
	PROVINCIA: HUANCAYO		PLANO: ALCANTARILLADO SANITARIO DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	LABOR: DCD-01
	DEPARTAMENTO: JUNIN		BACHILLER: CLINTON CASTILLO ARANGO	ESCALA: 1/25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO:

- Cemento Armaido P=170 Kg/m² (Blanco y Negro)
- Tarrajeo con Impermeabilizante Bitú en contacto con agua

COMPUERTA:

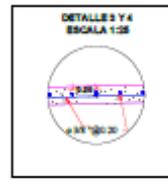
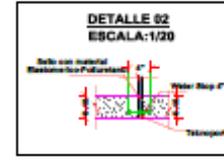
- Compuerta Metálica 0.20x0.20 de 18\"/>

TUBERIA:

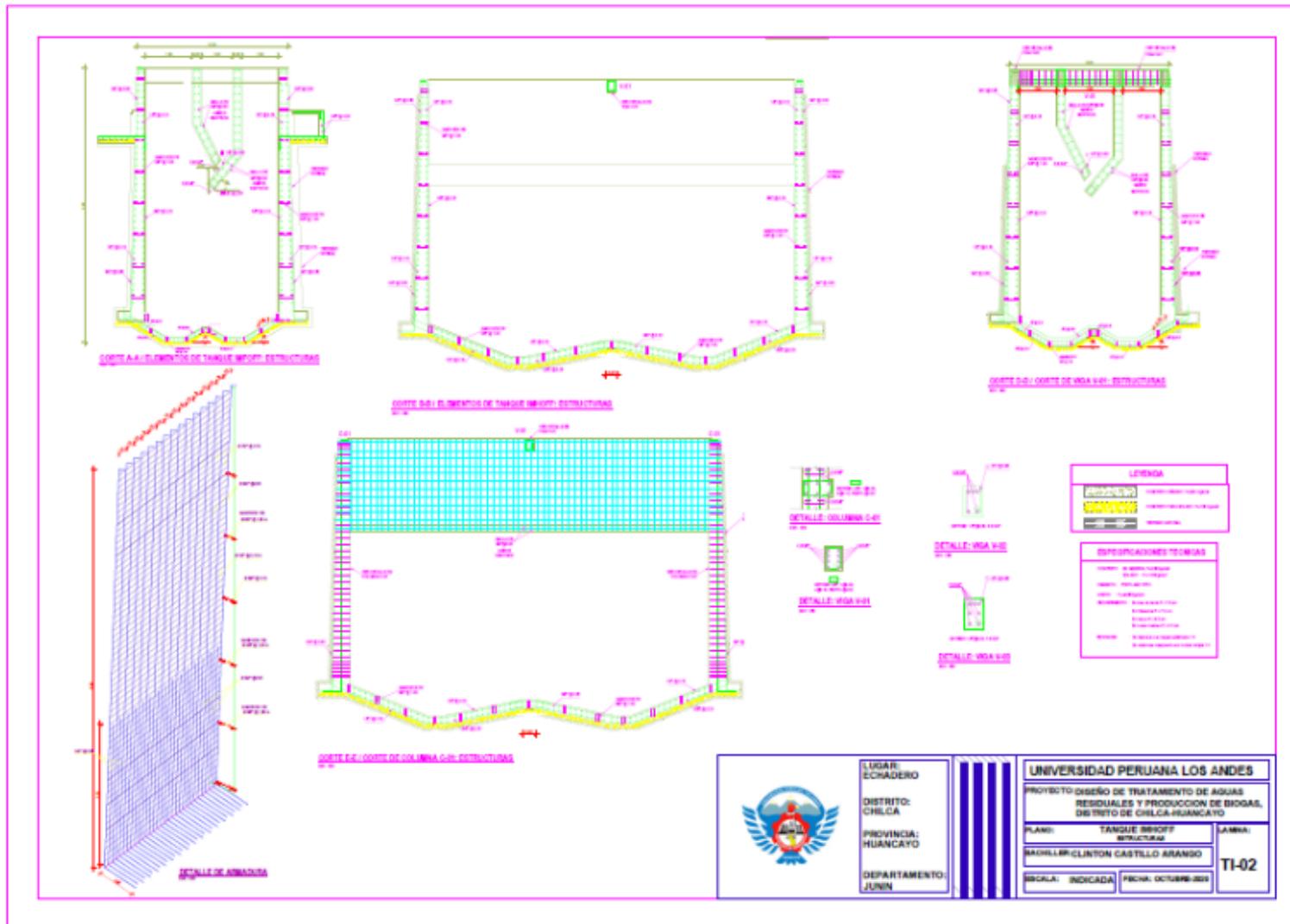
- Tuberia PVC UP 800

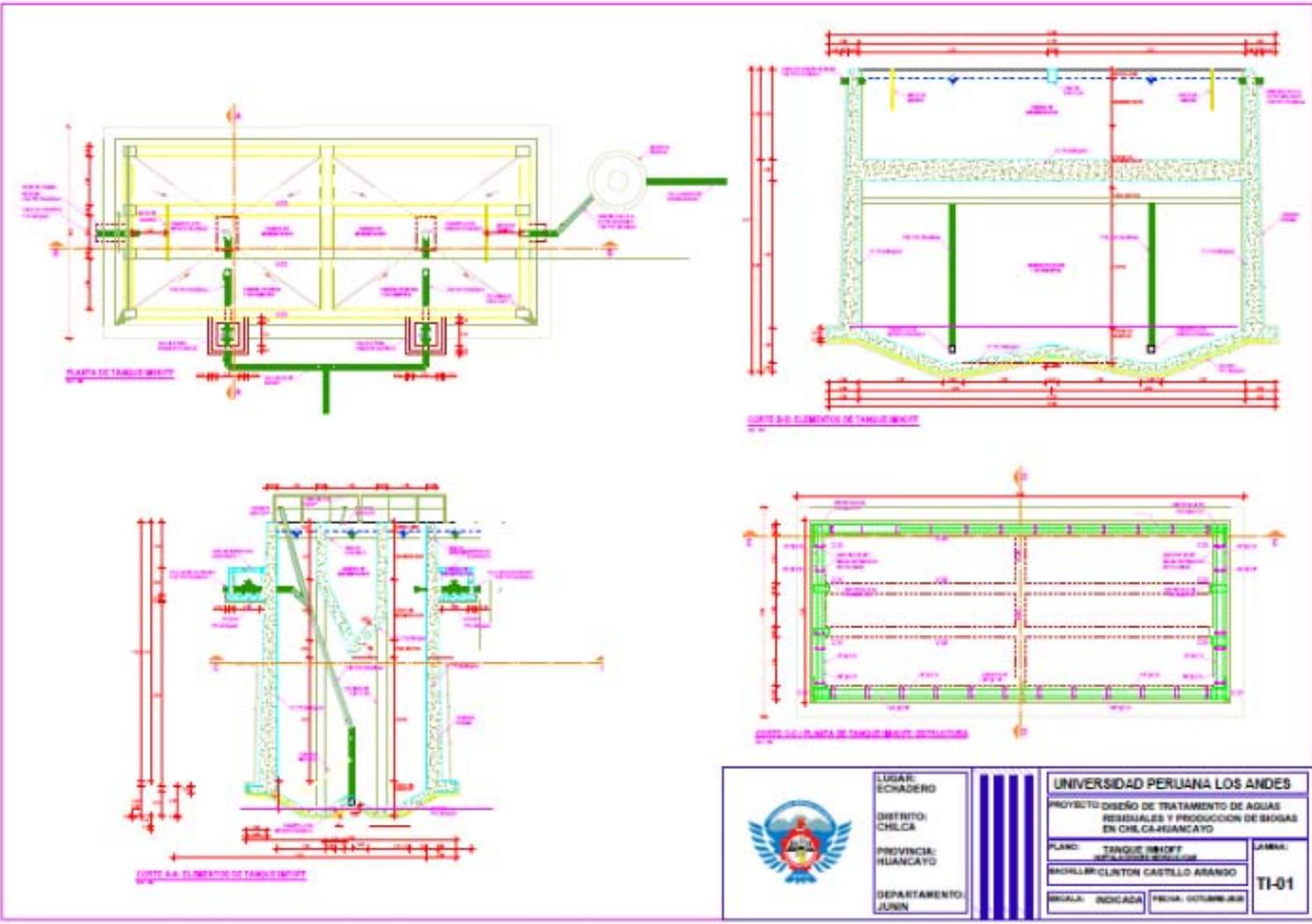
JUNTA DE DILATACIÓN:

