



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño del sistema de agua potable y UBS del caserío Gomispampa,
distrito Sarín, provincia de Sanchez Carrion, La Libertad 2022”

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Gamboa Carranza, Ronald Anibal (orcid.org/0000-0002-4664-5950)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi madre que supo formarme con buenos hábitos y valores, lo cual me ha dado la valentía para seguir adelante en los momentos adversos.

A mi padre que incansablemente me brindó el apoyo para sacar adelante mis proyectos que me tracé.

A mi hijo Drake Ronald, quien ha sido mi mayor motivo para nunca rendirme en mis estudios y con ello llegar en un futuro a ser un ejemplo para él.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento es a Dios quien me ha guiado por el mejor sendero y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incansable a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en la realización de este trabajo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
IV. RESULTADOS	23
4.1. Levantamiento topográfico.....	23
4.2. Estudios de mecánica de suelos.....	23
4.3. Diseño del sistema de agua potable.....	27
4.3.1. Generalidad de diseño	27
4.4. Diseño de UBS.....	46
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenada topográfica de la estación base	23
Tabla 2. Coordenadas topográficas de los BMs	23
Tabla 3. Propiedades de los suelos analizados	24
Tabla 4. Propiedades de los suelos analizados	26
Tabla 5. Beneficiarios del sector Gomispampa	27
Tabla 6. Proyección de población y viviendas a futuro.....	28
Tabla 7. Dotación de agua según tipo de opción tecnológica y región.....	29
Tabla 8. Resumen básico para el diseño	32
Tabla 9. Balance hídrico de la captación “Gomispampa”	33
Tabla 10. Ubicación de la captación “Gomispampa”	34
Tabla 11. Ubicación de la captación “Gomispampa”	35
Tabla 12. Máximas presiones hidrostáticas.....	35
Tabla 13. Cálculo de la línea de conducción	37
Tabla 14. Ubicación del reservorio “Gomispampa”	38
Tabla 15. Dimensiones del reservorio	38
Tabla 16. Resumen de colocación de acero	39
Tabla 17. Redes de distribución - “Gomispampa”	41

Índice de figuras y gráficos

Figura 1. Ciclo hidrológico	11
Figura 2. Periodo de diseño de una infraestructura sanitaria	28
Figura 3. Balance hídrico, oferta – demanda de agua potable, Gomispampa.....	34
Figura 4. Configuración de refuerzo del reservorio	39
Figura 5. Medidas estandarizadas del biodigestor Rotoplas	43

RESUMEN

La falta de saneamiento básico en el caserío de Gomispampa es una problemática que aquejan los ciudadanos año por año, obligándolos a consumir agua sin tratamiento alguno que no garantiza ni las mínimas condiciones de salubridad.

Este trabajo busca realizar el óptimo diseño del sistema de agua potable y UBS del caserío Gomispampa, así contribuir en la mejora de la calidad de vida de sus pobladores.

El diseño consiste en buscar un nuevo manantial con caudal adecuado, mediante una red de tuberías y estructuras hidráulicas este garantice el correcto abastecimiento de agua potable a la población de Gomispampa, además de un sistema de eliminación de excretas.

Se encontró un manantial con el caudal requerido, se diseñó una red de agua potable con diámetros de tuberías que oscilan entre 1 ½" a ¾", un reservorio de 15m³ y un sistema de UBS con biodigestor de 600 litros que brindaran el servicio de saneamiento básico del caserío.

De todos los resultados podemos concluir que se realizó el correcto diseño del sistema de agua potable y UBS del caserío de gomispampa, aunque el diseño de la infraestructura es los más importante, no podemos descuidar la concientización de los pobladores.

Palabras clave: Saneamiento, Ingeniería, diseño de agua.

ABSTRACT

The lack of basic sanitation in the Gomispampa hamlet is a problem that citizens afflict year after year, forcing them to consume water without any treatment that does not guarantee even the minimum sanitary conditions.

This work seeks to carry out the optimal design of the drinking water and UBS system of the Gomispampa farmhouse, thus contributing to the improvement of the quality of life of its inhabitants.

The design consists of looking for a new spring with an adequate flow, through a network of pipes and hydraulic structures, which guarantees the correct supply of drinking water to the population of Gomispampa, as well as a system for the elimination of excreta.

A spring with the required flow was found, a drinking water network was designed with pipe diameters ranging from 1 ½ to ¾", a 15m³ reservoir and a UBS system with a 600-liter biodigester that would provide the basic sanitation service. of the farmhouse

From all the results we can conclude that the correct design of the drinking water and UBS system of the Gomispampa village was carried out, although the design of the infrastructure is the most important, we cannot neglect the awareness of the inhabitants.

Keywords: Sanitation, engineering, water design.

I. INTRODUCCIÓN

El uso del agua se ha multiplicado por seis a nivel mundial en el siglo anterior y actualmente aumenta a un ritmo del 1% anual. Además, es bien sabido que el cambio climático influye en la frecuencia y severidad de los fenómenos naturales extremos como tormentas, inundaciones, sequías y olas de calor, lo que agravará la situación actual de los países que experimentan estrés hídrico y generará problemas similares en áreas que no se ha visto afectado significativamente. Por tal motivo la ingeniería trata de resolver problemas de alcantarillado y saneamiento, así como también en el Perú aún existe problemas para poder abastecer de agua potable y saneamiento a los habitantes, no solamente son los que padecen en lugares de zonas rurales sino también en la misma ciudad donde hay sectores que aún no cuenta con un servicio de primera necesidad y no podemos ser ajenas a estas situaciones. (Rodríguez, 2020)

Se destaca que actualmente alrededor de unos 2200 millones de personas a nivel mundial no tienen agua para el consumo adecuado y 4200 millones, el 55% de la población mundial, carece de una sistematización de saneamiento apropiada, esto conlleva a que 673 millones de personas que representa el 9% del grueso poblacional, sigue practicando la excreta de heces fecales en aire libre, la gran mayoría en Asia meridional. (UNESCO y ONU, 2020)

Asimismo, a **nivel nacional**, El Perú está dentro de los 20 países con más abundancia de agua dulce. Pero, este recurso está mal repartido en el territorio y no se encuentra en los sitios donde hay la mayor necesidad de este líquido fundamental. Así, es la costa del Perú la que concentra a más del 70% de la población, pero únicamente tiene el 1.8% del total de agua que se produce; alrededor del 25% de peruanos no cuentan con agua potable, estando considerada la ciudad de Lima la más frágil y es la capital segunda a nivel mundial establecida en un páramo y únicamente llueve 9 milímetros anualmente. En Perú muchos de los hogares no tienen un servicio de salud básico como lo son el saneamiento, muchos centros poblados, caseríos, o viviendas rurales no tienen el servicio de agua potabilizada ni con un sistema de evacuación de excretas, lo cual lo vuelve un problema de salud (INEI, 2021).

En el país existe una desigualdad muy extensa dentro de los desarrollos de sus infraestructuras, que se caracterizan por la deficiencia dentro de un plan urbano en sus diferentes regiones, lo que retrasa el avance en las diferentes poblaciones tanto rural y urbana, por esta razón los profesionales de ingeniería civil tienen como propósito primordial la mejora de calidad y así poder mejorar la manera de vivir (Remy, 2015).

Se considera actualmente a La Libertad entre las regiones con mayor déficit de servicios sanitarios a **nivel regional**. El suministro limitado de agua de Cajamarca, la ciudad más grande del área, es un excelente ejemplo de este problema. Para el apartado de áreas rurales, son escasas personas las que gozan de acceso a servicios de dicha naturaleza, mientras que quienes los poseen, no gozan del cumplimiento de los requisitos sanitarios, ya que han llegado al final de su vida útil o fueron mal construidos. (Carbajal, 2020).

En la actualidad en la parte baja del caserío la población posee un servicio de agua potable deficiente y carece de un sistema de eliminación de excretas realizando sus necesidades en hoyos secos construidos por ellos mismos o a campo libre, en su parte alta no cuenta con el servicio de agua potable ni un sistema de eliminación de excretas. El hecho de que estos vecinos se abastezcan de agua a través de tuberías que ellos mismos instalaron sin realizar ninguna investigación previa y sin garantizar las mínimas condiciones sanitarias no garantiza que la población esté bebiendo agua de alta calidad. No se dispone de una infraestructura sistemática para la disposición de materia fecal y aguas residuales es inadecuada para la población de Gomispampa. Las inadecuadas prácticas higiénicas del caserío Gomispampa, un sistema de disposición de desechos ausente y aguas residuales, y el sistema incompleto de abastecimiento de agua potable, contribuyen al deficiente saneamiento, lo que provoca el surgimiento de enfermedades gastrointestinales, que afectan principalmente a adultos mayores y niños menores de edad. de cinco. Debido a la falta de servicios esenciales en Gomispampa, algunas familias optan por mudarse allí, lo que no solo incomoda a los turistas visitantes, sino que también le da una pésima reputación al departamento y en particular al distrito de Sarín.

El problema general entonces, en base a lo expuesto previamente, se plantea como: ¿Cuál será el diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad - 2022? **Los problemas específicos**, son planteados de la siguiente manera: PE1: ¿Cuál será el levantamiento topográfico del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión?; PE2: ¿Cuál será la caracterización del suelo del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión?; PE3: ¿Cuál será el diseño óptimo para el sistema de agua potable en el caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión?, PE4: ¿Cuál será el diseño optimo del sistema de UBS del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión.

Con un abordaje **teórico, se puede justificar** el diseño del mencionado sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa ya que mediante el uso de softwares podremos determinar el diseño más adecuado lo cual garantizara un sistema de agua potable y UBS adecuado para el caserío de Gomispampa. En cuanto a la **justificación técnica**, contamos con que el estudio aporta al diseño del sistema de saneamiento con la normativa vigente así mismo se está empleando tecnologías actuales como es el sistema de cloración por goteo, y para las redes del sistema de agua potable se está empleando tubería PVC C -10, se ha considerado válvulas de control, purga y válvulas de expulsión de aire en los lugares específicos donde requiera el sistema para facilitar el mantenimiento de las redes, esto conlleva a brindar un servicio eficiente para garantizar el bienestar de la localidad. Así también como **justificación social** porque Debido a las condiciones actuales del sistema de saneamiento en el caserío de Gomispampa; los pobladores están propensos a contraer enfermedades cuyo origen son las malas condiciones del agua, dicho factor es un atraso económico y social. Un mejor control operacional y disminución de pérdidas de agua potable se logrará con elaboración de diseño de dicho proyecto en el cual beneficiara a la comunidad y así podrán tener acceso a nuevas oportunidades de crecimiento económico y tecnológico, A su vez, la eficiencia será mucho mejor con la intervención de dicha investigación. De esta manera, la localidad no estará expuesta a restricciones de consumo ni del servicio por reparaciones del sistema y labores de mantenimiento en las redes. Finalmente, como **justificación ambiental** ya que el sistema de agua

potable existente se hizo sin considerar los criterios técnicos, existiendo excesos de presión y una mala distribución del caudal, existiendo fugas de aguas debido a la antigüedad de las tuberías y las estructuras, y al no disponer de un sistema de letrización, los pobladores se ven afectados al tener que consumir agua contaminada, debido a la antigüedad de las redes y a una disposición inapropiada de residuos fecales.

Para contrarrestar la problemática actual se está planteando un diseño del sistema de agua potable y UBS con tecnologías recientes.

Como **objetivo general** se tiene: La realización de un diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad -2022. Asimismo, como **objetivos específicos**: OE1: Llevar a cabo el levantamiento topográfico en el caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; OE2: Ejecutar el estudio en mecánica de suelo para el caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; OE3: Ejecutar el diseño del sistema de agua potable para el caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión, OE4: Diseñar el sistema de UBS del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión.

Con lo mencionado líneas arriba solo se propondrá la hipótesis general, puesto que en palabras de Hernández, Fernández y Baptista (2014), solo se formulan hipótesis en estudios descriptivo cuando se pronostica un hecho o dato. Por lo tanto, la hipótesis general sería: El diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad -2022 será técnicamente y económicamente viable.

II. MARCO TEÓRICO

Se examinó una variedad de estudios anteriores para construir el presente proyecto. Cantillo et al. (2022) dijeron en su artículo que su objetivo era estudiar el proceso de tratamiento de aguas sanitarias en canales de drenaje con efecto ambiental y salud de la población. La metodología del estudio en cuestión utilizó un enfoque cuantitativo, descriptivo y se basó en un diseño no experimental, añadiendo como particularidad que en este trabajo se realizó una revisión sistemática de investigaciones pasadas. Los **resultados** mostraron que un sistema tan común en las edificaciones como lo es la red hidráulica tradicional alimentada por el acueducto, se puede alternar con una red alimentada por aguas freáticas y aguas lluvias, generando un gran ahorro al bolsillo del dueño del proyecto, y sobre todo se ayuda de manera positiva al medio ambiente tan afectado en el que vivimos. Finalmente, **concluyeron** que tener agua limpia y sanidad se confirman como objetivos de desarrollo sostenible en los que Colombia necesita hacer énfasis, esto se puede corroborar al hacer una revisión literaria en la cual se resalta la importancia del tratamiento del preciado líquido para los ecosistemas, poblaciones y todos los actores que se ven afectados a raíz de la ineficiencia de los procesos efectuados en el país.

Según el estudio de Lobos (2022), su **objetivo** era usar inteligencia artificial y un algoritmo de red neuronal para encontrar fugas en el sistema de distribución de agua potable de una importante ciudad chilena. La **metodología** de este estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo y de naturaleza no experimental. Los **resultados** muestran que los modelos de redes neuronales exhiben un alto rendimiento (promedio del 97 % y valores superiores al 90 % para todas las clases en el caso de estudio más complicado), lo que valida su uso para la identificación de fugas en redes de gran escala. Finalmente, **concluyo** que un factor que socava la viabilidad de la metodología es el tiempo dedicado a generar los datos de entrada para el modelo, que en este estudio se hizo usando simulaciones hidráulicas y tomó aproximadamente 15 horas para un conjunto de 100 tuberías, o 2% de las tuberías de la red. Se concluye que se necesitará mucho más tiempo para evaluar el estado completo de la red estudiada, lo que requiere producir simulaciones para cada tubería del sistema, dado que las simulaciones se realizaron en la infraestructura

NLHPC, cuyo hardware es significativamente más avanzado que el equipo común. Guerrero (2022), en su investigación sostuvo que; su **objetivo** fue analizar algunos elementos constitutivos para el ahorro y uso de mayor eficiencia del recurso hídrico en diversidad de sectores productivos de corporaciones Colombianas a través de una revisión documental. La **metodología** del trabajo en cuestión se dio por medio de un paradigma cuantitativo, de tipo documental, la población y muestra de estudio estuvo conformada por documentos de tipo digital que obedecieron a los criterios de búsqueda previamente definidos. Los **resultados** mostraron que a través de la revisión de literatura que se dio a los documentos analizados se observó que todas las empresas tuvieron en cuenta como primer paso para la realización de las medidas para el uso eficiente y el ahorro del recurso, la inspección previa de las instalaciones de la empresa en las que se hace uso del recurso hídrico y posterior inspección y diagnóstico de todos los accesorios, equipos y herramientas que se ven involucrados en el abastecimiento del agua. Finalmente, **concluyo** que todos los diseños para el empleo y ahorro eficiente del agua elaborados por las diferentes empresas de los sectores económicos analizadas en la presente revisión de literatura incluyeron dentro de su formulación la estrategia de sensibilización y educación al personal interno y externo que involucra en su actividad comercial, donde el enfoque principal era el uso correcto de los equipos y accesorios y los cambios en hábitos de consumo.

Burítica y Muñoz (2021), en su investigación sostuvieron que; su **objetivo** fue evaluar la factibilidad del uso de las aguas subterráneas de la localidad de Chapinero en Bogotá como medio de captación para una red de aparatos sanitarios en el edificio EAN LEGACY. La **metodología** para dicha investigación fue característicamente cuantitativa y descriptivo, estando basada en un diseño no experimental; teniendo una población y muestra conformada por la universidad EAN LEGACY en la Cl. 79 #11-45. Los **resultados** mostraron que un sistema tan común en las edificaciones como lo es la red hidráulica tradicional alimentada por el acueducto, se puede alternar con una red alimentada por aguas freáticas y aguas lluvias, generando un gran ahorro al bolsillo del dueño del proyecto, y sobre todo se ayuda de manera positiva al medio ambiente tan afectado en el que vivimos. Finalmente, **concluyeron** que las aguas subterráneas de la localidad de Chapinero, específicamente en el área donde se encuentra el edificio EAN LEGACY cuentan

con las características básicas para su respectivo uso. Dichas aguas, pueden ser utilizadas no solo para la descarga de aparatos sanitarios, sino, también para el riego de jardines, entre otras actividades. El uso de este tipo de abastecimiento, aminora el gasto innecesario de agua superficial para labores que no necesitan el uso de agua potable, es por esto que proyectos de investigación de este tipo, toman gran valor ya que, mitigan un poco el daño ambiental generado por los seres humanos.

Lupi, Zaradnik y Canziani (2020), en su investigación sostuvieron que; su **objetivo** fue evaluar los sistemas de monitoreo de la calidad del agua. La **metodología** en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo documental, la población y muestra de estudio estuvo conformada por documentos de tipo digital que obedecieron a los criterios de búsqueda previamente definidos. Los **resultados** indicaron que existen tres categorías de sensores. El primero, que está incluido en prácticamente todos los proyectos y propuestas, está formado por sensores de temperatura, conductividad y pH. En casi el 50% de los sistemas examinados, encontramos turbidez del agua y oxígeno disuelto en el segundo grupo. Una tercera categoría de sensores incluye aquellos que son más especializados, como los de metales, nitratos, etc. Muchos trabajos no especifican el sistema de alimentación, pero los que usan energía solar asumen una estructura mecánica considerable para poder manejar el panel. y las baterías relacionadas. Determinar el consumo del equipo y especificar la autonomía es mandatorio para elegir el sistema de alimentación adecuado. Finalmente, llegaron a la **conclusión** de que si bien se ofrecen muchas tecnologías para el protocolo de comunicación del sistema, nunca se menciona la construcción de una red entre las boyas, lo que indica que el sistema opera según un diseño punto-multipunto.