- Junta Water Stop 4\"/>

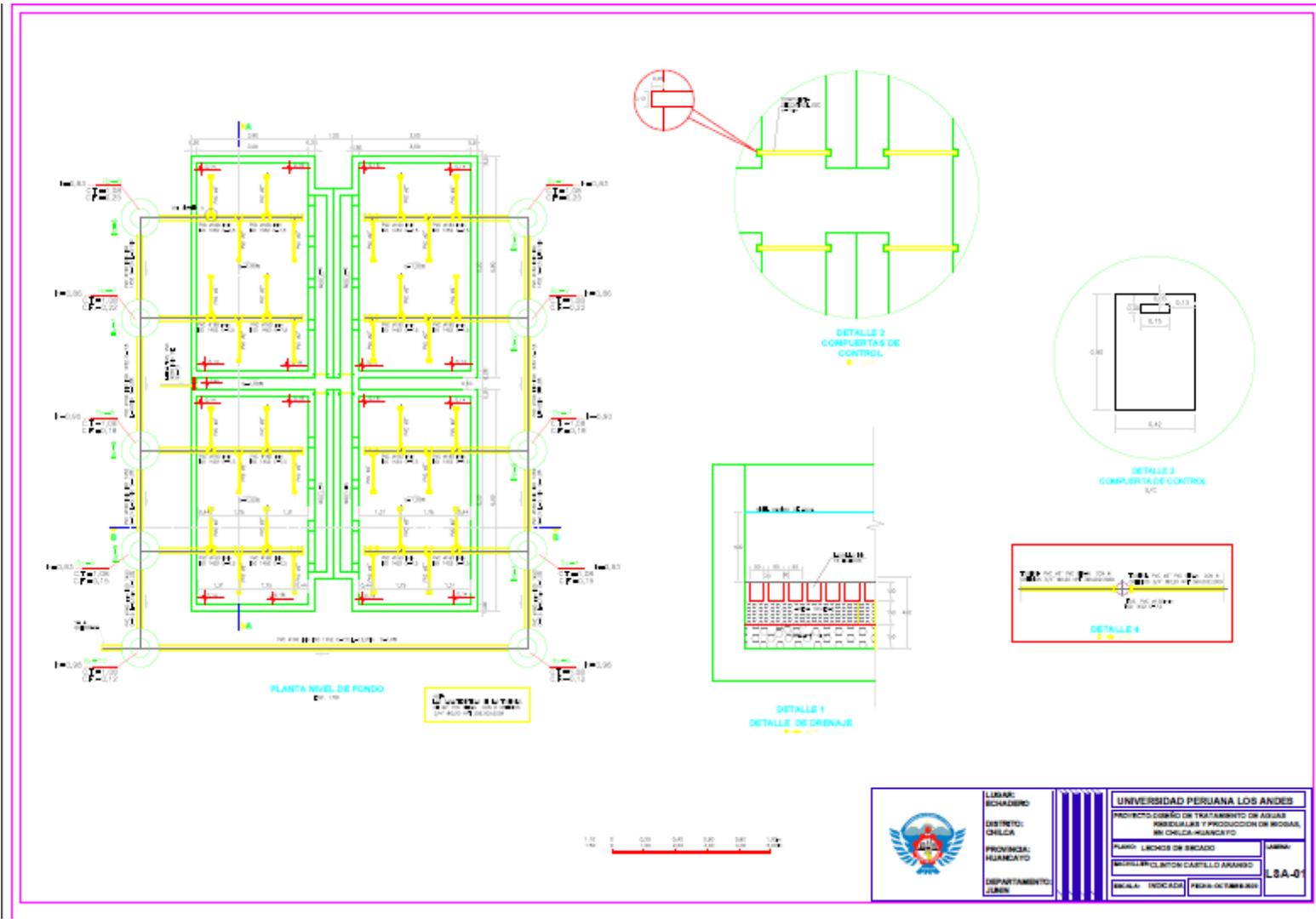


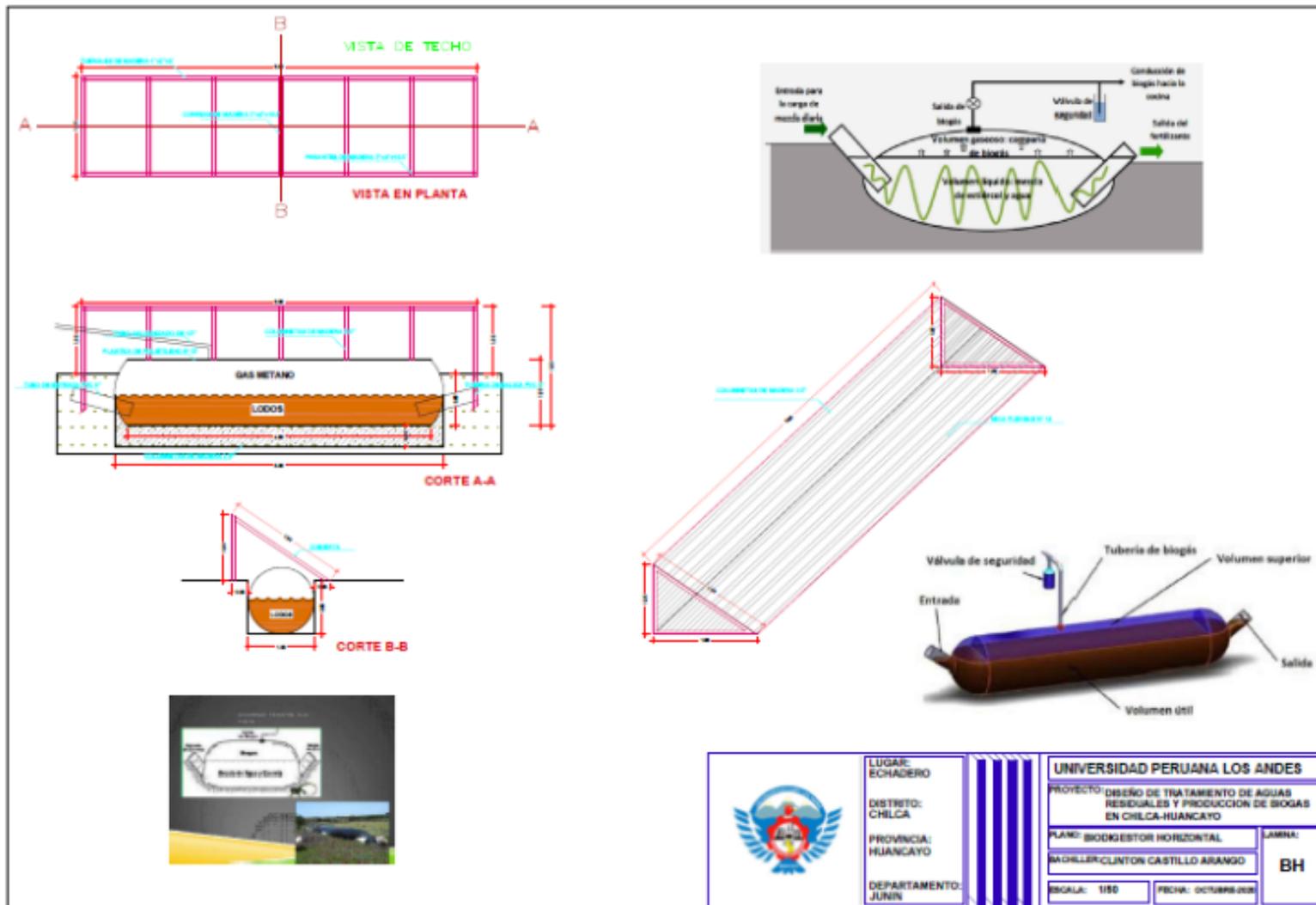
	LUGAR: ECHADERO		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
	DISTRITO: CHILCA		PROYECTO: DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PRODUCCION DE BIOGAS EN CHILCA-HUANCAYO	
	PROVINCIA: HUANCAYO		PLANO: DESARENADOR	LÁMINA:
	DEPARTAMENTO: JUNIN		BACHILLER: CLINTON CASTILLO ARANGO	CR
			ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE-2020





	LUGAR: SCHAIDER	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES <small>UNIVERSITY OF THE ANDES</small>	
	DISTRICTO: CHILCA		
	PROVINCIA: HUANCAYO	PLANO: TANQUE MUYOT <small>RESEÑALES Y PRODUCCION DE BODAS EN CHILCA-HUANCAYO</small>	JARRA: TI-01
	DEPARTAMENTO: JURIN	INGENIERO: NICOLAS CLINTON CASTILLO ARANGO	FECHA: OCTUBRE 2018





Anexo 04: Pruebas de Laboratorio (Estudio de suelos).

RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
 DIRECCIÓN : Av. Los Próceros N° 5088 - Chica - Huancayo - Junín
 CELULAR : 947998992
 E-MAIL : ingenieriaspecializada@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Expediente N° : 1509-2020
 Peticionario : Bach. César Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de Biogas en Chica - Huancayo.
 Ubicación : Chica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-06-20

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calcom : C-1 Jr. Nicolás Poma Cuello 02
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.80

Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico NTP 399.128					Método de Ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos NTP 399.129	
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Límite Líquido	
3 pulg.	75.000	0.0	0.0	100.0	31	
2 pulg.	50.000	0.0	0.0	100.0	25	
1.1/2 pulg.	37.500	0.0	0.0	100.0		
1 pulg.	25.000	0.0	0.0	100.0		
3/4 pulg.	19.000	0.0	0.0	100.0		
3/8 pulg.	9.500	0.0	0.0	100.0		
No. 4	4.750	0.8	0.8	99.2		
No. 10	2.000	3.3	4.1	95.9		
No. 20	0.850	2.9	7.0	93.0		
No. 40	0.425	6.1	13.1	86.9		
No. 60	0.250	2.0	15.2	84.8		
No. 100	0.150	3.3	18.4	81.6		
No. 200	0.075	1.6	20.1	79.9		
Fondo		79.9	100.0			

Prácticas G-1 (normal) y G-2		Contenido de Humedad NTP 399.127	
% Grava	0.8	% Humedad	16.8
% Arena	19.3		
% Fines	79.9		

Clasificación SECS NTP 399.124		Clasificación AASTHO NTP 399.126	
Simbolo	ML	A-4 (F)	
Nombre	limo-arcilloso		



NOTAS:
 1) Muestra e identificación realizadas por el peticionario.
 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (LEY PERUANA INDECOP: GP-004: 1987).
 Realizado y revisado por el Ing. César Alex. Huamán Salazar



INGENIERÍA DE CALIDAD

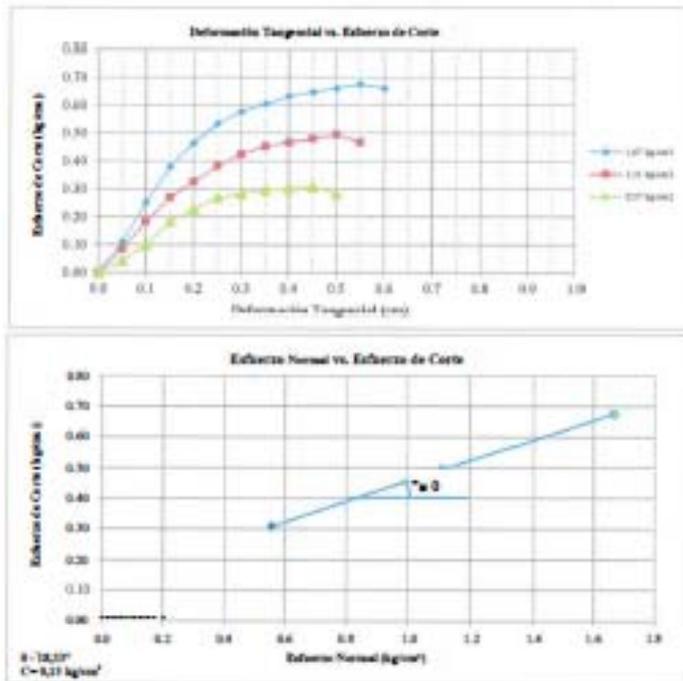
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Expediente N° : 1596-2020
 Peticionario : Bach. Cristian Castillo Avendaño
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chlica-Huancayo
 Ubicación : Chlica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 11.06.20

L. Ensayo de Corte Directo
NTP 338.171

Página 1 de 2

Calibre : C-10 S. Mecanismo Pistón Cilindro 02
 Muestra : M-1
 Profundidad (cm) : 1.50
 SUCS : SM
 Espesores : 1/2 del diámetro



NOTAS:

- 1) Muestra e identificación realizada por el peticionario.
 - 2) El presente documento es de carácter informativo y no constituye garantía de la exactitud de los resultados, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA DE CALIDAD GP004 1995).
- Elaborado y revisado por el Ing. Humberto Salazar Chaves Alca



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Expediente N° : 1509-2020
 Perifoneado : Bach. Cristian Carillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chilea-Huancayo.
 Ubicación : Chilea - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20

II. Ensayo de Corte Directa
NTP 359.171

Calicleta : C-1 E. Hernán Poma Castro 02
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1,00
 SUCS : ML
 Espéculos : Inafinado

Figura 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6,00	6,00	6,00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1,713	1,713	1,713
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1,467	1,467	1,467
% Contenido de humedad inicial	16,8	16,8	16,8
Densidad húmeda final (g/cm ³)	1,974	1,985	1,968
Densidad seca final (g/cm ³)	1,591	1,607	1,599
% Contenido de humedad final	24,1	23,8	23,1
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0,56	1,11	1,67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0,209	0,496	0,677
Ángulo de fricción interna	10,33 °		
Cohesión (kg/cm ²)	0,13		

NOTAS:

- 1) Muestra e identificación realizadas por el peritaje.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Hernán Salazar Cruz Alca

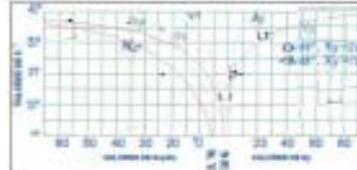


ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Expediente N° : 1399/2020
 Permisario : Sr. C. Oscar Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de instalación de aguas residuales y producción de biogas en Chlica Huancayo.
 Ubicación : Chlica - Huancayo - Junín
 Fecha de estudio : 13.09.20
 N° de planta : M-1
 N° de cañales : C-1 E. Nuevas Pasa Cuadra 02