De manera similar, en el ámbito nacional, Quispe y Gonzáles (2022) sostuvieron en su investigación que el objetivo fue construir sistemas de agua potable y alcantarillado mediante UBS con arrastre hidráulico para las zonas de La Calera, El Ingenio, San Antonio y Los Arriendos. Contando con población y muestra se realiza el área donde se ejecutarán los estudios pertinentes para el Diseño del sistema de agua potable e instalación de UBS. La técnica utilizada en este estudio fue cuantitativa, descriptiva y basada en un diseño no experimental - transeccional.

Finalmente, **concluyeron** que el diseño para agua potable en conjunto con el sistema de saneamiento UBS de arrastre hidráulico con Biodigestor, contribuye a la mejora de las condiciones de vida en los sectores mencionados.

Jibaja (2021), en su investigación sostuvo que; su **objetivo** fue diseñar la infraestructura de agua potable y UBS para mejora de Patacón, caserío en Jaén, Cajamarca, el estudio mecánico de suelos, con la determinación de propiedades físico químicas del agua destinada al consumo humano además del estudio de suelos para brindar el adecuado tratamiento de las aguas residuales. La **metodología** en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, la población está conformado por todos diseños de agua apta para el consumo humano en áreas poblacionales del distrito de Pomahuaca, Jaén, Cajamarca y muestra de estudio estuvo conformada por cada parte del diseño realizado en el Caserío Patacón, distrito de Pomahuaca, provincia de Jaén – Cajamarca. Los **resultados** mostraron que la red de distribución cuenta con un total de 9,943.07 metros de tubería PVC CLASE 10 y con 1,247.77 metros de tubería HDPE PE100, las conexiones domiciliarias están conformadas por un total de 2,612.42 m de tubería PVC CLASE 10 y el sistema de evacuación de excretas consta de Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico (UBS-AH), Pozo Séptico Mejorado y con pozo percolador. Finalmente, **concluyo** que comparando los resultados del Informe de Ensayo C-002-A221-HAJR realizado por el laboratorio acreditado que para la fuente superficial de agua “Quebradas Cañariaco”, los Límites Máximos Permisibles (LMP), indicados en el DS 031-2010-SALUD, cumple con el requerimiento para agua destinada a consumo humano, a excepción de la turbidez el cual cuenta con 67.00 NTU, siendo que rebasa el extremo delimitado en el DS 031-2010-SALUD que es de 5.00 NTU.

Según la investigación de Ávila y Villegas (2020), era necesario eliminar adecuadamente las excretas del Casero de Casumaca y conseguir una mejora en la calidad del agua para el consumo humano. Contando con población y muestra se delimita el área en la que se ejecutan las pericias para el diseño de la infraestructura de agua apta para el consumo humano y la implementación de UBS. La técnica utilizada en este estudio utilizó un enfoque cuantitativo, descriptivo y se basó en un diseño no experimental - transeccional. Los resultados mostraron que

se planifica la ejecución de una ladera para captación, así mismo una implementación de línea conductiva de PVC, de una longitud de 4+881 km, diámetro 2", en conjunto con la implementación de un reservorio apoyado de 15 m³, instalación de redes de distribución de 2", 1 ½", 1" y ¾ " conexiones domiciliarias de diámetro de 1/2", construcción de un pase aéreo de 18 m, con tubería PVC t-10, diámetro 2", instalación de válvulas de purga, instalación de conexiones en viviendas e institución educativa.

Fue planteada la implementación de 100 UBS, de tipo arrastre hidráulico con biodigestor, pozo de absorción, cámara de lodos y caseta para baño, debido a que no se evidenció nivel freático. Finalmente, **concluyeron** que el diseño general presenta, un sistema por Gravedad Sin Tratamiento (SGST) y UBS con arrastre hidráulico (biodigestor). Se establece el monto de inversión en S/. 3,513,855.38.

Rodríguez y Uceda (2020), quienes en su investigación sostuvieron que; su **objetivo** fue desarrollar la investigación del diseño del sistema de agua potable y UBS del Caserío los Higos, Distrito de Santa Cruz de Toledo– Contumaza Cajamarca. La **metodología** en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y estuvo basada en un diseño no experimental - transeccional; teniendo una población y muestra está conformada por 400 habitantes distribuidos en dos sectores, y una densidad poblacional promedio de 5 hab/viv. Los **resultados** mostraron que se logró hacer el modelado hidráulico y diseño de la infraestructura de agua apta para el consumo humano destinado a una totalidad de 400 personas hacia el año 20 y una tasa de crecimiento de 0.28% con un caudal máximo diario de 0.29 lt/seg en el sector 01 y en el sector 02 con una demanda de 0.22 lt/ seg. Se diseñó 2 captaciones tipo ladera, 2 reservorio apoyado de 5 m³ de capacidad, línea de conducción de 1" de diámetro para cada reservorio y una captación con caudal de aforo de 0.46 lt/seg en el sector 01 y en el sector 02 con caudal de aforo de 0.38 lt/seg. Finalmente, **concluyeron** que el diseño del sistema con UBS y tratamiento de agua a través del uso de biodigestor auto limpiable de 600 lt para cada unidad familiar, la cual incluye zanjas de infiltración de 2.70 m de longitud.

Las definiciones utilizadas para la **fundamentación teórica** son las siguientes: Dado que el agua cae naturalmente desde la captación a la línea de conducción al tanque y luego sale a la red de distribución para llegar a las casas a través de las

conexiones domiciliarias en la parte baja de la comunidad, el sistema consigue abastecer de agua al hogar a través de conexiones domiciliarias como una fuente de suministro de alta calidad y sin necesidad de tratamiento (Duran y Torres, 2006). Por el contrario, los sistemas de agua potable, según Arnalich (2010), son aquellos en los que el agua se entrega a los clientes por debajo de una fuente alta por gravedad. La energía potencial que posee el agua en virtud a su altura se emplea en el proceso de desplazamiento.

Con lo mencionado anteriormente tenemos **los componentes del sistema de abastecimiento de agua**: captación, líneas de conducción, reservorio, red de aducción y conexión domiciliaria, las cuales describiremos a continuación:

El proceso hidráulico comienza con la captación y luego se lleva a través de una línea de conducción hasta el reservorio (Duran y Torres, 2006). Según Bocek (2010), La cantidad de agua disponible para el riego de huertos, bebederos para animales, acuicultura y fines residenciales se puede aumentar considerablemente extrayendo agua de una cuenca y conduciéndola a estanques de reserva.

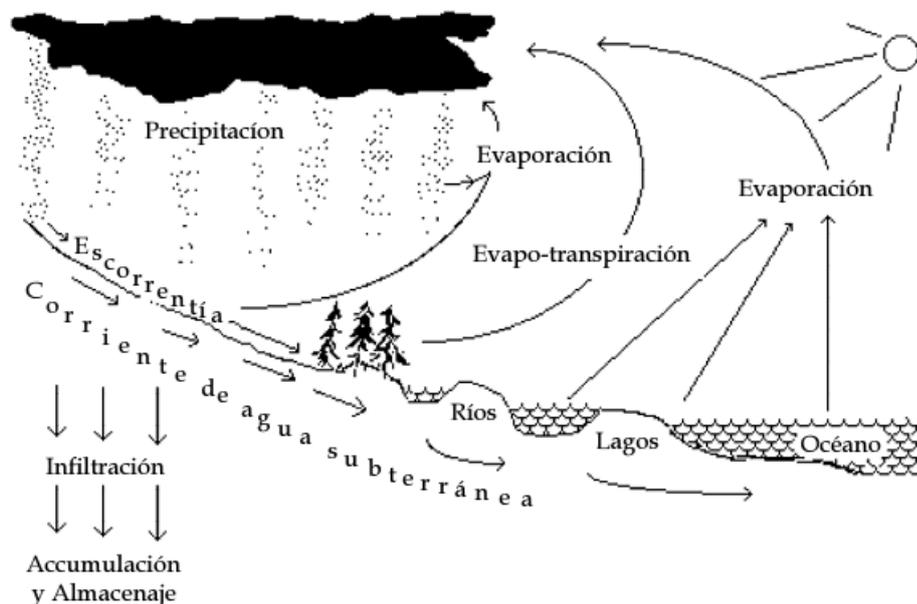


Figura 1 Ciclo hidrológico

Fuente: Tomado de *Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural*. (Bocek, 2010).

El ciclo hidrológico, visto en la figura 1, es la circulación global del agua en todas sus formas. En momentos específicos durante este ciclo, el hombre es capaz de captar agua de manera eficiente. La mejor técnica para almacenar agua puede elegirse conociendo cómo se mueve el agua de la tierra.

Las líneas de conducción, un tramo de tubería que se usa para transportar agua desde una captación hasta la ubicación de un reservorio, también se pueden equipar con accesorios como válvulas de aire, cámaras rompedoras de presión para las áreas de mayor altitud y válvulas de purga para las secciones más bajas (Duran y Torres, 2006). Según Días (2004), la línea de conducción, un conducto que lleva el agua desde el sitio de recolección hasta el reservorio, es un sistema basado en la gravedad. En el caso de ser el origen, agua superficial, la instalación de tratamiento se sitúa a lo largo de su longitud.

Se utiliza una instalación de almacenamiento de hormigón armado conocida como **reservorio** para almacenar agua antes de que se disperse a las áreas apropiadas de la población (Duran y Torres, 2006). Según Días (2004), el embalse es la estructura utilizada para almacenar agua para asegurar el flujo regular durante el día.

La **red de aducción**, o red de tuberías encargada de mover el agua contenida en el reservorio en su camino hacia los domicilios, es diseñada considerando el diámetro de dichas tuberías, las características topográficas y el estudio de tipo hidráulico (Duran y Torres, 2006).

La **conexión domiciliaria** es la instalación de un elemento de registro de control y la conexión de un servicio público a un edificio o área pública a través de una red principal (Duran y Torres, 2006).

Asimismo, tenemos a las **unidades básicas de saneamiento (UBS)** como otra teoría relacionada con esta investigación donde Michaud, Pearce y Simon (2012), indican que Las Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) se construyen en respuesta a la demanda domiciliaria, en donde se dispone de la opción de seleccionar entre una variedad de opciones de saneamiento básico. Las UBS tienen paredes hechas de ladrillo o bloques de cemento que miden típicamente 1,80 metros de largo por 1,30 metros de ancho y entre 1,90 y 2,05 metros de alto.

Además, poseen plantas de hormigón armado, techos de lámina de zinc (algunos además de fibrocemento y hormigón armado), puertas de madera y techos compuestos en su mayoría por tejas de barro. Las unidades cuentan con fregadero (dentro de la unidad), área de ducha, puntos de suministro de agua, tuberías de drenaje de aguas residuales, instalaciones eléctricas para iluminación interior, inodoro con arrastre hidráulico (del tipo convencional, con tanque conectado al servicio de suministro de agua), una tubería de drenaje de 110 mm conectada a una fosa séptica para el manejo de aguas residuales (con o sin revestimiento interior de ladrillo con juntas verticales abiertas)

(Planos que exponen gráficamente los detalles técnicos de las UBS han sido incluidos en la sección de anexos).

El sistema de saneamiento rural, por su parte, cuenta con biodigestores, los cuales emplean con una vía de ingreso para observar las aguas de deshecho, además de una zona destinada para la desintegración de las mismas, para lodos, una vía de salida y para líquidos, salida hacia la zanja de filtración, según Durán y Torres (2006). Permiten el uso de heces en fertilizantes y la prevención de problemas de contaminación del agua y del medio ambiente, como olores desagradables o un refugio para insectos que pueden propagar enfermedades. Se dice que los biodigestores son una tecnología que le da a la basura una segunda oportunidad para generar electricidad de manera sustentable.

Con lo mencionado líneas arriba, también se tiene que mencionar como teorías el diseño de red de agua potable y diseño del sistema de saneamiento, los cuales describiremos a continuación:

Diseño de la red para el abastecimiento de agua. Dado que el 70% del peso corporal de un individuo es agua, este sistema de abastecimiento de agua potable tiene como principal objetivo abastecer mejor y adecuadamente a la población. Dado que este líquido es fundamental para la supervivencia y se entregará en cantidad y calidad suficiente para satisfacer la demanda, la población se verá mejorada y adecuadamente abastecida. Se consideran agua potable todas las aguas que cumplen las directrices de la Organización Mundial de la Salud, que especifican la

cantidad mínima de sales minerales disueltas que debe tener un agua para ser considerada apta para el consumo humano.

Podemos afirmar que el agua potable es todo elemento hídrico apto para el consumo por seres humanos, sin provocar enfermedad o daño (Ministerio de Vivienda, 2012).

Elaboración de la infraestructura de saneamiento: La función primordial de la infraestructura de saneamiento es la movilización de aguas de residuo, referidas también como agua domiciliaria contaminada en compañía de desechos hídricos pluviales. (Ministerio de Vivienda, 2012).

El propósito del **diseño del sistema de saneamiento** es eliminar el agua contaminada que ha sido utilizada para abastecer las viviendas. Estos fluidos se denominan aguas residuales y también eliminan residuos pluviales (Ministerio de Vivienda, 2012).

Como **enfoques conceptuales** tenemos:

Agua Potable: Elemento hídrico básico para el sostenimiento de la vida, tratado para consumo por seres humanos. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

Aguas Servidas: Producto de las viviendas, establecimientos industriales y poblacionales, conteniendo arrastre de detritus y suciedad. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

Aguas Subterráneas: Componente del ciclo hidrobiológico. Líquido elemento precipitado a través de fenómenos pluviales, fracción percolada en el suelo por efecto gravitacional, con descenso hasta estrato geológico impermeable que la contiene y asiste su circulación como agua subterránea. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

Alcantarillado: Ducto por el cual discurren las aguas de deshecho. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

Calidad de agua: Propiedades de naturaleza física, química y biológica del agua que determinan su aptitud para el consumo por seres humanos sin generar enfermedad, en conjunto con su aspecto, olor y sabor.

Caserío: Grupo de domicilios rurales no pertenecientes a un pueblo.

Caudal máximo diario: En una observación de extensión anual, es el caudal más alto registrado en un día, ignorando consumos por incendios y pérdidas. (Mott, 2006)..

Clasificación de suelos. Se han creado nuevas formas de clasificación gracias a la ingeniería, siendo cada método único en cuanto a sus usos y fundamentos, siendo los sistemas AASHTO, SUCS, y por tamaño de partículas. (Braja, 1985).

Coefficiente de Fricción: O cociente para la rugosidad (Manning), en las canalizaciones, establece la resistencia al flujo. (Mott, 2006)..

Conexión predial Múltiple: Sirve a varios usuarios, por definición.

Contaminación del medio ambiente: Proceso de cambios y alteraciones al entorno natural por medio de construcciones, con alteración debida al mal uso del agua en la vida cotidiana. (Garmendia et al. 2005).

Depresión: Decenso experimentado en el nivel del agua al ser sometido al bombeo o al flujo natural de pozo (Mott, 2006).

Diseño de redes de agua: Redes en conexión para conseguir abastecimiento de una población determinada. (Mott, 2006)..

Dotación: Cantidad de agua en volumen utilizada por una personada al día para cubrir sus requerimientos vitales (lit Hab/día) (Mott, 2006).

Estudio de impacto ambiental. Procedimientos pertinentes dada la finalidad de evitar, disminuir y controlar a niveles mínimos el impacto ambiental, la práctica de los mencionados protocolos técnicos permite describir la potencialidad de las actividades para causar daño al entorno o medio natural en donde se realiza el proyecto. (MINAM LEY N° 28611)

Impacto Ambiental: Consecuencia de la intervención humana o de la reacción del medio natural (Garmendia et al. 2005).

Índice de plasticidad. Condición de comportamiento plástico del suelo, en este nivel se encuentra la humedad relativa. Puede definirse como la diferencia entre líquido y plástico (límites) (MTC, 2014).

Levantamiento Topográfico: Disciplina que engloba la totalidad de metodologías para la medición, difusión y proceso para la data acerca de la superficie terrestre. (Zeiske, 2000).

Límite líquido. Rango de humedad contenido desde la delimitación líquida hasta la delimitación de tipo plástica. (MTC, 2014).

Límite plástico. Conforme se incrementa la concentración en humedad, se aprecia una transición del suelo de semisólido a plástico, medido por porcentaje de peso seco al horno de la muestra. (MTC, 2014).

Periodo de Diseño: Proyección temporal dimensionada de acuerdo a la expectativa de desarrollo en el campo del proyecto. (Mott, 2006)..

Propiedades físicas del suelo: Existe una fuerte influencia de las características físicas del suelo en cuanto a su propósito, dicho estado define la rigidez, resistencia y facilidad de penetración de raíces, aeración y capacidad para drenaje y almacenaje de agua, así como su plasticidad y retención de nutrientes. Comprender las propiedades del suelo en el apartado de afectación al crecimiento de plantas y la influencia de la actividad humana en la misma es esencial para cualquier individuo que trabaje la tierra. Es, así mismo, importante preservar el suelo en sus mejores condiciones. (Fernández, 1991).

Suelos: Conjunto de minerales en forma de partículas, que surgen como producto de la descomposición química y desintegración física de las rocas. (Juárez y Rico, 2005).

Unidad básica de saneamiento: Letrina con tratamiento para aguas residuales ya sea con arrastre hidráulico o compostera.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación: Aplicada, debido a que toma en cuenta los fines prácticos en cuanto a los conocimientos que se pretende adquirir, en adición a su estrecha relación con la investigación básica, cuyas conclusiones teóricas permiten el desarrollo de aplicaciones prácticas (Neill y Cortez, 2017, p. 31). En esta investigación se tomó como referencia investigaciones en mecánica de suelos, topografía, población, y otros necesarios para idear y estructurar la infraestructura de agua potable y UBS para el caserío Gomispampa.