CLASIFICACIÓN SUCS

Peso Específico húmedo	γ	1.712	g/cm ³
Ángulo de Fricción	ϕ	18.33	grados
Cohesión	c	0.13	kg/cm ²



Según Terraplén
 Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$q_{ult} = 0.867cN_c + YDNq + 0.4YBN\gamma$

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACION

TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad	ϕ	c	N_c	N_q	N_γ
2.0	18.33	0.13	11.03	3.43	0.97

ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad F.S. 2.0

Base (cm)	Prof. (cm)	q_{ult} (kg/cm ²)	Q_{adm} (kg/cm ²)
-----------	------------	---------------------------------	---------------------------------

ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad F.S. 2.5

Base (cm)	Prof. (cm)	q_{ult} (kg/cm ²)	Q_{adm} (kg/cm ²)
-----------	------------	---------------------------------	---------------------------------

ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad F.S. 3.0

Base (cm)	Prof. (cm)	q_{ult} (kg/cm ²)	Q_{adm} (kg/cm ²)
-----------	------------	---------------------------------	---------------------------------

150	150	2.19	1.06
150	160	2.24	1.12
150	170	2.30	1.15
150	180	2.36	1.18
150	190	2.42	1.21
150	200	2.48	1.24
150	210	2.54	1.27
200	150	2.22	1.11
200	160	2.28	1.14
200	170	2.34	1.17
200	180	2.40	1.20
200	190	2.45	1.23
200	200	2.51	1.26
200	210	2.57	1.29
250	150	2.25	1.13
250	160	2.31	1.16
250	170	2.37	1.18
250	180	2.43	1.21
250	190	2.49	1.24
250	200	2.55	1.27
250	210	2.60	1.30
300	150	2.28	1.14
300	160	2.34	1.17
300	170	2.40	1.20
300	180	2.46	1.23
300	190	2.52	1.26
300	200	2.58	1.29
300	210	2.64	1.32

150	150	2.19	0.87
150	160	2.24	0.90
150	170	2.30	0.92
150	180	2.36	0.94
150	190	2.42	0.97
150	200	2.48	0.99
150	210	2.54	1.02
200	150	2.22	0.89
200	160	2.28	0.91
200	170	2.34	0.93
200	180	2.40	0.96
200	190	2.45	0.98
200	200	2.51	1.01
200	210	2.57	1.03
250	150	2.25	0.90
250	160	2.31	0.92
250	170	2.37	0.95
250	180	2.43	0.97
250	190	2.49	0.99
250	200	2.55	1.02
250	210	2.60	1.04
300	150	2.28	0.91
300	160	2.34	0.94
300	170	2.40	0.96
300	180	2.46	0.98
300	190	2.52	1.01
300	200	2.58	1.03
300	210	2.64	1.06

150	150	2.19	0.73
150	160	2.24	0.75
150	170	2.30	0.77
150	180	2.36	0.79
150	190	2.42	0.81
150	200	2.48	0.83
150	210	2.54	0.85
200	150	2.22	0.74
200	160	2.28	0.76
200	170	2.34	0.78
200	180	2.40	0.80
200	190	2.45	0.82
200	200	2.51	0.84
200	210	2.57	0.86
250	150	2.25	0.75
250	160	2.31	0.77
250	170	2.37	0.79
250	180	2.43	0.81
250	190	2.49	0.83
250	200	2.55	0.85
250	210	2.60	0.87
300	150	2.28	0.76
300	160	2.34	0.78
300	170	2.40	0.80
300	180	2.46	0.82
300	190	2.52	0.84
300	200	2.58	0.86
300	210	2.64	0.88



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Expediente N° : 1509-2020
 Peticionario : Bach. César Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chica-Huancayo.
 Ubicación : Chica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

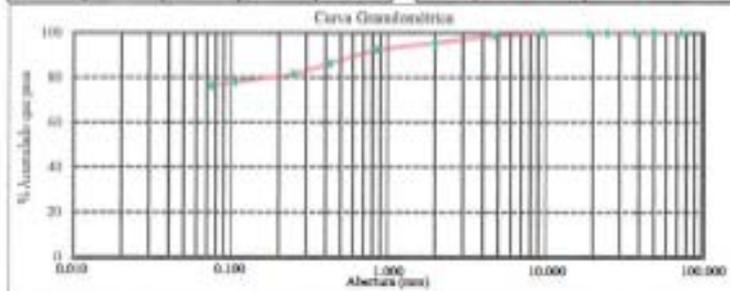
Calicata : C-2 Intercambio Pj. Santa Rosa y Pj. Los Alamos
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico NTP 109.128				
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa
75 µg	75.000	0.0	0.0	100.0
20 µg	20.000	0.0	0.0	100.0
150 µg	150.000	0.0	0.0	100.0
1 µg	25.000	0.0	0.0	100.0
5/8 µg	19.000	0.0	0.0	100.0
3/8 µg	9.500	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	1.2	1.2	98.8
No. 10	2.000	3.2	4.5	96.5
No. 20	0.850	2.9	7.4	92.6
No. 40	0.425	6.1	13.5	86.5
No. 60	0.250	4.9	18.4	81.6
No. 100	0.150	3.4	21.8	78.2
No. 200	0.075	1.6	23.4	76.6
Fondo		76.6	100.0	

Método de Ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos NTP 109.129	
Límite Líquido	32
Límite Plástico	24
Índice de Plasticidad	8

Fracción Granulométrica		Contenido de Humedad NTP 109.127	
% Grava	1.2	% Humedad	14.3
% Arena	22.2		
% Fines	76.6		

Clasificación SUCS NTP 109.134		Clasificación AASTHO NTP 109.138	
Símbolo	ML	A-4 (S)	
Nombre	limo arcilloso		



NOTAS:

- Muestra e identificación realizados por el peticionario.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1997).
- Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamán Salazar



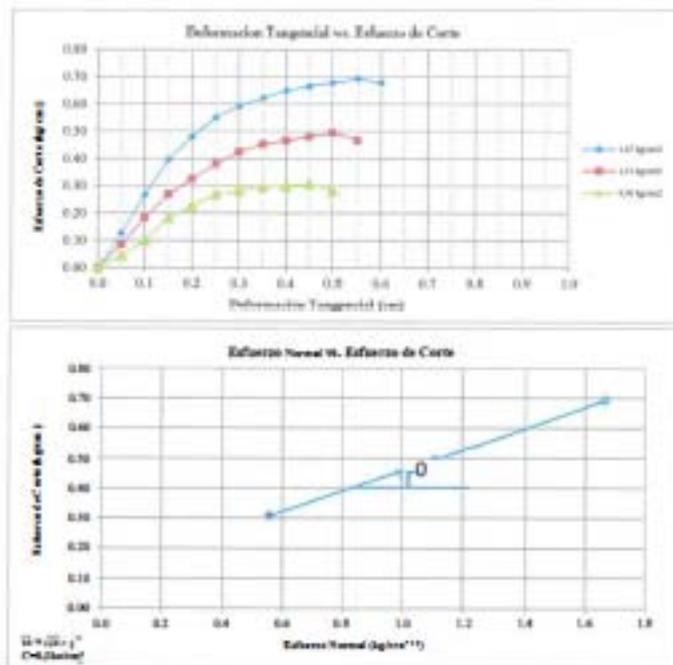
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Expediente N° : 159-2020
 Perito/a : Ing. César Guillén Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogás en Chlica Huancayo
 Ubicación : Chlica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15.06.20