De la misma manera, el nivel de investigación será descriptivo, ya que tiene como objetivo identificar rasgos y características clave de cualquier tema en estudio. Discute tendencias demográficas o grupales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 92). En este estudio se detalló el mejor enfoque de diseño para el sistema de agua potable y sistema UBS para el caserío Gomispampa.

Similar a cómo Aupas et al. (2014) describieron, la metodología de la presente investigación es de tipo cuantitativa, se emplearán valores numéricos para evaluar la hipótesis utilizando métodos estadísticos de correlación. Por otro lado, un estudio se considera cuantitativo, según Muñoz (2016), si se utilizan procedimientos experimentales para evaluar las hipótesis utilizando datos numéricos (p. 137). El objetivo de este proyecto fue desarrollar un sistema adecuado de agua potable y UBS para el caserío Gomispampa, teniendo en cuenta también una serie de factores técnicos, incluidos estudios de naturaleza poblacional, topográficos y de mecánica de suelos, entre otros. Se definieron, desarrollaron y probaron los objetivos, preguntas de investigación, hipótesis y variables de las preguntas para llevar a cabo este estudio. Luego se evaluaron los hallazgos utilizando técnicas de estadística descriptiva y se extrajeron conclusiones.

3.1.2 Diseño de investigación: Siguiendo una naturaleza de investigación transaccional no experimental, Hernández y colaboradores (2014) afirman que, en la investigación no experimental, las variables no se modifican a propósito como lo hacen en entornos de laboratorio; más bien, son examinados y observados en sus ambientes naturales; la naturaleza transaccional resulta del hecho de que los datos se recopilan en una sola instancia (p.154). Por su parte, Neill y Cortez (2017) señalan que ni se crean grupos de estudio ni el investigador ejerce ningún control sobre la variable independiente, un control crucial en la investigación experimental. (p. 73), y es transaccional ya que los vínculos entre una serie de variables se examinan rápidamente (p. 34).

La manipulación de las variables para la intra y UBS no está prevista en este estudio, y tampoco habrá grupos de control. En su lugar, dicha variable será observada durante un tiempo predeterminado para ser medida y analizada. En consecuencia, la investigación es de carácter no experimental y transversal.

3.2. Variables y operacionalización

Variables de estudio:

Variable 1: Diseño del sistema de agua potable y UBS

Definición conceptual: El diseño del sistema de agua potable y UBS, consiste en identificar otra captación fuera de la existente para poder abastecer con el servicio de agua a los pobladores que no les llega este servicio y buscar un sistema para poder evacuar y tratar las aguas residuales, el cual tendrá que regirse de acuerdo al RNE y al PNSR

Definición operacional: El diseño del servicio de agua potable se desarrollará utilizando mediciones realizadas en campo, procesando los datos, delimitando con certeza la aptitud por medio de estudios y pruebas hechas con equipamiento laboratorial y se desarrolla siguiendo paramétricas derivadas del uso de la toma de datos zonales considerando las implicancias medioambientales, en otras palabras, la delimitación zonal en la que el proyecto en cuestión será llevado a cabo, y utilizando costos de acuerdo al costo del proyecto.

Dimensión: Estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, diseño del sistema de agua potable y diseño de UBS

Indicadores: Área de estudio, perfiles longitudinales, contorno, nivel y trazado, granulometría, contenido de humedad, limitaciones de consistencia, caudal de captación, presión, diámetro de tubería, caudal de diseño, profundidad de pozo o zanja de infiltración y asimetría del terreno.

Escala de medición: Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población: “Es el conjunto de todos los elementos (unidades analizadas) que pertenecen a un ámbito espacial donde se desarrollara el trabajo de investigación” (Carrasco, 2006). Para esta investigación la **población** fué el área de estudio del sistema de agua potable y saneamiento rural del Caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad.

- **Criterios de inclusión:** Según Arias (2020), un participante debe cumplir con requisitos específicos o poseer un determinado conjunto de cualidades para ser tomado en cuenta para el estudio. Debido a esto, se escogió como región de investigación para este examen el sistema de agua potable y saneamiento rural Casero de Gomispampa, distrito de Sarn, provincia de Sánchez Carrión - La Libertad.
- **Criterios de exclusión:** Son las características o condiciones únicas que tienen los individuos, según Arias (2020), y que pueden afectar o modificar los hallazgos, haciéndolos no electivos para la investigación. Por esta razón, cualquier lugar fuera de la esfera de efecto del proyecto no se incluye en este estudio.

3.3.2 Muestra: Es un subconjunto o segmento representativo de la población, y sus principales cualidades son la objetividad y la representatividad de la población (Carrasco, 2006, p. 47). El Casero de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión - La Libertad sirvió como muestra de investigación para el sistema de agua potable y saneamiento rural.

3.3.3 Muestreo: De naturaleza no probabilística ya que no se hizo al azar. pags. 48 de Carrasco (2006). Se determinó tomar muestras de la región más afectada que se pudiera encontrar.

3.3.4 Unidad de análisis: Son todos los caseríos del distrito de Sarín Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Incluye el desarrollo y uso de tácticas particulares destinadas a seleccionar los datos requeridos. (2018) Hernandez y Torres En este estudio se utilizó el análisis documental como método de recolección de datos para buscar información relevante al tema a tratar en la tesis en publicaciones como revistas, libros especializados en el tema, artículos, tesis de investigación, y el método de observación sistemática porque ayuda a recopilar la información requerida para medir los indicadores de la variable (diseño del sistema de agua potable y UBS).

Instrumentos de recolección de datos

Según Neill y Cortez (2017), refieren en el marco de elemento de valor para el investigador en el recojo y almacenamiento de datos importantes acerca de sus variables. (p.135). Para poder ejecutar la elaboración de la infraestructura de agua potable y UBS se hizo empleo de la herramienta para la toma de datos las fichas técnicas de datos para poder recopilar información de acuerdo a las dimensiones planteadas que son topográfica, estudio de mecánica de suelos y otros para posteriormente utilizar estos datos en el diseño del sistema de agua potable y UBS.

Validez

La exactitud, precisión y coherencia de los hallazgos. (2018), p.55 (Cabezas et al.). La investigación de campo y las pruebas de laboratorio se utilizarán para validar el estudio, y ambas se realizarán de acuerdo con las leyes y normas más recientes establecidas por organizaciones de pruebas geotécnicas nacionales y mundiales acreditadas, incluidas MTC, NTP, ASTM y AASHTO. Finalmente, y para incrementar el grado de legitimidad, se realizará una revisión exhaustiva de los criterios bajo la guía de un experto. Este irá acompañado de un completo panel fotográfico de los avances, procedimientos y ensayos.

Confiabilidad

“La medida en que una herramienta de medición captura la variable para la que está diseñada. (2014) Hernández y Fernández. Dar a los datos recopilados un alto grado de autenticidad es el principio principal de confiabilidad. Para ello,

consultores externos con amplia experiencia en campo, integrados por un equipo técnico capacitado y un staff de ingenieros especializados, brindarán orientación para el levantamiento topográfico, la formulación de los ensayos y la elaboración de informes”.

3.5. Procedimientos

La ejecución del presente trabajo fue desarrollada en 4 etapas, descritas de a continuación:

i. Análisis de información

Se tomó referencias bibliográficas y se buscó información sobre el diseño de sistema de agua potable y saneamiento rural o afines gestores de búsqueda de renombre.

ii. Trabajo de campo

Se viajó a la zona de estudio para hacer una inspección visual del terreno, para realizar el levantamiento topográfico que es la primera fase al estudio técnico del terreno, siendo así que para poder lograr un levantamiento topográfico con gran exactitud y precisión se utilizó como herramienta el equipo GPS diferencial de la marca CHCNAV i90, para lo cual se determinaron como puntos de referencia 3 BMs y una estación base con el cual se pudo establecer el diferencial de nivel en el apartado de planimetría, así también en altimetría de puntos, de modo que se obtiene el diferencial del nivel del terreno de interés, útil para la obtención de una precisa representación del área natural en la que se ejecuta el proyecto.

Asimismo, también se realizaron 07 calitas (01 en la captación, 02 en la línea de conducción, 1 en el reservorio, 3 en redes de distribución) para la extracción de muestras de suelo para posteriormente realizar el estudio de mecánica de suelos.

iii. Parte experimental (a)– laboratorio de suelos – muestras de suelos

Se procederá con el cuarteo del material de acuerdo con la norma MTC E105 en lo que se refiere a las muestras de suelo tomadas de los pozos descritos en el trabajo de campo con el fin de adquirir muestras representativas para efectos de realizar los ensayos correspondientes. Luego de la recolección

de muestras representativas de los 7 pozos, las muestras representativas se sometieron a pruebas de límites de consistencia basadas en el estándar MTC E después de que se completó el análisis granulométrico de suelos mediante tamizado de acuerdo con el estándar MTC E 107. 110. Abocándonos a las conclusiones arrojadas por los estudios de la granulometría y límites de consistencia de las muestras representativas de las calicatas se continuó con la tipificación de suelos por medio de SUCS y AASHTO. Finalmente se determinó la capacidad portante del suelo mediante el ensayo triaxial.

iv. Trabajo de gabinete

Luego se procederá a procesar la información procedente del levantamiento de topografía y ensayo de laboratorios, para así poder realizar un adecuado diseño del sistema de agua potable y UBS con la ayuda de softwares especializados.

3.6. Método de análisis de datos

El proceso y sistematización de la data se realizará en formatos Excel establecidos para cada uno de los ensayos usados por el laboratorio: JVC CONSULTORIA GEOTÉCNICA SAC de la ciudad de La Libertad. Emplearemos técnicas que han sido aprobadas por estándares internacionales y nacionales, y compararemos los resultados con los requisitos técnicos más recientes para examinarlos. Además, deberán tenerse en cuenta los requisitos y especificaciones técnicas conocidas en las normas de diseño. Utilizando el marco teórico como guía, se intentará que sea un proyecto que satisfaga todas las expectativas en cuanto a seguridad, servicio, economía y estética. Utilizaremos aplicaciones como AutoCAD Civil 3D y WaterCAD para facilitar el procesamiento de datos. Tampoco se contratará la hipótesis por tratarse de una investigación descriptiva y la hipótesis sugerida no muestra una conexión o causa y efecto entre las variables.

3.7. Aspectos éticos

Los eventos investigativos se rigen por el Código de Ética de esta universidad, según la Guía para la Elaboración de Productos de Investigación de Fin de

Carrera de la Universidad César Vallejo, publicada en 2022. Según dicho instrumento, en la formulación de esta se siguieron los siguientes lineamientos fundamentales de investigación:

En cuanto a la beneficencia, se creará el sistema de agua potable y UBS, se realizarán las pruebas por especialistas en mecánica de suelos y pavimentos en el laboratorio de CASA GRANDE SAC en la ciudad de La Libertad, y se tomarán los datos de acuerdo con NTP y Normas internacionales de ASTM, todo bajo la dirección y aprobación de ingenieros consultores. El levantamiento topográfico también se realizará con equipos debidamente calibrados. El ingeniero consultor examinó la precisión de los datos recopilados y la aprobación de la prueba. El procesamiento de datos será supervisado por ingenieros de métodos que se asegurarán de que los datos sean confiables y los resultados precisos. Los hallazgos del estudio se utilizaron para llegar a conclusiones y ofrecer sugerencias para más investigaciones. Las sugerencias y observaciones del ingeniero consultor se tuvieron en cuenta en varias fases del proceso de estudio.

Asimismo, conforme a la no maleficencia, en la ejecución de la investigación presente no se dañó a ningún integrante o participante del mismo, así como se respetó todas las normas y procedimientos para llevar a cabo esta investigación.

También tenemos la autonomía, que respecto a este principio de autonomía se tomó decisiones de manera conjunta, tanto la parte del investigador, asesor y consultores externos con la finalidad de llegar a un consenso adecuado respecto a cada requerimiento necesario para la culminación de la presente investigación.

Por último, de acuerdo con el apartado de justicia, la investigación respetó la privacidad y confidencialidad de los resultados de otras investigaciones, así como la propiedad intelectual, haciendo el debido uso de las fuentes bibliográficas del material expuesto, y evitando el plagio parcial o total. estudio realizado por otros escritores.

IV. RESULTADOS

4.1. Levantamiento topográfico

En el siguiente apartado, se exponen los resultados de campo mostrando los puntos de control y los BMs de referencia con los cuales se desarrolló el proyecto:

Tabla 1 Coordenada topográfica de la estación base

Estación	Este	Norte	Altitud	Ubicación
Base 01	180491.0781	9122451.028	3157.123	Plaza

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Coordenadas topográficas de los BMs

N° BM	COTA	COORDENADAS		UBICADO
		ESTE	NORTE	
BM-01	3384.261	179435.7081	9122269.636	PIEDRA FIJA
BM-02	3352.332	179625.7121	9122221.699	PIEDRA FIJA
BM-03	3288.161	180052.6671	9122267.398	ESQUINA RESERVORIO

Fuente: Elaboración propia

Las coordenadas UTM del punto de control base se muestran en la Tabla 1; De manera similar, la Tabla 2 muestra las coordenadas topográficas de los BM que se colocaron estratégicamente en el campo para recopilar datos precisos, procesarlos y crear una representación gráfica del terreno natural. Con esta información fue posible elaborar los planos topográficos que se muestran en el Anexo 9 - LAM PT-01, los cuales serán requeridos para la ubicación y ubicación del punto base de control.

4.2. Estudios de mecánica de suelos

Para clasificar las muestras del estado natural de los 6 pozos de estudio según SUCS y AASHTO, se realizaron las pruebas estándar de análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107) y límites de consistencia (MTC E 110). Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3 Propiedades de los suelos analizados

Muestra	Cota	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% GRAVA	% ARENAS	% FINOS	S.U.C.S.	AASHTO
C - 1	3445.00	31	23	8	52.64	16.90	30.46	GM	A-2-4 (0)
C - 2	3360.00	28	18	10	23.51	19.86	56.63	CL	A - 4 (5)
C - 3	3200.00	47	22	25	21.84	6.54	71.61	CL	A-7-6 (14)
C - 4	3372.00	30	20	10	17.73	17.63	64.64	CL	A-4 (6)
C - 5	3158.00	32	22	10	24.76	16.56	58.68	CL	A-4 (5)
C - 6	3152.00	31	22	9	25.28	17.51	57.21	CL	A-4 (5)

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los hallazgos de la tabla 3, es claro que la muestra tomada de la calicata C-1 cumple con los requisitos granulométricos, con un porcentaje de gravas igual a 52.64%, un porcentaje de arenas igual a 16.90% y un porcentaje de finos igual a al 30,46%. Asimismo, este suelo presenta un valor límite plástico (LP) de 23%, un valor límite líquido (LL) de 31% y un índice de plasticidad (IP) de 8%. Por último, pero no menos importante, el suelo está clasificado por S.U.C.S. como grava limosa con arena (GM) y por AASHTO como suelo bueno (A-2-4 (0)).

Con un porcentaje de grava igual al 23,51%, un porcentaje de arena igual al 19,86% y un porcentaje de finos igual al 56,53%, se demuestra un requerimiento granulométrico de la muestra tomada de la calicata C-2 para cumplir con la distribución de granos. De igual forma, este suelo presenta un valor límite plástico (LP) de 18%, un valor límite líquido (LL) de 28% y un índice de plasticidad (IP) de 10%. Por último, pero no menos importante, el suelo está categorizado por S.U.C.S. como arcilla de baja plasticidad con arena (CL) y por AASHTO como muy buen suelo (A-4 (5)).

Se comprueba un criterio granulométrico de la muestra tomada de la calicata C-3 para cumplir con la distribución de granos, siendo los porcentajes de grava, arena y finos de 21.84%, 6.542% y 61.6%, respectivamente. Asimismo, este suelo presenta un valor límite plástico (LP) de 22%, un valor límite líquido (LL) de 47% y un índice de plasticidad (IP) de 25%. Por último, pero no menos importante, el suelo está categorizado por S.U.C.S. como una arcilla de baja plasticidad con grava (CL) y por AASHTO como un suelo muy pobre (A-7-6 (14)).

Un criterio granulométrico para la muestra tomada de la calicata C-4 se comprueba que cumple con la distribución de granos, siendo los porcentajes de grava, arena y finos de 17.73, 17.63% y 64.64%, respectivamente. Asimismo, este suelo presenta un valor límite plástico (LP) del 20 %, un valor límite líquido (LL) del 30 % y un índice de plasticidad (IP) del 10 %. Por último, pero no menos importante, el suelo está categorizado por S.U.C.S. como una arcilla de baja plasticidad con grava con arena (CL), y por AASHTO como un suelo bueno (A-4(6)).

Con un porcentaje de grava igual a 24.76%, un porcentaje de arena igual a 16.56% y un porcentaje de finos igual a 58.68%, se presenta un requerimiento granulométrico de la muestra tomada de la calicata C-5 para cumplir con la distribución de granos. De igual forma, este suelo presenta un valor límite plástico (LP) de 22%, un valor límite líquido (LL) de 32% y un índice de plasticidad (IP) de 10%. Por último, pero no menos importante, el suelo está categorizado por S.U.C.S. como arcilla con grava de baja plasticidad con arena (CL), y por AASHTO como un suelo bueno (A-4(5)).

Por último, se demuestra que la muestra tomada de la calicata C-6 cumple con los criterios granulométricos, con un porcentaje de grava igual al 25,28 %, un porcentaje de arena igual al 17,51 % y un porcentaje de finos igual al 57,21 %. . De igual forma, este suelo presenta un valor límite plástico (LP) de 22%, un valor límite líquido (LL) de 31% y un índice de plasticidad (IP) de 9%. Por último, pero no menos importante, el suelo está categorizado por S.U.C.S. como arcilla con grava de baja plasticidad con arena (CL), y por AASHTO como un suelo excelente (A-4(5)).