I. Ensayo de Corte Directo
NTP 339.171

Figura 1 de 2

Caliente : C-2 (Intercambio P), Sudoeste (P), Los Alamos
 Muestra : M-1
 Profundidad (cm) : 1.50
 SUCS : ML
 Especificaciones : Estabilizado



NOTAS:

- 1) Muestra e identificación realizadas por el perito/a.
 - 2) El presente documento se deberá reproducir en la institución matriz del laboratorio, señal que la reproducción sea en su totalidad (LEY PERUANA INDECOPI-UP-004 1997).
- Realizado y revisado por el Ing. Huancam Salazar César Abel



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Especificación N° : 1309-2020
 Peticionario : Paoli, César, Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chila-Huancayo.
 Ubicación : Chila - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20

II. Ensayo de Corte Directo
NTP 339.171

Calzón : C-2 Inmóvil 05, Santa Rosa y P, Los Alamos
 Muestra : M-1
 Profundidad (cm) : 1.50
 SICS : ML
 Espécimen : Intactado

Página 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.704	1.704	1.704
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.491	1.491	1.491
% Contenido de humedad inicial	14.3	14.3	14.3
Densidad húmeda final (g/cm ³)	1.985	1.974	1.926
Densidad seca final (g/cm ³)	1.581	1.565	1.520
% Contenido de humedad final	25.6	26.1	26.7
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.309	0.496	0.684
Ángulo de fricción interna	19.11°		
Cohesión (kg/cm ²)	0.11		

NOTAS:

- 1) Muestras e identificación realizadas por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1997).

Realizado y revisado por el Ing. Humberto Salazar Cruz Alca



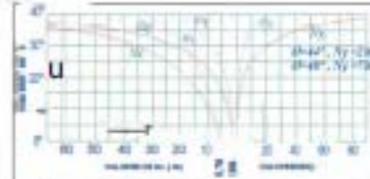
ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Expediente N° : 1500-2020
 Peticionario : Dsch. Clinton Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chica (Huancayo)

Ubicación : Chica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20
 Nº de muestra : M-1
 Nº de calicata : C-2 Intercalación P3, Santa Rosa y P3, Los Altos

CLASIFICACIÓN SUCS:

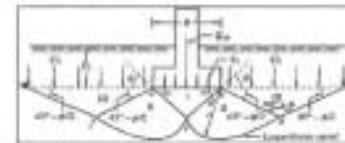
	ML
γ	1.704 g/cm ³
Ángulo de fricción	15.11°
Coeficiente	0.11 kg/cm ²



Según Terzaghi

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

$q_u = 0.857cN_c + \gamma DfN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACIÓN
 TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA

Peso Especifico (kg/cm ³)	θ	C (kg/cm ²)	N _c	N _q	N _γ
0.001704	15.11	0.11	11.41	3.64	1.34

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 2.0

Base (cm)	Prof. (cm)	Q _{ult} (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
150	150	2.16	1.08
150	160	2.22	1.11
150	170	2.28	1.14
150	180	2.34	1.17
150	190	2.41	1.20
150	200	2.47	1.23
150	210	2.53	1.27
200	150	2.19	1.10
200	160	2.26	1.13
200	170	2.32	1.16
200	180	2.38	1.19
200	190	2.44	1.22
200	200	2.50	1.25
200	210	2.57	1.28
250	150	2.23	1.11
250	160	2.29	1.15
250	170	2.35	1.18
250	180	2.42	1.21
250	190	2.48	1.24
250	200	2.54	1.27
250	210	2.60	1.30
300	150	2.26	1.13
300	160	2.33	1.16
300	170	2.39	1.19
300	180	2.45	1.23
300	190	2.51	1.26
300	200	2.57	1.29
300	210	2.64	1.32

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 2.5

Base (cm)	Prof. (cm)	Q _{ult} (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
150	150	2.16	0.86
150	160	2.22	0.89
150	170	2.28	0.91
150	180	2.34	0.94
150	190	2.41	0.96
150	200	2.47	0.99
150	210	2.53	1.01
200	150	2.19	0.88
200	160	2.26	0.90
200	170	2.32	0.93
200	180	2.38	0.95
200	190	2.44	0.98
200	200	2.50	1.00
200	210	2.57	1.03
250	150	2.23	0.89
250	160	2.29	0.92
250	170	2.35	0.94
250	180	2.42	0.97
250	190	2.48	0.99
250	200	2.54	1.02
250	210	2.60	1.04
300	150	2.26	0.91
300	160	2.33	0.93
300	170	2.39	0.96
300	180	2.45	0.98
300	190	2.51	1.01
300	200	2.57	1.03
300	210	2.64	1.05

ZAPATA CUADRADA
 Factor de seguridad F.S. 3.0

Base (cm)	Prof. (cm)	Q _{ult} (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
150	150	2.16	0.72
150	160	2.22	0.74
150	170	2.28	0.76
150	180	2.34	0.78
150	190	2.41	0.80
150	200	2.47	0.82
150	210	2.53	0.84
200	150	2.19	0.73
200	160	2.26	0.75
200	170	2.32	0.77
200	180	2.38	0.79
200	190	2.44	0.81
200	200	2.50	0.83
200	210	2.57	0.86
250	150	2.23	0.74
250	160	2.29	0.76
250	170	2.35	0.78
250	180	2.42	0.81
250	190	2.48	0.83
250	200	2.54	0.85
250	210	2.60	0.87
300	150	2.26	0.75
300	160	2.33	0.78
300	170	2.39	0.80
300	180	2.45	0.82
300	190	2.51	0.84
300	200	2.57	0.86
300	210	2.64	0.88



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS**

Expediente N° : 1509-2020
 Perímetro : Pkch. Cristo Castillo Arengo
 Proyecto : Estudio de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chica-Huancayo.
 Ubicación : Chica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20

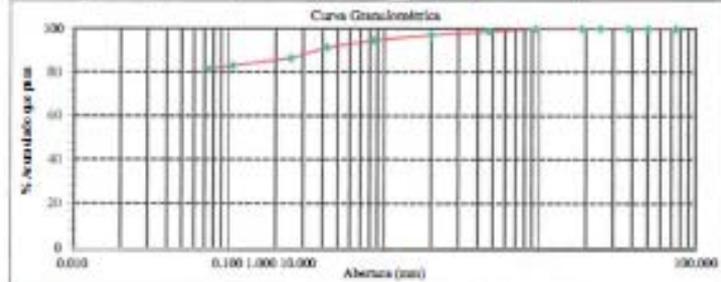
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Células : C-3 Inmóvil 1: Estudio General y 2: Narciso Poma
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.80

Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico NTP 398.128					Método de Ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos NTP 398.129	
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Límite Líquido	Índice de Plasticidad
75 µg	75.000	0.0	0.0	100.0	50	6
200 µg	50.000	0.0	0.0	100.0	24	
1.18 mm	37.500	0.0	0.0	100.0		
2.0 mm	25.000	0.0	0.0	100.0		
75 µg	19.000	0.0	0.0	100.0		
75 µg	4.500	0.0	0.0	100.0		
No. 4	4.750	1.2	1.2	98.8		
No. 10	2.000	1.6	2.9	97.1		
No. 20	0.850	2.5	5.1	94.7		
No. 40	0.425	3.2	8.6	91.4		
No. 60	0.250	4.9	13.5	86.5		
No. 140	0.106	3.4	16.9	83.1		
No. 200	0.075	1.6	18.5	81.5		
Fondo		81.5	100.0			

Fracción Granulométrica		Contenido de Humedad NTP 398.127	
% Grava	1.2	% Humedad	15.1
% Arena	17.3		
% Fines	81.5		

Clasificación USCS NTP 398.134		Clasificación AASHTO NTP 398.138	
Símbolo	ML	A-4 (4)	
Nombre	limo arcilloso		



NOTAS:
 1) Muestra e identificación realizados por el peritaje.
 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).
 Realizado y revisado por el Ing. César Aldo Simental Salazar



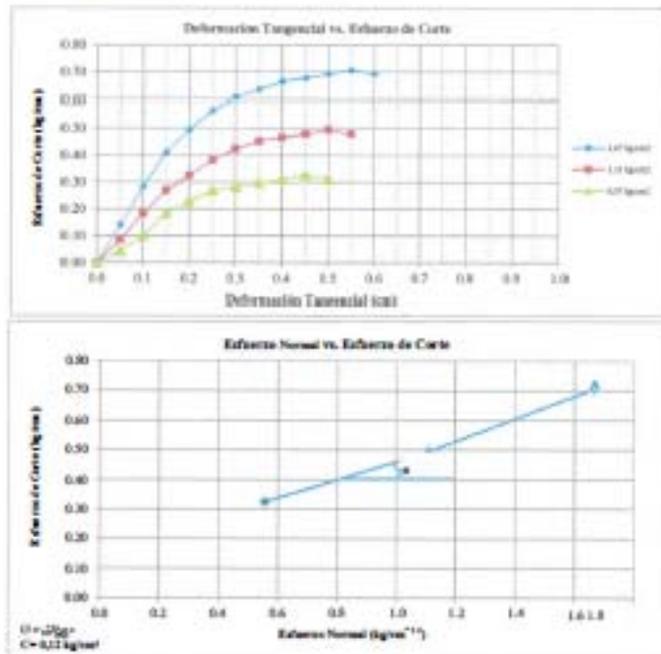
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS**

Expediente N° : 1509-2020
 Peticiónario : Paco, Clotario Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chilo-Huancayo.
 Ubicación : Chilo - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-08-20

**I. Ensayo de Corte Directo
 NTP 339.171**

Página 1 de 2

Cultivos : C-3 Intercalada B, Eneida Cruzado y J. Nicolás Poma
 Muestra : M-1
 Porosidad (w) : 1.20
 SUCS : ML
 Especificos : Intercalado



NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
 - 2) El presente Documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- (GITA FERDANA INDECOPI - GP-004 - 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Hiramani Salazar Cruz Alva



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Expediente N° : 1509-2020
 Peticionario : Bnd. Clases Castillo Arengo
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chilia-Huancayo.
 Ubicación : Chilia - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20

II. Ensayo de Corte Directo
NTP 339.171

Calera : C-3 Intersección Jr. Emilio Cossand y Jr. Nicolás Poma
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1,80
 SUCS : ME
 Espesura : 1,50 cm

Figura 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6,00	6,00	6,00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1,713	1,713	1,713
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1,487	1,487	1,487
% Contenido de humedad inicial	15,2	15,2	15,2
Densidad húmeda final (g/cm ³)	1,974	1,985	1,968
Densidad seca final (g/cm ³)	1,591	1,603	1,599
% Contenido de humedad final	24,1	23,8	23,1
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0,56	1,11	1,67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0,326	0,496	0,708
Ángulo de fricción interna	18,98°		
Cohesión (kg/cm ²)	0,12		

NOTAS:

- 1) Muestra e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI GP-066-1997).

Realizado y revisado por el Ing. Wladimir Salazar Cesar Alas



ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Expediente N° : 1509-2020
 Proyectante : Bach. Cristian Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de transmisión de aguas residuales y producción de biogas en Chéca-Huancayo.
 Ubicación : Chéca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20
 N° de muestra : ML
 N° de calicata : C-5 Intersección II: Estado Comunal y II: Nuncio Poma



CLASIFICACIÓN SUCS:

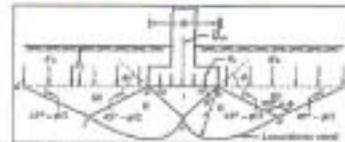
	ML
Peso Específico Saturado	$\gamma = 1.713 \text{ g/cm}^3$
Ángulo de Fricción	$\phi = 15.38^\circ$
Cohesión	$c = 0.12 \text{ kg/cm}^2$

Según Terzagui

Capacidad de carga última para cimientos rectangulares:

q_{ult} = Capacidad de carga última
 q_{adm} = Capacidad admisible

$$q_{ult} = 0.667c/N_c + \gamma D N_q + 0.4 \gamma B N_y$$



TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad	ϕ	c (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_y
0.001713	15.38	0.12	11.35	3.61	1.85

ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad F.S.			
Base	Prof.	q_{ult}	q_{adm}
(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)

ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad F.S.			
Base	Prof.	q_{ult}	q_{adm}
(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)

ZAPATA CUADRADA

Factor de seguridad F.S.			
Base	Prof.	q_{ult}	q_{adm}
(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)

150	150	2.25	1.13
150	160	2.31	1.16
150	170	2.37	1.19
150	180	2.44	1.22
150	190	2.50	1.25
150	200	2.56	1.28
150	210	2.62	1.31
300	150	2.29	1.14
300	160	2.35	1.17
300	170	2.41	1.21
300	180	2.47	1.24
300	190	2.53	1.27
300	200	2.60	1.30
300	210	2.66	1.33
250	150	2.32	1.16
250	160	2.38	1.19
250	170	2.45	1.22
250	180	2.51	1.25
250	190	2.57	1.28
250	200	2.63	1.32
250	210	2.69	1.35
300	150	2.36	1.18
300	160	2.42	1.21
300	170	2.48	1.24
300	180	2.54	1.27
300	190	2.60	1.30
300	200	2.67	1.33
300	210	2.73	1.36

150	150	2.25	0.90
150	160	2.31	0.93
150	170	2.37	0.95
150	180	2.44	0.97
150	190	2.50	1.00
150	200	2.56	1.02
150	210	2.62	1.05
200	150	2.29	0.91
200	160	2.35	0.94
200	170	2.41	0.96
200	180	2.47	0.99
200	190	2.53	1.01
200	200	2.60	1.04
200	210	2.66	1.06
250	150	2.32	0.93
250	160	2.38	0.95
250	170	2.45	0.98
250	180	2.51	1.00
250	190	2.57	1.02
250	200	2.63	1.05
250	210	2.69	1.08
300	150	2.36	0.94
300	160	2.42	0.97
300	170	2.48	0.99
300	180	2.54	1.02
300	190	2.60	1.04
300	200	2.67	1.07
300	210	2.73	1.09

150	150	2.25	0.75
150	160	2.31	0.77
150	170	2.37	0.79
150	180	2.44	0.81
150	190	2.50	0.83
150	200	2.56	0.85
150	210	2.62	0.87
200	150	2.29	0.76
200	160	2.35	0.78
200	170	2.41	0.80
200	180	2.47	0.82
200	190	2.53	0.84
200	200	2.60	0.87
200	210	2.66	0.89
250	150	2.32	0.77
250	160	2.38	0.79
250	170	2.45	0.82
250	180	2.51	0.84
250	190	2.57	0.86
250	200	2.63	0.88
250	210	2.69	0.90
300	150	2.36	0.79
300	160	2.42	0.81
300	170	2.48	0.83
300	180	2.54	0.85
300	190	2.60	0.87
300	200	2.67	0.89
300	210	2.73	0.91