4.2.1. Estudios de resistencia de los suelos analizados

Se realizó los ensayos de compresión triaxial consolidado no drenado CU (NTP 339.164), solo a dos muestras (captación y reservorio) cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4 Propiedades de los suelos analizados

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CU				
MUESTRAS	Cohesión (kN/m ²)	Angulo de Fricción (°)	Módulo Young (kN/m ²)	de Euu
C-1	14.16	34.57	1052	
C-4	11.50	34.48	2176	

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis geotécnico de cimentaciones cuadradas poco profundas con el fin de determinar la capacidad portante admisible (norma NTP E-050) para diferentes alturas de cimentación (Df) con diferentes cimientos. Esto se hizo con base en los resultados de los ensayos consolidados de compresión triaxial no drenada CU (Cohesión, ángulo de fricción y módulo de Young). Es importante notar que, para el tipo de suelos cohesivos en estudio, el ángulo de fricción es despreciable, por lo que se considera 0 para todos

Tomamos como base la norma NTP e-050 para establecer la capacidad de carga permisible, aplicando la siguiente ecuación:

qd = Capacidad Ultima de carga en la base = Presión vertical de hundimiento.

$$q_u = q_d = c N_c S_c i_c F_{ct} + q' N_q i_q F_{qt} + 0.5 \gamma' B^* N_y S_y i_y F_{yt}$$

donde:

N_c, N_q, N_y = Factores de capacidad de carga

S_c, S_y = Factores de forma

i_c, i_q, i_y = Factores por la inclinación de la carga

F_{ct}, F_{qt}, F_{yt} = Factores por la proximidad de la cimentación a un talud.

γ' = peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación

q' = esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Entonces, se continuó con la realización de los diferentes procedimientos analíticos en cuanto a las diversas alturas de cimentación (Df) de sección diferente. (Ver anexo 6)

Obteniendo como resultado una capacidad de carga admisible de 0.70 Kg/cm² con un Df de 0.60 m, los cuales serán tomados en el diseño del reservorio.

4.3. Diseño del sistema de agua potable

4.3.1. Generalidad de diseño

En cuanto a los principios generales del diseño, estarán muy influenciados por una serie de variables, incluidas las condiciones climáticas, los niveles de vida, la actividad económica y el hábito regular de poblacional en materia de consumo. Estas variables sirven como indicadores, pero no afectan directamente nuestra capacidad para realizar y calcular los flujos que nos permitirán completar un diseño efectivo. para la instalación de este sistema de agua por parte de UBS.

4.3.1.1. Periodo de diseño

Para el presente proyecto se tomó como periodo de diseño 20 años de vida útil, el cual se consideró en base a la Resolución Magisterial 192-2018-Vivienda.

4.3.1.2. Población actual

La determinación poblacional fue obtenida mediante un empadronamiento de los beneficiarios del área de estudio. El cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5 Beneficiarios del sector Gomispampa

Caserío	Población	Viviendas	Densidad
<i>Gomispampa</i>	<i>342</i>	<i>77</i>	<i>4</i>

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3. Tasa de crecimiento

Para definir y estimar la tasa de crecimiento poblacional, se usaron datos de padrones tomados en el área de estudio e información de los cuatro últimos censos nacionales realizados por INEI, a nivel de región, provincia y distrito. (Ver anexo 8)

Posterior para realizar el cálculo de la tasa de crecimiento por el método aritmético y geométrico a nivel de región, provincia y distrito, según el RNE. En la Norma OS.050, numeral 4.3, se debe tomar la tasa a nivel de distrito y/o provincia.

Para esta investigación se optó por tomar la tasa aritmética de 0.47%.

4.3.1.3. Población de diseño

La población futura del sector de intervención del caserío Gomispampa se obtuvo utilizando el método aritmético, mediante la siguiente fórmula: (Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento. 2018)

$$P_d = P_i * (1 + r * t / 100) \dots \dots (1)$$

Donde:

- Pi:** Población inicial (habitantes)
- Pd:** Población futura o de diseño (habitantes)
- r:** Tasa de crecimiento anual (%)
- t :** Período de diseño (años)

Para el presente trabajo, fue diseñada una población a proyección futura individualmente por sector que recibirá abastecimiento a través de captación no dependiente como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6 Proyección de población y viviendas a futuro

Año		Población	Vivienda
Base	2022	342	77
1	2023	344	77
2	2024	345	78
3	2025	347	78
4	2026	348	78
5	2027	350	79
6	2028	352	79
7	2029	353	80
8	2030	355	80
9	2031	356	80
10	2032	358	81
11	2033	360	81
12	2034	361	81

13	2035	363	82
14	2036	364	82
15	2037	366	82
16	2038	368	83
17	2039	369	83
18	2040	371	84
19	2041	373	84
20	2042	374	84

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados de la tabla anterior, donde se indica las poblaciones futuras, para lo cual utilizaremos como población de diseño 374 habitantes.

4.3.1.4. Dotación

Se tomó 80 (l/hab/d) debido a las características y ubicación de la zona de estudio,

Según el R.M 192-2018-Vivienda, p.31.

Tabla 7 Dotación de agua según tipo de opción tecnológica y región

Región	Sin arrastre hidráulico (l/hab/d)	Con arrastre hidráulico (l/hab/d)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: Ministerio de Vivienda. Construcción y Saneamiento. 2018

Conocida la dotación (l/hab/d).

Se halló el consumo diario promedio en un año, el cual se empleará para el diseño de la capacidad del reservorio y para estimar el caudal máximo diario y máximo horario.

El consumo máximo diario, se utiliza para el diseño de la línea de conducción.

El consumo máximo horario, se utiliza para el diseño de las redes de aducción y distribución.

Variaciones de consumo

Para estimar el caudal máximo diario y caudal máximo horario el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) nos indica que se puede adoptar coeficientes, al no contar con un análisis de información estadística verificada:

Donde se tomarán los coeficientes k_1 y k_2 :

Coefficiente de la demanda diaria	$k_1 = 1.30$
Coefficiente de la demanda horaria	$k_2 = 2.00$

Consumo promedio anual

Sera usado para el diseño de medidas interiores de la estructura del reservorio de modo que se posibilite obtener una estimación total horaria y diaria del consumo, se determina mediante la siguiente ecuación según el (R.M 192-2018-Vivienda, p.31).

$$Qp = \frac{Pf * Dotación}{86400} \quad (2)$$

Donde:

Qp = Caudal promedio (l/s)

Pf = Población futura (Hab)

Dotación = (l/hab/día)

Haciendo empleo de los datos poblacionales obtenidos y la dotación sugerida, se consolidó por consumo promedio anual el valor de 0.35 l/s.

Pérdidas de agua en el sistema

Siempre para diseñar se tiene que considerar una cantidad de perdidas en el sistema, para lo cual en nuestro proyecto se considerará el 25% en pérdidas.

$$Q_{pp} = Q_p * 1.25 \dots (3)$$

Donde:

Q_{pp} = Caudal promedio con pérdida (l/s)

Q_p = Caudal promedio (l/s)

Entonces, el caudal promedio anual nuevo es de 0.44 l/s.

Consumo máximo diario

Servirá para calcular las redes de aducción y distribución, se considera $K_1 = 1.30$, y se calcula con la siguiente ecuación: (R.M 192-2018-Vivienda, p.31).

$$Q_{md} = k_1 \times Q_{pp} \dots (1)$$

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario (l/s)

Q_{pp} = Caudal promedio con pérdida (l/s)

k_1 = Coeficiente de la demanda diaria

Donde se obtiene como resultado del consumo máximo diario 0.572 l/s.

Consumo máximo horario

Dicho caudal se aplica para definir las características de las redes como diámetros, clase de tubería en los sistemas de red de agua para el consumo humano, es el caudal máximo presentado en un día del año, es decir el día de mayor consumo, se considera $K_2 = 2.00$, y se calcula con la siguiente ecuación: (R.M 192-2018-Vivienda, p.31).

$$Q_{mh} = k_2 \times Q_{pp} \dots (2)$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario (l/s)

Q_{pp} = Caudal promedio con perdida (l/s)

K_2 = Coeficiente de la demanda horaria

Donde se obtiene como resultado del consumo máximo horario 0.88 l/s.

Resumen básico para el diseño

En la siguiente tabla se muestra la paramétrica básica destinada a la elaboración de la infraestructura de agua para el consumo humano que se utilizarán posteriormente.

Tabla 8 Resumen básico para el diseño

Consumo doméstico (Qd)	0.440 l/s
Densidad poblacional (Dp)	4 Hab * Viv
Población actual (Po)	342 hab
Tasa de crecimiento (r)	0.47%
Periodo de diseño (t)	20 años
Población futura (Pf)	374 hab
Dotación	80 l/hab/día
Caudal promedio (Qp)	0.35 l/s
Caudal promedio con pérdidas (Qpp)	0.44 l/s
Caudal máximo diario (Qmd)	0.572 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	0.880 l/s

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.5. Análisis de la oferta

Con el fin de determinar la disponibilidad de los recursos para el abastecimiento del caserío Gomispampa, se elaboró un aforo volumétrico que establece Roger Agüero Pittman, en el desarrollo del mismo se emplearon los materiales especificados:

- Recipiente de 20 litros
- Cronómetro

$$Q_{aforo} = \frac{V_{depósito}}{T_{promedio}} \dots\dots(3)$$

En la captación el tiempo fue controlado hasta la finalización del llenado del recipiente para luego ser repetido cinco veces en aras de una mayor precisión. Al concluir los resultados se plasmaron en las tablas siguientes. (Ver anexo 8)

Donde se obtiene como resultado del caudal de aforo 0.35 l/s.

4.3.1.6. Balance hídrico

Se hizo el balance entre el caudal ofertado y el caudal de consumo (Caudal promedio), con la finalidad de garantizar la eficiencia que el estudio es factible. Se realizó un balance para cada captación.

Tabla 9 Balance hídrico de la captación “Gomispampa”

	Año	Población	Qp	Qaforo	Balance Hídrico
Base	2022	342	0.00	0.35	0.35
1	2024	344	0.32	0.35	0.03
2	2025	345	0.32	0.35	0.03
3	2026	347	0.32	0.35	0.03
4	2027	348	0.32	0.35	0.03
5	2028	350	0.32	0.35	0.03
6	2029	352	0.33	0.35	0.03
7	2030	353	0.33	0.35	0.02
8	2031	355	0.33	0.35	0.02
9	2032	356	0.33	0.35	0.02
10	2033	358	0.33	0.35	0.02
11	2034	360	0.33	0.35	0.02
12	2035	361	0.33	0.35	0.02

13	2036	363	0.34	0.35	0.02
14	2037	364	0.34	0.35	0.01
15	2038	366	0.34	0.35	0.01
16	2039	368	0.34	0.35	0.01
17	2040	369	0.34	0.35	0.01
18	2041	371	0.34	0.35	0.01
19	2042	373	0.34	0.35	0.01
20	2043	374	0.35	0.35	0.00

Fuente: Elaboración propia.

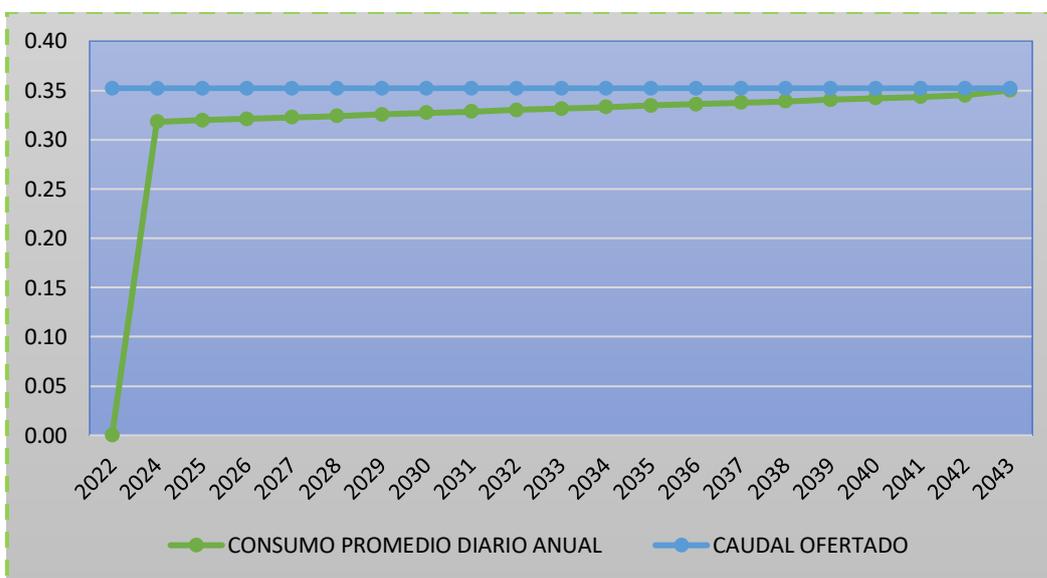


Figura 2 Balance hídrico, oferta – demanda de agua potable, Gomispampa

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Captación

El siguiente diseño consta de una captación, la cual se indica en la siguiente tabla.

Tabla 10 Ubicación de la captación “Gomispampa”

Captación	Este	Norte	Elevación
Gomispampa	1793356.271	9122259.642	3445.000

Fuente: Elaboración propia

Continuando, se expone el resumen de resultados del diseño y dimensionamiento de la captación. (Ver anexo 8)

Tabla 11 Ubicación de la captación “Gomispampa”

Diseño hidráulico de captación de ladera	
Qdiseño	0.35 l/s
Determinación del ancho de pantalla	
Diámetro de Tub. Ingreso orificios	1 pulg
Número de orificios	3 orificios
Ancho de pantalla	30 cm
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda	
Distancia afloramiento - Captación	
Altura de la cámara húmeda	
Tubería de salida	Ht=1.00 m
Dimensionamiento de la Canastilla	
Diámetro de la Canastilla	Dc=2 Pulg
Longitud de la Canastilla	Lc=20 cm
Número de ranuras	Nº ranuras 1
Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia:	
Diámetro de tubería para rebose	Dr=2 pulg
Diámetro de tubería para limpia	DI=4 pulg

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Línea de Conducción

Para el diseño se toma caudal máximo diario (Qmd), la tubería para el diseño será de PVC C-10, el tipo de tubería específica se establece por medio de las presiones hidrostáticas máximas expuestas en la tabla siguiente.

Tabla 12 Máximas presiones hidrostáticas

Clase	Presión máxima de prueba (m)	Presión máxima de trabajo (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Agua Potable para Poblaciones Rurales

Los diámetros calculados oscilan entre $\frac{3}{4}$ " a 1" (26.50mm y 33.00mm), las velocidades dependen del caudal acumulado en las redes y deben variar entre 0.60 m/seg y 3.00 m/seg para la circulación gasto de diseño. Las pérdidas de carga (hf) en los tramos analizados debe ser mínima para garantizar la eficiencia y funcionalidad del sistema, se diseña con la con las presiones dinámicas. Fue empleada la fórmula de Hazen Williams ya que la manufactura de tubería en PVC en el Perú trabaja sus nomogramas haciendo uso de la mencionada ecuación, en donde se incorporan diámetros menores a 2 pulg. (Ver anexo 8)

Tabla 13 Cálculo de la línea de conducción

TRAMO DISEÑO (de -a)	CLASE DE TUBERIA PVC	Longitud Total L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Desnivel de Terreno (m)	Presión residual deseada (m)	Pérdida de carga deseada (Hf) (m)	Pérdida de carga unitaria (hf) (m)	Diámetros Calculados (D) (Pulg)	Diámetros seleccionados (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Pérdida de carga unitaria hf m/m	Pérdida de carga tramo Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Final (m)
				Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m										Inicial (msnm)	Final (msnm)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
CAP01 - CRP-6 N° 01	10	60.00	0.57	3455.48	3404.00	51.48	0	51.48	0.8580	0.6	1	1.13	0.066	3.94	3455.48	3451.54	47.54
CRP-6 N° 01 - CRP- 6 N° 02	10	251.65	0.57	3404.00	3351.00	53.00	0	53.00	0.2106	0.8	1	1.13	0.066	16.53	3404.00	3387.47	36.47
CRP-6 N° 02 - RES. 01	10	527.35	0.57	3351.00	3272.52	78.48	0	78.48	0.1488	0.9	1	1.13	0.066	34.65	3351.00	3316.35	43.83

Fuente: Elaboración propia

Donde la distancia total desde la captación hasta el reservorio será de L=839.00 m, para lo cual se utilizará tubería PVC C-10 con un diámetro de 1 pulgada.

4.3.4. Reservorio

Ubicación del reservorio

La selección del lugar de esta estructura hidráulica se definió debido a la necesidad de un buen funcionamiento del sistema de redes y garantizar presiones mínimas (7 m.c.a.) en las viviendas ubicadas en cotas mayores y presiones máximas (75 m.c.a.) en las viviendas más retiradas o ubicadas en cotas menores. Se diseñará un reservorio, situado en las coordenadas establecidas en la siguiente tabla.

Tabla 14 Ubicación del reservorio “Gomispampa”

Reservorio	Este	Norte	Elevación
Gomispampa	180070.642	9122282.063	3272.000

Fuente: Elaboración propia

Tipo de reservorio

Se diseñó un reservorio de 15.00 m³, apoyados en forma de cubo, el cual será abastecido de los manantiales (Ver anexo 8) **Dimensionamiento del reservorio**

En el proceso de dimensionado para un reservorio de forma cuadrada de 15 m³ (Ver anexo 8). Se asumió lo siguiente:

Tabla 15 Dimensiones del reservorio

DESCRIPCION	VALOR
Volumen de Reservorio (m ³)	15.00
Borde libre adoptado (m)	0.25
Altura de agua sugerida	1.55
Altura de agua adoptada (m)	1.50
Long. Int. Paredes predimensionada:	1.50
Long. Int. Paredes Adoptado (m)	3.20
Relación altura/ancho	0.47
Volumen Resultante (m ³)	15.36

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de acero del reservorio

En la siguiente tabla se puede observar el resumen de los aceros utilizados en el reservorio planteado, donde los cálculos se encuentran en los anexos de esta investigación.

Tabla 16 Resumen de colocación de acero

Resumen	Teórico	Asumido
Refuerzo de losa de techo	Ø 3/8" @ 0.26 m	@ 0.25 m
Refuerzo vertical de muros	Ø 1/2" @ 0.26 m	@ 0.25 m
Refuerzo horizontal de muros	Ø 1/2" @ 0.26 m	@ 0.25 m
Refuerzo de losa de fondo	Ø 1/2" @ 0.26 m	@ 0.25 m
Refuerzo de zapata de fondo	Ø 1/2" @ 0.26 m	@ 0.20 m

Fuente: Elaboración propia

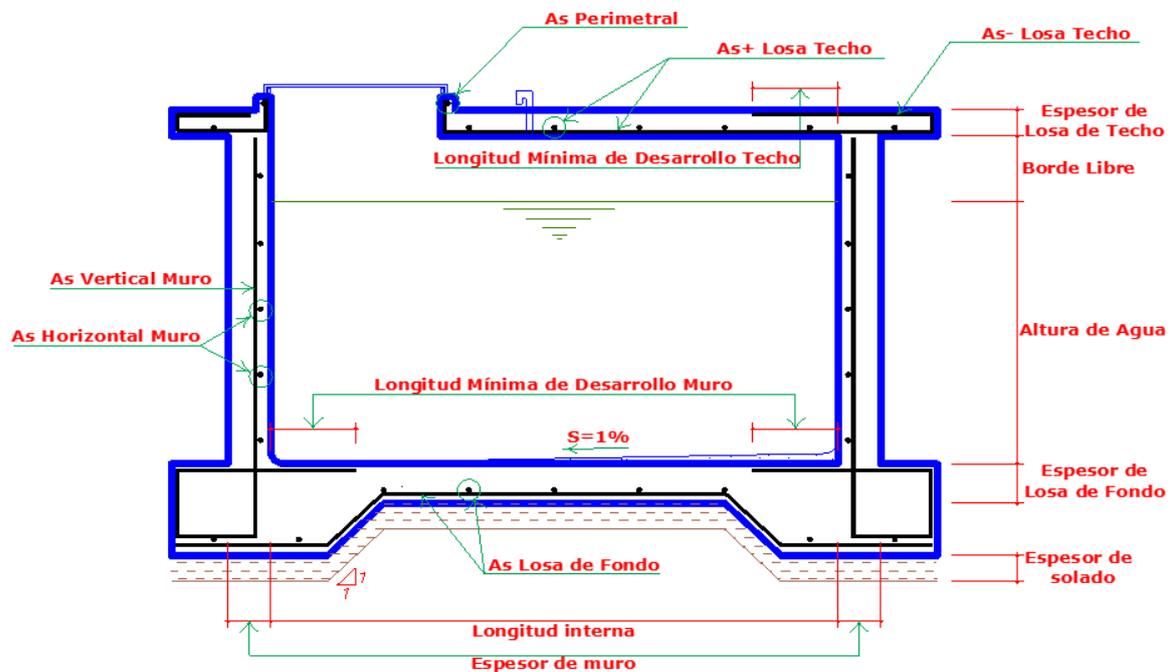


Figura 3 Configuración de refuerzo del reservorio

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Red de distribución

4.3.5.1. Consideraciones básicas

La velocidad en la red de aducción y distribución mínima será 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s según el Reglamento Nacional Edificaciones, de igual

modo las presiones están alrededor de 10 y 52 mca. Se utilizó un diámetro mínimo para las redes de distribución de $\frac{3}{4}$ " o 26.50mm, asimismo se proyectaron válvulas de purga al final de cada red para hacer más sencillas prácticas de mantenimiento del agua potable.

4.3.5.2. Tipos de redes de distribución

En el diseño de las redes de empleo un sistema de redes abiertas, se proyectaron lo siguiente:

- 3 redes de distribución en el sistema, por la forma dispersa de las viviendas y por las características topográficas de la zona.
- Se ubicaron 8 cámaras rompe presión tipo VII
- Se ubicaron 09 válvulas de purga
- Se ubicaron 12 válvulas de control

Estas estructuras complementarias fueron proyectadas para cumplir con las presiones y velocidades de los sistemas de agua potable.

4.3.5.3. Diseño de red de distribución

Tabla 17 Redes de distribución - "Gomispampa"

TRAMO (redes)	GASTO (l/s)		L(m)	DIAMET. (pulg.)	VELOC. (m/s)	PERD. DE CARGA		COTA PIEZOMETRICA		COTA DE TERRENO		PRESIONES		CLASE
	TRAMO	DISEÑO	TRAMO			UNIT.	TRAMO	(m.s.n.m.)	(m.s.n.m.)	(m)		TUBERIA PVC		
	Qt	Qd	REDES			hf(‰)	HF(m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RE 01 - 01	0.000	0.880	100.00	1 1/2	1.27	20.27	2.03	3274.00	3271.97	3272.00	3232.00	2.00	39.97	10
01-02	0.011	0.343	220.30	1	0.68	25.49	5.62	3271.97	3266.36	3232.00	3216.00	39.97	50.36	10
02 - CRP 01	0.023	0.103	20.00	1	0.70	2.75	0.05	3266.36	3266.30	3216.00	3218.00	50.36	48.30	10
CRP01 - 03	0.057	0.080	190.00	1	0.66	1.73	0.33	3218.00	3217.67	3218.00	3167.20	0.00	50.47	10
03 - 04	0.023	0.023	69.00	3/4	0.61	0.69	0.05	3217.67	3217.62	3167.20	3168.00	50.47	49.62	10
02 - 05	0.000	0.229	125.00	1	0.95	12.04	1.50	3266.36	3264.85	3216.00	3218.00	50.36	46.85	10

05 - 06	0.034	0.034	64.30	3/4	0.62	1.46	0.09	3264.85	3254.76	3218.00	3208.00	46.85	46.76	10
05 - 07	0.023	0.194	155.00	1	0.88	8.91	1.38	3264.85	3263.47	3218.00	3220.00	46.85	43.47	10
07 - CRP 02	0.011	0.103	40.00	1	0.70	2.75	0.11	3263.47	3263.36	3220.00	3219.00	43.47	44.36	10
CRP 02 - 08	0.023	0.091	60.07	1	0.68	2.21	0.13	3219.00	3218.87	3219.00	3194.00	0.00	24.87	10
08- CPR 03	0.000	0.069	100.69	3/4	0.74	5.26	0.53	3218.87	3218.34	3194.00	3168.00	24.87	50.34	10
CRP 03-09	0.023	0.069	200.43	3/4	0.74	5.26	1.05	3168.00	3166.95	3168.00	3120.00	0.00	46.95	10
09 - 10	0.011	0.046	80.91	3/4	0.66	2.49	0.20	3166.95	3166.74	3120.00	3116.60	46.95	50.14	10
10 - CRP7 04	0.023	0.034	60.56	3/4	0.62	1.46	0.09	3166.74	3166.66	3116.60	3116.40	50.14	50.26	10
CRP7 04 -11	0.011	0.011	154.81	3/4	0.61	0.19	0.03	3116.40	3116.37	3116.40	3067.00	0.00	49.37	10
07 - 12	0.011	0.069	195.03	1	0.64	1.30	0.25	3263.47	3263.22	3220.00	3228.00	43.47	35.22	10
12 - 13	0.011	0.057	135.15	1	0.61	0.93	0.13	3263.22	3263.09	3228.00	3228.00	35.22	35.09	10

13 - CRP7 05	0.011	0.046	80.23	1	0.66	0.61	0.05	3263.09	3263.04	3228.00	3219.00	35.09	44.04	10
CRP7 05 - 15	0.023	0.023	124.35	3/4	0.61	0.69	0.09	3219.00	3218.91	3219.00	3184.00	0.00	34.91	10
CRP7 05 - 16	0.011	0.011	130.47	3/4	0.62	0.19	0.02	3219.00	3218.98	3219.00	3169.00	0.00	49.98	10
01 - 17	0.000	0.537	20.00	1 1/2	0.97	8.13	0.16	3271.97	3271.81	3232.00	3224.00	39.97	47.81	10
17 - CRP7 06	0.011	0.446	40.56	1 1/2	0.89	5.76	0.23	3271.81	3271.58	3224.00	3221.30	47.81	50.28	10
CRP7 06 - 18	0.011	0.434	60.68	1 1/2	0.88	5.49	0.33	3221.30	3220.97	3221.30	3188.00	0.00	32.97	10
18 - 19	0.023	0.206	70.71	1	0.91	9.91	0.70	3220.97	3220.27	3188.00	3187.00	32.97	33.27	10
19 - 20	0.046	0.183	110.28	1	0.86	7.97	0.88	3220.27	3219.39	3187.00	3169.00	33.27	50.39	10
20- 21	0.046	0.137	80.51	3/4	0.98	18.97	1.53	3219.39	3217.86	3169.00	3168.00	50.39	49.86	10
21 - 22	0.091	0.091	95.12	3/4	0.82	8.96	0.85	3217.86	3217.01	3168.00	3167.00	49.86	50.01	10
18 - 23	0.034	0.217	110.00	1	0.93	10.95	1.20	3220.97	3219.76	3188.00	3182.00	32.97	37.76	10

23 -24	0.011	0.183	40.69	1	0.86	7.97	0.32	3219.76	3219.44	3182.00	3174.00	37.76	45.44	10
24 - 25	0.023	0.171	45.94	1	0.84	7.07	0.32	3219.44	3219.11	3174.00	3174.00	45.44	45.11	10
25 - CRP7 07	0.023	0.149	60.26	1	0.79	5.43	0.33	3219.11	3218.79	3174.00	3168.40	45.11	50.39	10
CRP7 07 - 26	0.023	0.126	60.13	3/4	0.94	16.15	0.97	3168.40	3167.43	3168.40	3152.00	0.00	15.43	10
26 - 27	0.023	0.034	80.71	3/4	0.62	1.46	0.12	3167.43	3167.31	3152.00	3144.00	15.43	23.31	10
27 - 28	0.011	0.011	104.93	3/4	0.61	0.19	0.02	3167.31	3167.29	3144.00	3138.00	23.31	29.29	10
26 - 29	0.046	0.069	80.64	3/4	0.74	5.26	0.42	3167.43	3167.00	3152.00	3150.00	15.43	17.00	10
29- 30	0.011	0.023	70.88	3/4	0.63	0.69	0.05	3167.00	3166.96	3150.00	3142.00	17.00	24.96	10
30 - 31	0.011	0.011	116.37	3/4	0.61	0.19	0.02	3166.96	3166.93	3142.00	3126.00	24.96	40.93	10
17 - 32	0.000	0.091	80.42	1	0.68	2.21	0.18	3271.81	3271.63	3224.00	3221.40	47.81	50.23	10
32 - CRP7 08	0.011	0.091	50.00	1	0.68	2.21	0.11	3271.63	3271.52	3221.40	3228.00	50.23	43.52	10

<i>CRP7 08- 33</i>	<i>0.000</i>	<i>0.080</i>	<i>50.00</i>	<i>3/4</i>	<i>0.78</i>	<i>7.00</i>	<i>0.35</i>	<i>3228.00</i>	<i>3227.65</i>	<i>3228.00</i>	<i>3194.00</i>	<i>0.00</i>	<i>33.65</i>	<i>10</i>
<i>33 - 34</i>	<i>0.034</i>	<i>0.080</i>	<i>60.17</i>	<i>3/4</i>	<i>0.78</i>	<i>7.00</i>	<i>0.42</i>	<i>3227.65</i>	<i>3227.23</i>	<i>3194.00</i>	<i>3178.00</i>	<i>33.65</i>	<i>49.23</i>	<i>10</i>
<i>34 - 35</i>	<i>0.023</i>	<i>0.046</i>	<i>70.59</i>	<i>3/4</i>	<i>0.66</i>	<i>2.49</i>	<i>0.18</i>	<i>3227.23</i>	<i>3227.05</i>	<i>3178.00</i>	<i>3177.00</i>	<i>49.23</i>	<i>50.05</i>	<i>10</i>
<i>35 - 36</i>	<i>0.023</i>	<i>0.023</i>	<i>65.00</i>	<i>3/4</i>	<i>0.67</i>	<i>0.69</i>	<i>0.04</i>	<i>3227.05</i>	<i>3227.01</i>	<i>3177.00</i>	<i>3178.00</i>	<i>50.05</i>	<i>49.01</i>	<i>10</i>

Fuente: Elaboración propia

En base al diseño de la tabla anterior se obtiene una longitud de tubería de aducción y distribución de 3145.77 mm, siendo de \varnothing de 1 1/2" 160.56 m, \varnothing de 1" 1539.01 m Y \varnothing de 3/4" 1455.20m.

4.4. Diseño de UBS

En base a los cálculos del diseño del biodigestor que se pueden observar en el anexo 8, se observa que se tiene un volumen efectivo de 527.88 litros por los que se asume la capacidad 600 litros de capacidad, prefabricado en color negro y de 100% polietileno virgen .

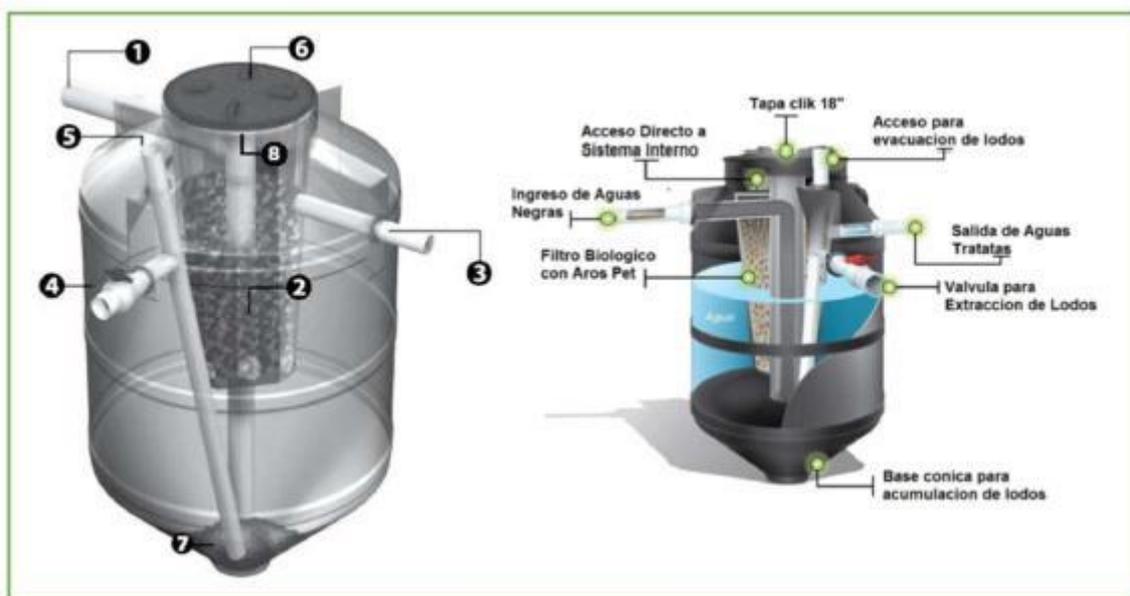


Figura 4 Medidas estandarizadas del biodigestor Rotoplas
Fuente: Rotoplas

V. DISCUSIÓN

Se planteo como objetivo general la realización de un diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad -2022. Rodríguez (2020), menciona que en el Perú aún existe problemas para poder abastecer de agua apta para el consumo humano, así como un adecuado saneamiento en detrimento para los habitantes, no solamente son los que padecen en lugares de zonas rurales sino también en la misma ciudad donde hay sectores que aún no cuenta con un servicio de primera necesidad y no podemos ser ajenas a estas situaciones, de ahí la necesidad de establecer una adecuada solución de agua potable y UBS. Con respecto a esta investigación se llegó a diseñar un sistema de agua potable comprendido por captación, una línea de conducción de 839.00 m de tubería PVC C-10 con un diámetro de una pulgada, asimismo se diseñó un reservorio cuadrado de un volumen de 15 m³; por otro lado, respecto al diseño de UBS se planteó un biodigestor de 600 litros de capacidad, prefabricado de polietileno 100% virgen, color negro.

Se planteó como primer objetivo de tipo específico el proceder con el levantamiento topográfico del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; en el trabajo presente, se pudo establecer que el terreno posee una orografía de tipo 3, siendo ondulada y accidentada, ya que se hallaron pendientes transversales de 50% a 75%, hallazgo coincidente con el trabajo de Fernández (2018) quien en el proceder de su investigación, pudo encontrar pendientes con respecto a la horizontal de 20 a 30°, coincidente del mismo modo con la descripción dada por Ledezma (2018) en su investigación.

Se planteo como segundo objetivo específico la realización de un análisis de mecánica de suelos en el caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; para la investigación de suelos se estudiaron 6 calicatas, que, posterior análisis, permitieron determinar el predominio por tipo de suelo según la clasificación SUCS, siendo que para el presente caso, la calicata N° 03, sitio en el que será realizada la construcción del reservorio presenta un suelo con una arcilla de baja plasticidad con grava (CL) y la clasificación según AASHTO como un suelo muy pobre (A-7-6 (14)) datos que difieren con Hernández (2018) quien en su tesis

llevó a cabo investigaciones de suelo en la calicata N°5, en donde se establece el reservorio hallando un suelo limo arcilloso, clase de suelo que se menciona debido a la estrecha relación que se guarda al ser colindante con el área de interés para el estudio.