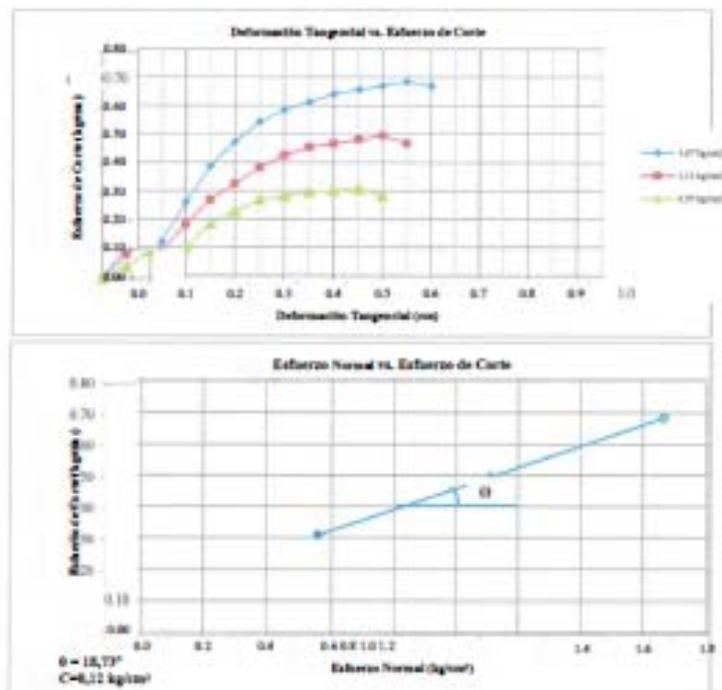
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS

Especificación : 1500.2020
 Proyectante : Sr. Carlos Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chica Huancayo
 Ubicación : Chica - Huancayo - Junín
 Fecha de ensayo : 15.04.20

I. Ensayo de Corte Directo
NTP 339.171

Página 1 de 2

Calibre : C-4 Intercambio B, Tapas Anillo y B, Tolador Central
 Muestra : M1
 Profundidad (cm) : 1.50
 SECS : ML
 Especificación : Intercambio



NOTAS:

- 1) Muestra e identificación realizadas por el proyectante.
 - 2) El presente documento es destricto propiedad del laboratorio, salvo que la reproducción este en su totalidad (LEY PERUANA INDCOPIE (1995)).
- Realizado y revisado por el Ing. Huancam Talavera Cesar Acos



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS**

Espediente N° : 1509-2020
 Peticionario : Bach. Clinton Castillo Arango.
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogas en Chilo-Huancayo.
 Ubicación : Chilo - Huancayo - Iquitos
 Fecha de emisión : 15-09-20

**II. Ensayo de Corte Directo
 NTP 339.171**

Cálizata : C-4 Intercambio II: Tupper Amara y II: Estudio General
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.80
 SUCS : ML
 Espéctimen : Intactado

Página 2 de 2

	I	II	III
Lado de la caja (mm)	6.00	6.00	6.00
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.732	1.732	1.732
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.540	1.540	1.540
% Contenido de humedad inicial	12.5	12.5	12.5
Densidad húmeda final (g/cm ³)	1.974	1.985	1.968
Densidad seca final (g/cm ³)	1.591	1.603	1.599
% Contenido de humedad final	24.1	23.8	23.1
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.309	0.496	0.685
Ángulo de fricción interna	18.73°		
Cohesión (kg/cm ²)	0.12		

NOTAS:

- 1) Muestras e identificación realizadas por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (LEY PERUANA INDECOP: GP.006: 1997).

Realizado y revisado por el Ing. Humberto Salazar Oros Alca.



ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Expediente N° : 1509-2020
 Peticionario : Insh. Clotus Castillo Arango
 Proyecto : Diseño de tratamiento de aguas residuales y producción de biogás en Chica Huancayo
 Ubicación : Chica - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-09-20
 N° de muestra : M-1
 N° de calizas : C-4 Intercalación II: Tapas Azules y II: Estrado Cemento

CLASIFICACIÓN SUCS

Peso Específico húmedo : 2.712 g/cm³
 Ángulo de Fricción : 18.71°
 Cohesión : 6.12 kg/cm²

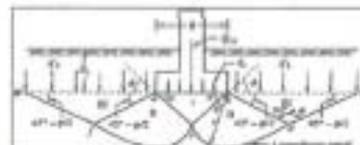
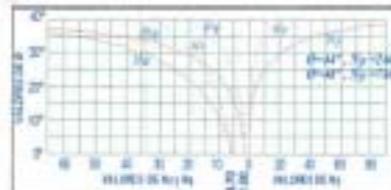
Según Terzaghi

Capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas

Qu = Capacidad de carga última

Qadm = Capacidad admisible

$$q_{adm} = 0.867c/N_c + YDR/q + 0.4YBN/Y$$



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGAS PARA DIFERENTES ALTURAS DE CIMENTACIÓN					
TIPO DE FALLA LOCAL PARA ZAPATA CUADRADA					
Profundidad (Z) (m)	0	0	N _c	N _q	N _y
0.00/1.00	18.71	0.12	11.25	3.34	1.00

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad FS			
Bases (m)	Prof. (m)	Qu (kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)

150	180	2.19	1.09
150	160	2.25	1.12
150	170	2.31	1.15
150	180	2.37	1.19
150	190	2.43	1.22
150	200	2.49	1.25
150	210	2.55	1.28
200	150	2.22	1.11
200	160	2.28	1.14
200	170	2.34	1.17
200	180	2.41	1.20
200	190	2.47	1.23
200	200	2.53	1.26
200	210	2.59	1.29
250	150	2.26	1.13
250	160	2.32	1.16
250	170	2.38	1.19
250	180	2.44	1.22
250	190	2.50	1.25
250	200	2.56	1.28
250	210	2.62	1.31
300	150	2.29	1.15
300	160	2.35	1.18
300	170	2.41	1.21
300	180	2.48	1.24
300	190	2.54	1.27
300	200	2.60	1.30
300	210	2.66	1.33

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad FS			
Bases (m)	Prof. (m)	Qu (kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)

150	150	2.30	0.97
150	160	2.25	0.90
150	170	2.31	0.92
150	180	2.37	0.95
150	190	2.43	0.97
150	200	2.49	1.00
150	210	2.55	1.02
200	150	2.22	0.89
200	160	2.28	0.91
200	170	2.34	0.94
200	180	2.41	0.96
200	190	2.47	0.99
200	200	2.53	1.01
200	210	2.59	1.04
250	150	2.26	0.90
250	160	2.32	0.93
250	170	2.38	0.95
250	180	2.44	0.98
250	190	2.50	1.00
250	200	2.56	1.03
250	210	2.62	1.05
300	150	2.29	0.92
300	160	2.35	0.94
300	170	2.41	0.97
300	180	2.48	0.99
300	190	2.54	1.01
300	200	2.60	1.04
300	210	2.66	1.06

ZAPATA CUADRADA			
Factor de seguridad FS			
Bases (m)	Prof. (m)	Qu (kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²)

150	150	2.19	0.75
150	160	2.25	0.75
150	170	2.31	0.77
150	180	2.37	0.79
150	190	2.43	0.81
150	200	2.49	0.83
150	210	2.55	0.85
200	150	2.22	0.74
200	160	2.28	0.76
200	170	2.34	0.78
200	180	2.41	0.80
200	190	2.47	0.82
200	200	2.53	0.84
200	210	2.59	0.86
250	150	2.26	0.75
250	160	2.32	0.77
250	170	2.38	0.79
250	180	2.44	0.81
250	190	2.50	0.83
250	200	2.56	0.85
250	210	2.62	0.87
300	150	2.29	0.76
300	160	2.35	0.78
300	170	2.41	0.80
300	180	2.48	0.83
300	190	2.54	0.85
300	200	2.60	0.87
300	210	2.66	0.89



Anexo 05: Pruebas de Laboratorio aguas residuales (LMP).



INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-401

REV. 1.1

Página 3 de 3

A solicitud de	I. SADA, INC. CIVIL CASTILLO AVANCO CLINTON	
Por cuenta de	I. SADA, INC. CIVIL CASTILLO AVANCO CLINTON	
Dirección	I. RPD AL SECTOR DE EDIFICIO, RADIO DE ATAPAHUA CHECA HERMOSO	
Proyecto	DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PRODUCCION DE BIOSAS EN CHECA HERMOSO	
Tipo de Muestra	I. AGUA DE EFLUENTE	Cantidad de Muestra : 1
Referencia	I. Nota de Servicio N° 1296	Fecha de Recepción : 11/08/2020 Fecha de Ensayo : De 11/08/2020 al 17/08/2020

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

ID. Laboratorio	ID. Cliente	ELEMENTOS						
		DBO ₅	DOO	T ₅₀	pH	ACEITES Y GRASAS	MYS	COLIFORMES TERMOTOLERANTE
		mg/l	mg/l	—	—	mg/l	mg/l	mg/l
MA-20/00401	MA-0066	112	221	45.10	7.8	23	100	10100
		Límite de Cuantificación	0.001	0.001	—	0.001	0.001	0.001

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

REF.	PARAMETRO	METODO DE REFERENCIA	DESCRIPCION
72012	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SPEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5021 B, 22 nd Ed 2012	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) : 5210 B R05 5 DIAS
62312	Demanda Química de Oxígeno	SPEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22 nd Ed 2012	Demanda Química de Oxígeno (DOO) : 5220 D Refajo Cerrado
65304	Acidos y Grasas	SPEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 F, 22 nd Ed 2012	Acidos y Grasas - Método Clásico "ácido"
74532	Sólidos Totales en Suspensión	SPEWW-APHA-AWWA-WEF Part 22 P, 22 nd Ed 2012	Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 0 05°C - 1 05°C
43607	Coliformes Termotolerantes	SPEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4563 F, 22 nd Ed 2012	Coliformes Termotolerantes : Técnica tubo múltiple/conteo por membrana

NOTA DE APLICACION:

1. El documento presenta los datos para la (s) muestra (s) de la referencia.

2. Este resultado no tiene un valor de certificación de conformidad con normas de producto.

3. La (s) muestra (s) y correspondiente la(s) resultad(o) en un periodo de 7 días hábiles de emisión el presente documento.

4. El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente declare correctamente.

5. Toda consulta o pregunta acerca de presente documento será atendida por la Gerencia responsable al telefono de trabajo.

6. Este resultado se reproduce en todo y en cada una de las partes del presente documento, salvo indicación expresa por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL, ante el cliente eventual.

Huancayo, 17 de agosto del 2020



RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 525 San Agustín de Cajal - Teléfono: (054) 689-832 - www.rcjlabuniversal.com



CADENA DE CUSTODIA-AGUA

N° 00338

NOMBRE DE PUESTO INTERVENCIÓN: RCJ - INFORME - MA - 401 NOMBRE DEL CENTRO:				INSTITUCIÓN:				ANÁLISIS REALIZADO / PRESERVADO:				ANÁLISIS REALIZADO: <input type="checkbox"/> COMPROBADO: <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
FRECUENCIA DE MUESTRA: BACH. CLINTON CASTILLO AEAINGO FECHA: 10 DE AGOSTO DE 2020 LUGAR DE MUESTRO: 7.07 am HORA DE FIN: 7:15 am NOMBRE DEL PUESTO: BIEN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICACIÓN: PRODUCCIÓN DE BIODIGESTOR EN CHILCA - HUANCAYO				CANTIDAD DE MUESTRAS: 3				OBSERVACIONES:				OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">ITEM</th> <th style="width: 20%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 10%;">FECHA</th> <th style="width: 10%;">HORA</th> <th style="width: 10%;">MUESTRA</th> <th style="width: 10%;">ANÁLISIS</th> <th style="width: 10%;">PRESERVADO</th> <th style="width: 10%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>GRANJA'S</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>REPTÓR</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>33</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>34</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>35</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>36</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>37</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>38</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>39</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>41</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>44</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>45</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>46</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>47</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>48</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>49</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>51</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>52</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>53</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>54</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>55</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>56</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>57</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>58</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>59</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>61</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>62</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>63</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>64</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>65</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>66</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>67</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>68</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>69</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>71</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>72</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>73</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>74</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>75</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>76</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>77</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>78</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>79</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>81</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>82</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>84</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>85</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>86</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>87</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>88</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>89</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>90</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>91</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>92</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>93</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>94</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>95</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>97</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>98</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>99</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA	HORA	MUESTRA	ANÁLISIS	PRESERVADO	OBSERVACIONES	1	GRANJA'S							2	REPTÓR							3								4								5								6								7								8								9								10								11								12								13								14								15								16								17								18								19								20								21								22								23								24								25								26								27								28								29								30								31								32								33								34								35								36								37								38								39								40								41								42								43								44								45								46								47								48								49								50								51								52								53								54								55								56								57								58								59								60								61								62								63								64								65								66								67								68								69								70								71								72								73								74								75								76								77								78								79								80								81								82								83								84								85								86								87								88								89								90								91								92								93								94								95								96								97								98								99								100								OBSERVACIONES:				OBSERVACIONES:			
ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA	HORA	MUESTRA	ANÁLISIS	PRESERVADO	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	GRANJA'S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
2	REPTÓR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
49																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
61																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
63																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
74																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
81																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
88																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

MUESTRA ADQUIRIDA POR: **CLINTON CASTILLO AEAINGO** FECHA: **10 de agosto** HORA: **7:07pm**
 MUESTRA RECIBIDA POR: **ADRIAN RIVERA** FECHA: **10 de agosto** HORA: **3:20pm**
 PERSONA RESPONSABLE:

MUESTRA RECIBIDA POR: COLETA: BOTELLAS: KIT PAQU:
 MUESTRA RECIBIDA POR: COLETA: BOTELLAS: KIT PAQU:
 TOTAL DE MUESTRAS RECIBIDAS: **3**

Anexo 06: Panel Fotográfico.



FOTO N° 01: Conexión clandestina del sector Echadero que van a parar directamente al río Ali, sin ningún tipo de tratamiento.



FOTO N° 02: Enjuague de botellas estériles, con la misma agua residual, recomendado por el laboratorio.



FOTO N° 03: Toma de la primera muestra de las aguas residuales.



FOTO N° 04: Toma de la segunda muestra de las aguas residuales.



FOTO N° 05: Finalización de la toma de las 3 muestras de aguas residuales.



FOTO N° 06: Obtención de las muestras para llevarlas al laboratorio (RCJ).



FOTO N° 07: DETALLES E INFORMACION DE LA MUESTRA.



FOTO N° 08: CALICATA N° 01, TRAMO: Jr. Estadio comunal cuadra 01. (BUZON)



FOTOGRAFIA 02: CALICATA N° 02, TRAMO: Terreno libre (cerca al Jr. Estadio comunal cuadra 01.-PTAR Y BIODIGESTOR.



FOTO N° 03: CALICATA N° 03, TRAMO: (intersección: Psje. Los Héroes y Psje. Los Álamos)-BUZON



FOTO N° 04: CALICATA N° 04, TRAMO: (intersección: Jr. Torre Tagle y Jr. Túpac Amaru)-RED DE TUBERIA.