Se planteo como tercer objetivo específico realizar el diseño del sistema de agua potable del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; en el presente diseño encontramos diámetros de tubería desde 1 ½" a ¾", velocidades de 0.60m/s a 3.0 m/s y presiones entre 10m.c.a a 50m.c.a, resultado que coincide con Rodríguez, Y. y Uceda. D. (2020) que en su investigación realizo el diseño de agua potable en el que encontró velocidades de 0.6m/s a 3m/s.

Se planteo como cuarto objetivo específico realizar el diseño del sistema de UBS en el caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; en el diseño de UBS se obtiene como resultado un biodigestor de 600 lts, lo que difiere con Quispe, J. y Gonzales, C., (2022) que en su tesis realizo un diseño de red colectora para la eliminación de excretas y no utilizo biodigestor.

VI. CONCLUSIONES

- Se planteo como objetivo general realizar el diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad -2022, por lo tanto se concluye en base a los resultados que se llegó a diseñar una infraestructura de agua para el consumo humano comprendida por captación, una línea de conducción de 839.00 m de tubería PVC C-10 con un diámetro de una pulgada, asimismo se diseñó un reservorio cuadrado de un volumen de 15 m³; por otro lado, respecto al diseño de UBS se planteó un biodigestor de 600 litros de capacidad, prefabricado de polietileno 100% virgen, color negro.
- El primer objetivo específico fue realizar un levantamiento topográfico del caserío Gomispampa en el distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión. Como resultado se concluye que el terreno en el área de estudio presenta una orografía de tipo 3 con características onduladas y accidentadas, como consecuencia de las pendientes transversales del 50% al 75% descubiertas.
- Se planteo como segundo objetivo específico realizar el estudio de mecánica de suelos en el caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión; por lo tanto, se concluye que con respecto al estudio de mecánica de suelos se determinó que la caracterización predominante para el suelo es la de limo arcilloso (CL) de acorde al sistema SUCS y ASHHTO, con una capacidad portante de 0.89 kg/cm², apropiada para la realización y el desarrollo de las captaciones y reservorios.
- Se planteo como tercer objetivo específico diseñar el sistema de agua potable del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión, por lo tanto, se concluye se llegó a diseñar un sistema de agua potable comprendido por captación, una línea de conducción de 839.00 m de tubería PVC C-10 con un diámetro de una pulgada, asimismo se diseñó un reservorio cuadrado de un volumen de 15 m³ y un total de tubería de 3097.21m PVC C-10 para las redes de distribución.
- Se planteo como cuarto objetivo específico realizar diseñar el sistema de UBS del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión, por lo tanto, se concluye que se planteó un biodigestor de 600 litros de capacidad, prefabricado de polietileno 100% virgen, color negro.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la colocación de BMS en puntos específicos para facilitar el trazo de redes y de las diferentes estructuras hidráulicas (captación, reservorios, CRP 7, etc.).
- Dado que el suelo es mayoritariamente un suelo arcillo arenoso ligero y la estructura es susceptible a agentes externos, la zona de contacto suelo-estructura necesita ser regada y compactada adecuadamente para el proceso de construcción.
- Es recomendado el replantear y trazar estrictamente como se planteó en los planos de redes del sistema, componentes primarios y e infraestructura de disposición de desechos; con el objetivo de cumplir con lo establecido en el diseño de los sistemas.
- Asumir el rol de educador popular, en aras de tener un adecuado uso de las UBS, evitando arrojar objetos que puedan obstruir el sistema e indicar que no debe permitir el ingreso de agua con detergente al tanque biodigestor.
- Acatar las recomendaciones que figuran en los planos del estudio y especificaciones técnicas para cumplir con el diseño y la funcionalidad de los sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, J., 2020. *Proyecto de tesis Guía para la elaboración*. 1a. Arequipa: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú.
- ARNALICH, S., 2010. *Abastecimiento de agua por gravedad*. 1. Afganistan: s.n.
- AVILA, C. y VILLEGAS, S., 2020. *Diseño del sistema de agua potable e instalación de UBS en el Caserío de Casumaca, Sanchez Carrión - La Libertad*. Tesis de Grado. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo .
- BOCEK, A., 2010. *Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. Introducción a la fertilización de estanques acuícolas*,
- BRAJA, D., 1985. *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. 4. Bogota: Thomson Lear Ning.
- BURITICA, Y. y MUÑOZ, D., 2021. *Uso de aguas subterráneas y aguas de lluvias en aparatos sanitarios*. Tesis de Grado. Bogota: Universidad Católica de Colombia.
- CANTILLO, Y., EUTASTE, K., GÓMEZ, D., GUTIÉRREZ, E., TORRES, A. y MERCADO, N., 2022. Análisis del proceso de tratamiento de aguas sanitarias en los canales de drenaje con impacto ambiental y salud poblacional. Una revisión de la literatura. *Boletín de Innovación, logística y Operaciones*, vol. 4, pp. 1-15.
- CARBAJAL, F., 2020. *Evaluación de diseño de un sistema de agua potable en el caserío de Munday, distrito de Carabamba, provincia de Julcan, La Libertad – 2020* [en línea]. Tesis de Grado. La Libertad: Universidad Privada del Norte. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/23451>.
- CARRAZCO, S., 2006. *Metodología de la investigación científica*. 1a. Lima: San Marcos.
- DÍAS, R., 2004. *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistema de abastecimiento de agua rural*. Lima: Organización Panamericana de la Salud.
- DURAN, J. y TORRES, A., 2006. Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espirial*, vol. 12. ISSN 1665-0565.
- FERNÁNDEZ, C., 1991. *Mejoramiento y estabilización de suelos*. 1. México: Editorial Limusa.
- GARMENDIA, A., SALVADOR, A., CRESPO, C. y GARMENDIA, L., 2005. *Evaluación de impacto ambiental*. 1. Madrid: Pearson Educación S.A.
- GUERRERO, M., 2022. *Análisis de Programas de Uso y Ahorro Eficiente de agua en empresas de diferentes sectores económicos en Colombia: una revisión de literatura*. Tesis de Grado. Medellín: Universidad de Antioquia.

- HERNANDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6a. México: McGRAW-HILL.
- INEI, 2021. Sistema de consulta de abastecimiento de agua por red pública. . Lima:
- JIBAJA, H., 2021. *Diseño del sistema de agua potable y ubs en el Caserío Patacón, Jaén, Cajamarca* [en línea]. Tesis de Grado. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72133>.
- JUÁREZ, E. y RICO, A., 2005. *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*. Mexico: Limusa.
- LOBOS, J., 2022. *Detección y localización de fugas en redes de distribución de agua potable en una gran ciudad de Chile mediante un algoritmo de clasificación de redes neuronales*. Tesis de Grado. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- LUPI, O., ZARADNIK, I. y CANZIANI, M., 2020. Estado del arte de los sistemas de monitoreo de calidad de agua. *Revista digital del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de la Matanza*, vol. 5, pp. 1-8. ISSN 2525-1333.
- MICHAUD, D., PEARCE, G. y SIMON, Y., 2012. Convirtiendo en Realidad el Saneamiento Rural Sostenible La Experiencia en Ecuador. *Programa de agua y saneamiento: Estudio de caso*, vol. 1, pp. 1-17.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. y S., 2012. Programa nacional de saneamiento rural. . Lima:
- MINISTERIO DE VIVIENDA. CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO., 2018. *Periodo de dieseño de una infraestructura sanitaria*. 2018. S.l.: s.n.
- MOTT, R., 2006. *Mecánica de fluidos*. 6. S.l.: Pearson Educación.
- MTC, 2014. *Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos Sección Suelos Y Pavimentos*. 2014. S.l.: s.n.
- NEILL, D. y CORTEZ, L., 2017. *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. UTMACH. Machala-Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- QUISPE, J. y GONZÁLES, C., 2022. *Diseño del sistema de agua potable y saneamiento en los sectores La Calera, El Ingenio, San Antonio y Arriendos, distrito Ascope, La Libertad*. Tesis de Grado. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006. *NORMA OS.010 - Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano*. 2006. S.l.: 320503.
- REMY, M., 2015. *Desigualdad Territorial en el Perú*. 1. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

- RODRÍGUEZ, E., 2020. *Alternativas para la obtención de agua limpia en la vereda alto Guapaya del Municipio de Vista Hermosa, meta: Revisión de literatura*. Tesis de Grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- RODRÍGUEZ, Y. y UCEDA, D., 2020. *Diseño del sistema de agua potable y UBS del caserío Los Higos, distrito de Santa Cruz de Toledo - Contumaza - Cajamarca* [en línea]. Tesis de Grado. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46399>.
- UNESCO y ONU, 2020. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático. . París:
- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2022. *Guía de elaboración de productos de investigación de fin de programa*. 5 abril 2022. S.l.: Resolución de Vicerrectorado de Investigación . N°110-2022-VI-UCV.
- ZEISKE, K., 2000. *Principios básicos de Topografía*. Heerbrugg. S.l.: s.n.

ANEXOS

ANEXOS 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Diseño del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad -2022”

AUTOR: Br. Gamboa Carranza, Ronald Anibal

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cuál será el diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad - 2022?</p>	<p>Objetivo General: Realizar el diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad - 2022</p>				Estudio topográfico	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo</p> <p>Diseño de Investigación: No Experimental: Transeccional</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Población: Es el área de estudio del sistema de agua potable y saneamiento rural del Caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad.</p>
<p>Problemas Específicos: PE1: ¿Cuál será el levantamiento topográfico del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión? PE2: ¿Cuál será la caracterización del suelo del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión? PE3: ¿Cuál será el diseño óptimo del sistema de agua potable del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión? PE4: ¿Cuál será el diseño óptimo del sistema de UBS del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión.</p>	<p>Objetivo Específicos: OE1: Realizar el levantamiento topográfico del caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión OE2: Realizar el estudio de mecánica de suelos en el caserío Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión OE3: Diseñar el sistema de agua potable del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión OE4: Diseñar el sistema de UBS del caserío Gomispampa, distrito de sarín, provincia de Sánchez Carrión.</p>	<p>El diseño óptimo del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad - 2022 será técnicamente y económicamente viable.</p>	VARIABLE 1	Diseño del sistema de agua potable y UBS	<p>Estudio de mecánica de suelos</p> <p>Diseño del sistema de agua potable</p> <p>Diseño de UBS</p>	<p>Muestra: Es el área de estudio del sistema de agua potable y saneamiento rural del Caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad.</p> <p>Muestreo: No Probabilístico</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: Fichas de recolección de datos Equipos y herramientas de laboratorio y levantamiento topográfico.</p>

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO: “Diseño del sistema de agua potable y UBS del caserío de Gomispampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad -2022”

AUTOR: Br. Gamboa Carranza, Ronald Anibal

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p>Variable 1</p> <p>Diseño del sistema de agua potable y UBS</p>	<p>El diseño del sistema de agua potable y UBS, consiste en identificar otra captación fuera de la existente para poder abastecer con el servicio de agua a los pobladores que no les llega este servicio y buscar un sistema para poder evacuar y tratar las aguas residuales, el cual tendrá que regirse de acuerdo al RNE y al PNSR</p>	<p>El diseño del servicio de agua potable se elaborará por las medidas obtenidas en el campo, procesando la información, asegurando perfiles adecuados a través de análisis y pruebas realizadas con equipos de laboratorio y se elabora en base a parámetros obtenidos mediante la recopilación de la información de la zona teniendo en cuenta el medio ambiente, es decir el lugar donde se desarrollará el proyecto, realizando cálculos basados en el metrado, utilizando costos acordes al mercado.</p>	<p>Estudio topográfico</p>	Área de estudio	<p>Razón</p>
				Perfiles longitudinales	
				Trazo, nivel y replanteo	
			<p>Estudio de mecánica de suelos</p>	Granulometría	
				Contenido de humedad	
				Límites de consistencia	
			<p>Diseño del sistema de agua potable</p>	Caudal de captación	
				Presión	
			<p>Diseño de UBS</p>	Diámetro de tubería	
				Caudal de diseño	
Profundidad de posos o zanja de infiltración					
				Desnivel de terreno	

ANEXO 3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 <p>CASAGRANDE INGENIERIA Y CONCRETO</p>	<p>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)</p>	
--	--	--

Proyecto : --

Trazabilidad : --

Solicitante : --

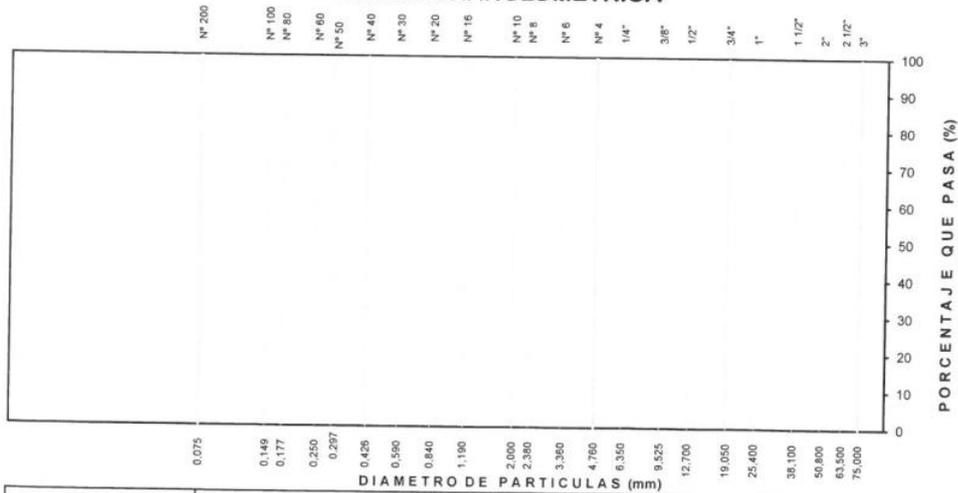
Exploración : --

Estrato/Nivel : --

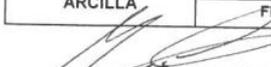
Región/Provinc. : --
Distrito : --
Lugar : --
Fecha : --

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						ENSAYOS ESTÁNDAR					
						3"	75.000				Peso seco inicial (gr)
						2 1/2"	63.500				Peso seco lavado (gr)
						2"	50.800				Pérdida por lavado (gr)
						1 1/2"	38.100				Humedad (%)
						1"	25.400				% Grava
						3/4"	19.000				% Grava gruesa
						1/2"	12.700				% Grava fina
						3/8"	9.500				% Arena
						1/4"	6.350				% Arena gruesa
						Nº 4	4.760				% Arena media
						Nº 8	2.360				% Arena fina
						Nº 10	2.000				% de Finos
						Nº 16	1.100				D ₁₀ = D ₆₀ (mm) =
						Nº 30	0.590				D ₃₀ (mm) =
						Nº 40	0.425				D ₆₀ (mm) =
						Nº 50	0.297				Cu =
Nº 100	0.149				Cc =						
Nº 200	0.075										
Lavado						CLASIFICACIÓN					
TOTAL						AASHTO Clasificación SUCS					

CURVA GRANULOMÉTRICA

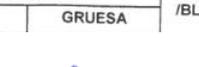


LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	


Ing. Mauricio Mormontoy Gonzales
CIP. 57399


Pablo Esteban Valer Pacheco
INGENIERO CIVIL
CIP. 270174




Yameth Velarde Carhuas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 180205



CASAGRANDE
TECNOLOGIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : --

Trazabilidad : --

Solicitante : --

Exploración : --

Estrato / Nivel : --

Región/Provinc : --

Distrito : --

Lugar : --

Fecha : --

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

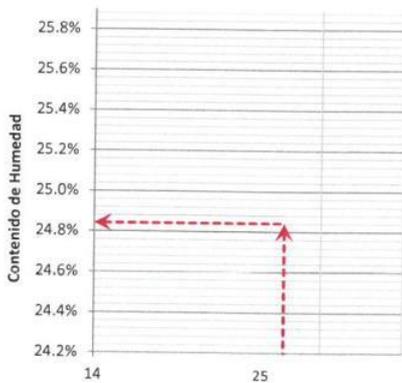
LIMITE PLÁSTICO %

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

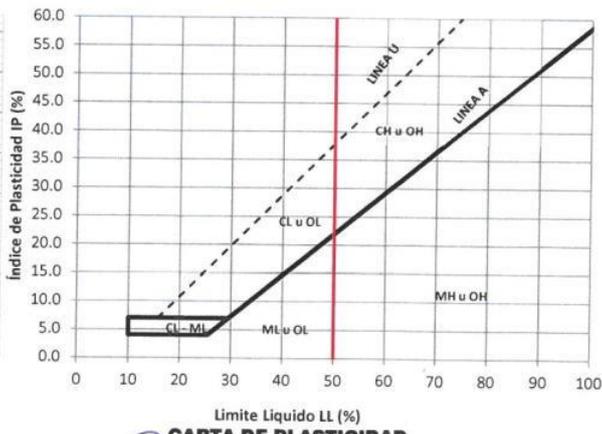
	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
7	NUMERO DE GOLPES	Nº				

LIMITE LIQUIDO %

INDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=



CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD

[Signature]
Ing. Maarcio Mormontoy Gonzáles
CIP 57399

[Signature]
Pablo Esteban Valer Pacheco
INGENIERO CIVIL
CIP. 270174

[Signature]
Yaneth Velarde Carhuas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 180205

ANEXO 4. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : Valverde Carhuas, Yaneth
 Institución donde se labora : Gobierno Regional de La Libertad
 Especialidad : Diseño sismorresistente
 Instrumento de evaluación de consistencia : Ensayo de granulometría, ensayo de humedad, ensayo de límites

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) APECTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS				X	
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Diseño del sistema de agua potable y UBS de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		48				

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.8



Ayacucho, 01 de octubre 2022

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : Valer Pacheco, Pablo Esteban
 Institución donde se labora : A&V Construcción e Ingeniería Avanzada
 Especialidad : Diseño sismorresistente
 Instrumento de evaluación : Ensayo de granulometría, ensayo de humedad, ensayo de límites de consistencia

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) APECTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS				X	
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Diseño del sistema de agua potable y UBS de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO


 Pablo Esteban Valer Pacheco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 270174

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

Ayacucho, 01 de octubre 2022

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : ~~XXXXXXXX~~ Gonzales, Mauricio
 Institución donde se labora : Provias
 Especialidad : Infraestructura vial
 Instrumento de evaluación : Ensayo de granulometría, ensayo de humedad, ensayo de límites de consistencia

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) APECTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS				X	
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable Diseño del sistema de agua potable y UBS de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivo, hipótesis y variable de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Diseño del sistema de agua potable y UBS					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		49				

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO



Ing. Mauricio Mormontoy Gonzales
CIP 57399

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

Ayacucho, 01 de octubre 2022

ANEXO 5. NORMATIVIDAD

El Peruano
Jueves 8 de junio de 2006

 **NORMAS LEGALES**

320503

tudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico-químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

4.1. AGUAS SUPERFICIALES

a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.

b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.

c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

4.2.1. Pozos Profundos

a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/o proyectados para evitar problemas de interferencias.

c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.

d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.

e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.

f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.

g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.

h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.2. Pozos Excavados

a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa

NORMA OS.010

CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

3. FUENTE

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los es-

autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concludida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) El diámetro de excavación será, aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.

c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.

f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.

g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentales perforaciones. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.

i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.3. Galerías Filtrantes

a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.

b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.

c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.

d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.

e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s.

f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

4.2.4. Manantiales

a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, reboso y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.

c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.

d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.

e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1. Canales

a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.

b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s

c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

5.1.2. Tuberías

a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.

b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s

c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	6 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro Fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N° 1
COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN
LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TIPO DE TUBERÍA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliétileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

5.1.3. Accesorios

a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2,0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3.

5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.

b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.

c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, o válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.

d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

GLOSARIO

ACUIFERO. - Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.

AGUA SUBTERRÁNEA. - Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.

AFLORAMIENTO. - Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.

CALIDAD DE AGUA. - Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

CAUDAL MÁXIMO DIARIO. - Caudal más alto en un día, observado en el período de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.

DEPRESION. - Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

FILTROS. - Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.

FORRO DE POZOS. - Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.

POZO EXCAVADO. - Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.

POZO PERFORADO. - Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.

SELLO SANITARIO. - Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.

TOMA DE AGUA. - Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación.

- 2. ALCANCE**
La presente norma es de aplicación a nivel nacional.
- 3. DEFINICIONES**
Los términos empleados en esta norma tienen el significado que se expresa:
- 3.1. ABSORCIÓN**
Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.
- 3.2. ADSORCIÓN**
Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido.
- 3.3. AFLUENTE**
Agua que entra a una unidad de tratamiento, o inicia una etapa, o el total de un proceso de tratamiento.
- 3.4. AGUA POTABLE**
Agua apta para el consumo humano.
- 3.5. ALGICIDA**
Compuesto químico utilizado para controlar las algas y prevenir cambios en el olor del agua, debido al crecimiento desmedido de ciertos tipos microscópicos de algas.
- 3.6. BOLAŞ DE LODO**
Resultado final de la aglomeración de granos de arena y lodo en un lecho filtrante, como consecuencia de un lavado defectuoso o insuficiente.
- 3.7. CAJA DE FILTRO**
Estructura dentro de la cual se emplaza la capa soporte y el medio filtrante, el sistema de drenaje, el sistema colector del agua de lavado, etc.
- 3.8. CARGA NEGATIVA O COLUMNA DE AGUA NEGATIVA**
Pérdida de carga que ocurre cuando la pérdida de carga por colmatación de los filtros supera la presión hidrostática y crea un vacío parcial.
- 3.9. CARRERA DE FILTRO**
Intervalo entre dos lavados consecutivos de un filtro, siempre que la filtración sea continua en dicho intervalo. Generalmente se expresa en horas.
- 3.10. CLARIFICACIÓN POR CONTACTO**
Proceso en el que la floculación y la decantación, y a veces también la mezcla rápida, se realizan en conjunto, aprovechando los flocúlos ya formados y el paso del agua a través de un manto de lodos.
- 3.11. COAGULACIÓN**
Proceso mediante el cual se desestabiliza o anula la carga eléctrica de las partículas presentes en una suspensión, mediante la acción de una sustancia coagulante para su posterior aglomeración en el floculador.
- 3.12. COLMATACIÓN DEL FILTRO**
Efecto producido por la acción de las partículas finas que llenan los intersticios del medio filtrante de un filtro o también por el crecimiento biológico que retarda el paso normal del agua.
- 3.13. EFLUENTE**
Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.
- 3.14. FILTRACIÓN**
Es un proceso terminal que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzó a ser removida en los procesos anteriores.
- 3.15. FLOCULACIÓN**
Formación de partículas aglutinadas o flocúlos. Proceso inmediato a la coagulación.
- 3.16. FLOCULADOR**
Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flocúlos grandes y pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes a los esfuerzos cortantes que se generan en el lecho filtrante.

NORMA OS.020

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO**

1. OBJETIVO

El objeto de la norma es, el de establecer criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano.

3.17. FLÓCULOS

Partículas desestabilizadas y aglomeradas por acción del coagulante.

3.18. LEVANTAMIENTO SANITARIO

Evaluación de fuentes de contaminación existentes y potenciales, en términos de cantidad y calidad, del área de aporte de la cuenca aguas arriba del punto de captación.

3.19. MEDIDOR DE PÉRDIDA DE CARGA O COLUMNA DE AGUA DISPONIBLE

Dispositivo de los filtros que indica la carga consumida o la columna de agua disponible durante la operación de los filtros.

3.20. MEZCLA RÁPIDA

Mecanismo por el cual se debe obtener una distribución instantánea y uniforme del coagulante aplicado al agua.

3.21. PANTALLAS (BAFFLES O PLACAS)

Paredes o muros que se instalan en un tanque de floculación o sedimentación para dirigir el sentido del flujo, evitar la formación de cortocircuitos hidráulicos y espacios muertos.

3.22. PARTÍCULAS DISCRETAS

Partículas en suspensión que al sedimentar no cambian de forma, tamaño ni peso.

3.23. PARTÍCULAS FLOCULENTAS

Partículas en suspensión que al descender en la masa de agua, se adhieren o aglutinan entre sí y cambian de tamaño, forma y peso específico.

3.24. PRESEDIMENTADORES

Unidad de sedimentación natural (sin aplicación de sustancias químicas) cuyo propósito es remover partículas de tamaño mayor a 1 μ .

3.25. SEDIMENTACIÓN

Proceso de remoción de partículas discretas por acción de la fuerza de gravedad.

3.26. TASA DE APLICACIÓN SUPERFICIAL

Caudal de agua aplicado por unidad de superficie.

3.27. TASA CONSTANTE DE FILTRACIÓN

Condición de operación de un filtro en la que se obliga a éste a operar a un mismo caudal a pesar de la reducción de la capacidad del filtro por efecto de la colmatación.

3.28. TASA DECLINANTE DE FILTRACIÓN

Condición de operación de un filtro en el que la velocidad de filtración decrece a medida que se colmata el filtro.

3.29. TRATAMIENTO DE AGUA

Remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano.

3.30. TURBIEDAD DE ORIGEN COLOIDAL

Turbiedad medida en una muestra de agua luego de un período de 24 horas de sedimentación.

4. DISPOSICIONES GENERALES**4.1. OBJETIVO DEL TRATAMIENTO**

El objetivo del tratamiento es la remoción de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos del agua de bebida hasta los límites establecidos en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país.

4.2. GENERALIDADES**4.2.1. Alcance**

Esta norma establece las condiciones que se deben exigir en la elaboración de proyectos de plantas de tratamiento de agua potable de los sistemas de abastecimiento público.

4.2.2. Requisitos**4.2.2.1. Tratamiento**

Deberán someterse a tratamiento las aguas destinadas al consumo humano que no cumplan con los requisitos del agua potable establecidos en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país.

En el tratamiento del agua no se podrá emplear sustancias capaces de producir un efluente con efectos adversos a la salud.

4.2.2.2. Calidad del agua potable

Las aguas tratadas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA vigentes en el país.

4.2.2.3. Ubicación

La planta debe estar localizada en un punto de fácil acceso en cualquier época del año.

Para la ubicación de la planta, debe elegirse una zona de bajo riesgo sísmico, no inundable, por encima del nivel de máxima crecencia del curso de agua.

En la selección del lugar, se debe tener en cuenta la factibilidad de construcción o disponibilidad de vías de acceso, las facilidades de aprovisionamiento de energía eléctrica, las disposiciones relativas a la fuente y al centro de consumo, el cuerpo receptor de descargas de agua y la disposición de las descargas de lodos. Se debe dar particular atención a la naturaleza del suelo a fin de prevenir problemas de cimentación y construcción, y ofrecer la posibilidad de situar las unidades encima del nivel máximo de agua en el subsuelo.

No existiendo terreno libre de inundaciones, se exigirá por lo menos, que:

Los bordes de las unidades y los pisos de los ambientes donde se efectuará el almacenamiento de productos químicos, o donde se localizarán las unidades básicas para el funcionamiento de la planta, estén situados por lo menos a 1 m por encima del nivel máximo de crecencia.

La estabilidad de la construcción será estudiada teniendo en cuenta lo estipulado en la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Las descargas de aguas residuales de los procesos de tratamiento (aguas de limpieza de unidades, aguas de lavado de filtros, etc.), de la planta, deberá considerarse en el proyecto, bajo cualquier condición de nivel de crecencia.

4.2.2.4. Capacidad

La capacidad de la planta debe ser la suficiente para satisfacer el gasto de agua de máximo consumo correspondiente al período de diseño adoptado.

Se aceptarán otros valores al considerar, en conjunto, el sistema planta de tratamiento, tanques de regulación, siempre que un estudio económico para el período de diseño adoptado lo justifique.

En los proyectos deberá considerarse una capacidad adicional que no excederá el 5% para compensar gastos de agua de lavado de los filtros, pérdidas en la remoción de lodos, etc.

4.2.2.5. Acceso

(a) El acceso a la planta debe garantizar el tránsito permanente de los vehículos que transporten los productos químicos necesarios para el tratamiento del agua.

(b) En el caso de una planta en que el consumo diario global de productos químicos exceda de 500 kg, la base de la superficie de rodadura del acceso debe admitir, por lo menos, una carga de 10 t por eje, es decir 5 t por rueda, y tener las siguientes características:

- Ancho mínimo	: 6 m
- Pendiente máxima	: 10%
- Radio mínimo de curvas	: 30 m

(c) En el caso de que la planta esté ubicada en zonas inundables, el acceso debe ser previsto en forma compatible con el lugar, de modo que permita en cualquier época del año, el transporte y el abastecimiento de productos químicos.

4.2.2.6. Área

(a) El área mínima reservada para la planta debe ser la necesaria para permitir su emplazamiento, ampliaciones futuras y la construcción de todas las obras indispensables para su funcionamiento, tales como portería, estaciones de bombeo, casa de fuerza, reservorios, conducciones, áreas y edificios para almacenamiento, talleres de mantenimiento, patios para estacionamiento, descarga y maniobra de vehículos y vías para el tránsito de vehículos y peatones.

(b) El área prevista para la disposición del lodo de la planta no forma parte del área a la que se refiere el párrafo anterior.

(c) Cuando sean previstas residencias para el personal, éstas deben situarse fuera del área reservada exclusivamente para las instalaciones con acceso independiente.

(d) Toda el área de la planta deberá estar cercada para impedir el acceso de personas extrañas. Las medidas de seguridad deberán ser previstas en relación al tamaño de la planta.

4.2.2.7. Construcción por etapas

Las etapas de ejecución de las obras de construcción en los proyectos que consideren fraccionamiento de ejecución, deberá ser, por lo menos, igual a la mitad de la capacidad nominal, y no mayores de 10 años.

4.2.3. Definición de los procesos de tratamiento

4.2.3.1. Deberá efectuarse un levantamiento sanitario de la cuenca

4.2.3.2. Para fines de esta norma, se debe considerar los siguientes tipos de aguas naturales para abastecimiento público.

Tipo I: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.

Tipo II-A: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que cumplan los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no exija coagulación.

Tipo II-B: Aguas superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que exijan coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

Cuadro 1

Parámetro	TIPO I	TIPO II - A	TIPO II - B
DBO ₅ (mg/L)	0 - 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 5
DBO _{total} (mg/L)	3	4	5
* Coliformes totales	< 8,8	< 3000	< 20000
* Coliformes termoresistentes (+)	0	< 500	< 4000

* En el 80% de un número mínimo de 5 muestras mensuales.
(+) Anteriormente denominados coliformes fecales.

4.2.3.3. El tratamiento mínimo para cada tipo de agua es el siguiente:

Tipo I: Desinfección

Tipo II-A: Desinfección y además:

(a) Decantación simple para aguas que contienen sólidos sedimentables, cuando por medio de este proceso sus características cumplen los patrones de potabilidad, o

(b) Filtración, precedida o no de decantación para aguas cuya turbiedad natural, medida a la entrada del filtro lento, es siempre inferior a 40 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), siempre que sea de origen coloidal, y el color permanente siempre sea inferior a 40 unidades de color verdadero, referidas al patrón de platino cobalto.

Tipo II-B: Coagulación, seguida o no de decantación, filtración en filtros rápidos y desinfección.

4.2.4. Disposición de las unidades de tratamiento y de los sistemas de conexión.

4.2.4.1. Las unidades deben ser dispuestas de modo que permitan el flujo del agua por gravedad, desde el lugar de llegada del agua cruda a la planta, hasta el punto de salida del agua tratada.

4.2.4.2. Cualquier unidad de un conjunto agrupado en paralelo debe tener un dispositivo de aislamiento que permita flexibilidad en la operación y mantenimiento.

No se permitirá diseños con una sola unidad por proceso. Podrá exceptuarse de esta restricción los procesos de mezcla rápida y floculación.

4.2.4.3. El número de unidades en paralelo deberá calcularse teniendo en cuenta la sobrecarga en cada una de las restantes, cuando una de ellas quede fuera de operación.

4.2.4.4. Las edificaciones del centro de operaciones deben estar situadas próximas a las unidades sujetas a su control.

4.2.4.5. El acceso a las diferentes áreas de operación o de observación del desarrollo de los procesos debe evitar al máximo escaleras o rampas pronunciadas. Estos deberán permitir el rápido y fácil acceso a cada una de las unidades.

4.2.4.6. El proyecto debe permitir que la planta pueda ser construida por etapas, sin que sean necesarias obras provisionales de interconexión y sin que ocurra la paralización del funcionamiento de la parte inicialmente construida.

4.2.4.7. La conveniencia de la ejecución por etapas se debe fijar, teniendo en cuenta factores técnicos, económicos y financieros.

4.2.4.8. El dimensionamiento hidráulico debe considerar caudales mínimos y máximos para los cuales la planta podría operar, teniendo en cuenta la división en etapas y la posibilidad de admitir sobrecargas.

4.3. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE TRATAMIENTO

4.3.1. Alcance

Establece los factores que se deberán considerar para determinar el grado de tratamiento del agua para consumo humano.

4.3.2. Estudio del agua cruda

Para el análisis de las características del agua cruda se deberán tomar en cuenta lo siguientes factores:

4.3.2.1. Estudio de la cuenca en el punto considerado, con la apreciación de los usos industriales y agrícolas que puedan afectar la cantidad o calidad del agua.

4.3.2.2. Usos previstos de la cuenca en el futuro, de acuerdo a regulaciones de la entidad competente.

4.3.2.3. Régimen del curso de agua en diferentes periodos del año.

4.3.2.4. Aportes a la cuenca e importancia de los mismos, que permita realizar el balance hídrico.

4.3.3. Plan de muestreo y ensayos.

Se debe tener un registro completo del comportamiento de la calidad del agua cruda para proceder a la determinación del grado de tratamiento. Este registro debe corresponder a por lo menos un ciclo hidrológico.

La extracción de muestras y los ensayos a realizarse se harán según las normas correspondientes (métodos estándar para el análisis de aguas de la AWWA de los Estados Unidos). Será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio el contar con este registro de calidad de agua cruda y de sus potenciales fuentes de abastecimiento.

4.3.4. Factores de diseño

En la elección del emplazamiento de toma y planta, además de los ya considerados respecto a la cantidad y calidad del agua, también se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Estudio de suelos.
- Topografía de las áreas de emplazamiento.
- Facilidades de acceso.
- Disponibilidad de energía.
- Facilidades de tratamiento y disposición final de aguas de lavado y lodos producidos en la planta.

4.3.5. Factores fisicoquímicos y microbiológicos

Los factores fisicoquímicos y microbiológicos a considerar son:

- Turbiedad
- Color
- Alcalinidad
- pH
- Dureza
- Coliformes totales
- Coliformes Fecales
- Sulfatos
- Nitratos
- Nitritos
- Metales pesados
- Otros que se identificarán en el levantamiento sanitario (art. 4.2.4.1).

4.3.6. Tipos de planta a considerar

Dependiendo de las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas como meta de calidad del efluente de la planta, el ingeniero proyectista deberá elegir

el tratamiento más económico con sus costos capitalizados de inversión, operación y mantenimiento. Se establecerá el costo por metro cúbico de agua tratada y se evaluará su impacto en la tarifa del servicio.

4.3.7. Para la eliminación de partículas por medios físicos, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento:

- a. Desarenadores
- b. Sedimentadores
- c. Prefiltros de grava
- d. Filtros lentos.

4.3.8. Para la eliminación de partículas mediante tratamiento fisicoquímico, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento:

- a. Desarenadores
- b. Mezcladores
- c. Flocculadores o acondicionadores del floculo
- d. Decantadores y
- e. Filtros rápidos.

4.3.9. Con cualquier tipo de tratamiento deberá considerarse la desinfección de las aguas como proceso terminal.

4.3.10. Una vez determinadas las condiciones de agua cruda y el grado de tratamiento requerido, el diseño debe efectuarse de acuerdo con las siguientes etapas:

4.3.10.1. Estudio de factibilidad, el mismo que tiene los siguientes componentes:

- a. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica del curso de agua.
- b. Inventario de usos y vertimientos.
- c. Determinación de las variaciones de caudales de la fuente.
- d. Selección de los procesos de tratamiento y sus parámetros de diseño.
- e. Predimensionamiento de las alternativas de tratamiento.
- f. Disponibilidad del terreno para la planta de tratamiento.
- g. Factibilidad técnico-económica de las alternativas y selección de la alternativa más favorable.

4.3.10.2. Diseño definitivo de la planta, que comprende

- a. Dimensionamiento de los procesos de tratamiento de la planta.
- b. Diseños hidráulico-sanitarios.
- c. Diseños estructurales, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos.
- d. Planos y memoria técnica del proyecto.
- e. Presupuesto referencial.
- f. Especificaciones técnicas para la construcción.
- g. Manual de puesta en marcha y procedimientos de operación y mantenimiento.

4.3.11. Según el tamaño e importancia de la instalación que se va a diseñar se podrán combinar las dos etapas de diseño mencionadas.

4.4. NORMAS PARA LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

4.4.1. Los estudios de factibilidad técnico económica son de carácter obligatorio.

4.4.2. El diseño preliminar deberá basarse en registros de calidad de agua de, por lo menos, un ciclo hidrológico. En caso de que dichos registros no existan, el diseño se basará en el estudio de los meses más críticos, es decir, en los meses más lluviosos, según las características de la cuenca.

4.4.3. Con la información recolectada se procederá a determinar las bases del diseño de la planta de tratamiento de agua. Para el efecto, se considerará un horizonte de diseño entre 10 y 20 años, el mismo que será debidamente justificado con base al cálculo del periodo óptimo de diseño. Las bases del diseño consisten en determinar para las condiciones actuales, futuras (final del periodo de diseño) e intermedias (cada cinco años) los valores de los siguientes parámetros:

- a. Población total y servida por el sistema
- b. Caudales promedio y máximo diario.

4.4.4. Una vez determinado el grado de tratamiento, se procederá a seleccionar los procesos de tratamiento que se adecuen a la calidad de la fuente en estudio. Se tendrá especial consideración a la remoción de microorganismos del agua. Se seleccionarán procesos que puedan ser construidos y mantenidos sin mayor dificultad y se reducirá al mínimo la mecanización y automatización de las unidades a fin de evitar al máximo la importación de partes y equipo.

4.4.5. Una vez seleccionados los procesos de tratamiento para el agua cruda, se procederá al predimensionamiento de alternativas, utilizando los parámetros de diseño específicos para la calidad de agua a tratar, determinados a nivel de laboratorio o de planta piloto, dependiendo de la capacidad de la instalación. En esta etapa se determinará el número de unidades de los procesos a ser construidas en las diferentes fases de implementación y otras instalaciones de la planta de tratamiento, como tuberías, canales de interconexión, edificaciones para operación y control, arreglos exteriores, etc. De igual forma, se determinarán rubros de operación y mantenimiento, como consumo de energía y personal necesario para las diferentes fases.

4.4.6. En el estudio de factibilidad técnico-económica se analizarán las diferentes alternativas en relación al tipo de tecnología, necesidad de personal especializado para la operación, confiabilidad en condiciones de mantenimiento correcto y situaciones de emergencia. Para el análisis económico se considerarán los costos directos, indirectos, de operación y de mantenimiento de las alternativas, para analizarlos de acuerdo a un método de comparación apropiado. Se determinará en forma aproximada, el monto de las tarifas por concepto de tratamiento. Con la información antes indicada, se procederá a la selección de la alternativa más favorable.

4.5. NORMAS PARA LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA

4.5.1. El propósito de los estudios de ingeniería básica es desarrollar información adicional para que los diseños definitivos puedan concebirse con un mayor grado de seguridad. Entre los trabajos que se pueden realizar a este nivel se encuentran:

- a. Estudios adicionales de caracterización del curso de agua que sean requeridos.
- b. Estudios geológicos, geotécnicos y topográficos.
- c. Estudios de tratabilidad de las aguas, mediante simulación de los procesos en el laboratorio o el uso de plantas a escala de laboratorio o a escala piloto, cuando el caso lo amerite.
- d. Estudios geológicos y geotécnicos requeridos para los diseños de orientaciones de las diferentes unidades de la planta de tratamiento.
- e. En sistemas de capacidad superior a 5 m³/s, los estudios de tratabilidad deben llevarse a cabo en plantas a escala piloto con una capacidad de alrededor de 40-60 m³/día. El tipo, tamaño y secuencia de los estudios se determinarán de acuerdo a condiciones específicas.
- f. Estudios de impacto ambiental con las acciones de mitigación de los impactos negativos identificados.
- g. Estudios de vulnerabilidad a desastres naturales frecuentes en la zona.

4.5.2. Todo proyecto de plantas de tratamiento de agua potable, deberá ser elaborado por un Ingeniero Sanitario colegiado, quien asume la responsabilidad de la puesta en marcha del sistema. El ingeniero responsable del diseño no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

4.5.3. En el expediente técnico del proyecto, además de lo indicado en el ítem 5.1.2.2, se debe incluir las especificaciones de calidad de los materiales de construcción y otras especificaciones de los elementos constructivos, acordes con las normas técnicas de edificación (estructuras).

La calidad de las tuberías y accesorios utilizados en la instalación de plantas de tratamiento de agua potable, deberá especificarse en concordancia con las Normas Técnicas Peruanas, relativas a Tuberías y Accesorios.

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑOS DEFINITIVOS

5.1. GENERALIDADES

5.1.1. Para el diseño definitivo de una planta de tratamiento se deberá contar como mínimo con la siguiente información básica:

- Levantamiento topográfico detallado de la zona en donde se ubicarán las unidades de tratamiento.
- Estudios de desarrollo urbano y/o agrícola que puedan existir en la zona seleccionada para el tratamiento.
- Datos geológicos y geotécnicos necesarios para el diseño estructural de las unidades, incluidos los datos del nivel freático.
- Datos hidrológicos del cuerpo de agua, incluidos los niveles máximos de inundación.
- Registros de la calidad de agua a tratar.
- Resultados de los ensayos de tratabilidad.
- Datos climáticos de la zona.
- Disponibilidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica (horas de servicio, costo, etc.).
- Disponibilidad y confiabilidad en el suministro de sustancias químicas.

5.1.2. El diseño definitivo de una planta de tratamiento de agua para consumo humano consistirá de dos documentos:

- el estudio definitivo
- el expediente técnico.

Estos documentos deberán presentarse teniendo en consideración que la contratación de la ejecución de las obras deberá incluir la puesta en marcha de la planta de tratamiento.

5.1.2.1. Los documentos a presentarse en el estudio definitivo comprenden:

- Memoria técnica del proyecto
- La información básica señalada en el numeral 5.1.1
- Dimensionamiento de los procesos de tratamiento
- Resultados de la evaluación de impacto ambiental y de vulnerabilidad ante desastres.
- Manual preliminar de operación y mantenimiento. Este documento deberá contener:
 - una descripción de los procesos de tratamiento y de sus procedimientos de operación inicial;
 - una descripción de los procesos de tratamiento y de sus procedimientos de operación normal;
 - relación del personal administrativo y de operación y mantenimiento que se requiera, con sus calificaciones y entrenamientos mínimos;
 - la descripción de la operación de rutina de los procesos de la planta, la misma que incluirá un plan de mediciones, registros de datos de campo y análisis que se requiera para el adecuado control de los procesos de tratamiento. En la misma forma se deben describir las acciones de evaluación intensiva en los procesos;
 - la descripción de la operación de la planta en condiciones de emergencia;
 - la descripción de acciones de mantenimiento preventivo de las instalaciones de obra civil y equipos mecánicos, eléctricos e instrumentales.

El manual de operación y mantenimiento definitivo será elaborado por el supervisor de la planta con esta información básica y los ajustes necesarios detectados en la evaluación de la puesta en marcha.

5.1.2.2. El expediente técnico deberá contener:

- Planos a nivel de ejecución de obra, dentro de los cuales, sin carácter limitante debe incluirse:
 - planimetría general de la obra, ubicación de las unidades de tratamiento e instalaciones existentes;
 - diseños hidráulicos sanitario: de los procesos e interconexiones entre procesos, los cuales comprenden planos de planta, cortes perfiles hidráulicos y demás detalles constructivos;
 - planos estructurales, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos;
 - planos de obras generales como obras de protección, caminos, arreglos interiores, laboratorios, vivienda del operador, caseta de guardiana, cercos perimétricos, etc.
- Memoria descriptiva
- Especificaciones técnicas
- Análisis de costos unitarios
- Metrados y presupuestos
- Fórmulas de reajustes de precios
- Documentos relacionados con los procesos de licitación, adjudicación, supervisión, recepción de obra y otros que el organismo competente considere de importancia.

5.1.3. A partir del numeral 5.2 en adelante se detallan los criterios que se utilizarán para el dimensionamiento de las unidades de tratamiento y estructuras complementarias. Los valores que se incluyen son referenciales y están basados en el estado del arte de la tecnología de tratamiento de agua para consumo humano y podrán ser modificadas por el proyectista previa justificación sustentada basada en investigaciones y el desarrollo tecnológico

5.2. PRETRATAMIENTO

5.2.1. Rejas

5.2.1.1. Alcance
Establece las condiciones de diseño que debe cumplir una cámara de rejas.

5.2.1.2. Criterios de diseño

Esta unidad normalmente es parte de la captación o de la entrada del desarenador.

a) El diseño se efectúa en función del tamaño de los sólidos que se desea retener, determinándose según ello la siguiente separación de los barros:

- Separación de 60 a 100 mm cuando son sólidos muy grandes. Esta reja normalmente precede a una reja mecanizada.
- Separación de 10 a 25 mm desbaste medio.
- Separación de 3 a 10 mm; desbaste fino.

b) La limpieza de las rejas puede ser manual o mecánica, dependiendo del tamaño e importancia de la planta, o de la llegada intermitente de material capaz de producir un atascamiento total en pocos minutos.

c) La velocidad media de paso entre los barros se adopta entre 0,60 a 1 m/s, pudiendo llegar a 1,40 m/s. con caudal máximo.

d) Las rejas de limpieza manual se colocan inclinadas a un ángulo de 45° a 60°. Se debe considerar una superficie horizontal con perforaciones en el extremo superior de la reja con la finalidad de escurrir el material extraído.

e) Debe preverse los medios para retirar los sólidos extraídos y su adecuada disposición.

5.2.2. Desarenadores

5.2.2.1. Alcance
Establece las condiciones generales que deben cumplir los desarenadores.

5.2.2.2. Requisitos

1. Remoción de partículas

a) Aguas sin sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de las partículas de 0,1 mm de diámetro y mayores.

b) Aguas sometidas a sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de la arena de diámetro mayor a 0,2 mm. Deberá proyectarse desarenadores cuando el agua a tratar acarree arenas. Estas unidades deberán diseñarse para permitir la remoción total de estas partículas

2. Criterios de diseño

a) El período de retención deber estar entre 5 y 10 minutos.

b) La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deber ser inferior a 20.

c) La profundidad de los estanques deberá ser de 1,0 a 3,0 m.

d) En el diseño se deberá considerar el volumen de material sedimentable que se deposita en el fondo. Los lodos podrán removerse según procedimientos manuales o mecánicos.

e) Las tuberías de descarga de las partículas removidas deberán tener una pendiente mínima de 2%.

f) La velocidad horizontal máxima en sistemas sin sedimentación posterior será de 0,17 m/s, y para sistemas con sedimentación posterior será de 0,25 m/s.

g) Deberá existir, como mínimo, dos unidades.

5.2.3. Presedimentadores**5.2.3.1. Alcance**

Establece las condiciones de diseño que debe reunir un presedimentador.

5.2.3.2. Criterios de diseño

a) Este tipo de unidades deben ser consideradas en el diseño de una planta cuando es posible obtener remociones de turbiedad de por lo menos 50%, o cuando la turbiedad de la fuente supera las 1,500 UNT.

b) El tiempo de retención debe definirse en función de una prueba de sedimentación. Normalmente el tiempo en el cual se obtiene la máxima eficiencia varía de 1 a 2 horas.

c) En el dimensionamiento de la unidad se emplearán los criterios indicados para unidades de sedimentación sin coagulación previa (art. 5.4).

5.3. AERADORES

5.3.1. Sirven para remover o introducir gases en el agua. Pueden ser utilizados en la oxidación de compuestos solubles y remoción de gases indeseables.

5.3.2. Los dispositivos de aeración admitidos son:

a) Plano inclinado formado por una superficie plana con inclinación de 1:2 a 1:3, dotado de protuberancias destinadas a aumentar el contacto del agua con la atmósfera.

b) Bandejas perforadas sobrepuestas, con o sin lecho percolador, formando un conjunto de, por lo menos, cuatro unidades.

c) Cascadas constituidas de por lo menos, cuatro plataformas superpuestas con dimensiones crecientes de arriba hacia abajo.

d) Cascadas en escalera, por donde el agua debe descender sin adherirse a las superficies verticales.

e) Aire comprimido difundido en el agua contenida en los tanques.

f) Tanques con aeración mecánica.

g) Torre de aeración forzada con anillos «Rashing» o similares.

h) Otros de comprobada eficiencia.

5.3.3. La conveniencia de usar un determinado tipo de aerador y la tasa de diseño respectiva, preferentemente, deberán ser determinados mediante ensayos de laboratorio.

5.3.3.1. Si no hay posibilidad de determinar tasas de aplicación mediante ensayos, los aeradores pueden ser dimensionados utilizando los siguientes parámetros:

a) Aeradores conforme el numeral 5.3.2 a., b., c. y d. Admiten, como máximo, 100 metros cúbicos de agua por metro cuadrado de área en proyección horizontal/día.

b) Aerador por difusión de aire. Los tanques deben tener un período de retención de, por lo menos, cinco minutos, profundidad entre 2,5 y 4,0 m, y relación largo/ancho mayor de 2.

El aerador debe garantizar la introducción de 1,5 litros de aire por litro de agua a ser aerada, próxima al fondo del tanque y a lo largo de una de sus paredes laterales.

c) Aerador mecánico. El tanque debe presentar un período de retención de, por lo menos, cinco minutos, profundidad máxima de 3,0 m, y relación largo/ancho inferior a 2.

El aerador mecánico debe garantizar la introducción de, por lo menos, 1,5 litros de aire por litro de agua a ser aerada.

5.3.3.2. En el caso de dimensionamiento conforme al numeral 5.3.3.1., la instalación debe ser por etapas; la primera servirá para definir las tasas reales de aplicación.

5.3.4. Las tomas de aire para aeración en tanques con aire difundido no pueden ser hechas en lugares que presenten impurezas atmosféricas perjudiciales al proceso de tratamiento. Deben estar protegidas con filtros o tela metálica de acero inoxidable o de latón y el sistema mecánico para la producción de aire no puede ser del tipo que disipe el aceite en el aire a ser comprimido.

5.4. SEDIMENTADORES SIN COAGULACIÓN PREVIA**5.4.1. Alcance**

Establece las condiciones generales que deben cumplir los sedimentadores que no tienen coagulación previa.

5.4.2. Criterios de Diseño

a) Las partículas en suspensión de tamaño superior a 1µm deben ser eliminadas en un porcentaje de 80%. Este rendimiento debe ser comprobado mediante ensayos de simulación del proceso.

b) La turbiedad máxima del efluente debe ser de 50 U.N.T. y preferiblemente de 20 U.N.T.

c) La velocidad de sedimentación deberá definirse en el ensayo de simulación del proceso.

d) El período de retención debe calcularse en el ensayo de simulación del proceso y deberá considerarse un valor mínimo de 2 horas.

e) La velocidad horizontal debe ser menor o igual a 0,56 cm/s. Este valor no debe superar la velocidad mínima de arrastre.

f) La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deberá estar en el rango de 5 a 20.

g) La profundidad de los tanques, al igual que para los desarenadores, debe variar de 1,5 a 3,0 m.

h) La estructura de entrada debe comprender un vertedero a todo lo ancho de la unidad y una pantalla o cortina perforada (ver condiciones en el ítem 5.10.2.1, acápite i).

i) La estructura de salida deberá reunir las condiciones indicadas en el ítem 5.10.2.1, acápite j.

j) La longitud del tanque deberá ser de 2 a 5 veces su ancho en el caso de sedimentadores de flujo horizontal.

k) Se deberá considerar en el diseño, el volumen de lodos producido, pudiéndose remover éstos por medios manuales, mecánicos o hidráulicos.

La tasa de producción de lodos debe ser determinada en ensayos de laboratorio, o mediante estimaciones con el uso de criterios existentes que el proyectista deberá justificar ante la autoridad competente.

l) El fondo del tanque debe tener una pendiente no menor de 3%.

5.5. PREFILTROS DE GRAVA**5.5.1. Alcance**

Establece las condiciones generales que deben cumplir los prefiltros de grava como unidades de pretratamiento a los filtros lentos. Su uso se aplica cuando la calidad del agua supera las 50 UNT. Esta unidad puede reducir la turbiedad del efluente de los sedimentadores o sustituir a éstos.

5.5.2. Requisitos generales

5.5.2.1. Prefiltros verticales múltiples de flujo descendente

a) Deberán diseñarse como mínimo dos unidades en paralelo.

b) La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 400 UNT.

c) Deberá considerarse como mínimo tres compartimientos con una altura de grava de 0,50 m cada uno.

d) El diámetro de la grava decreciente será de 4 cm y 1 cm, entre el primer y el último compartimiento. La grava debe ser preferentemente canto rodado.

e) Las tasas de filtración deben variar entre 2 a 24 m³/(m².día), en razón directa al diámetro de la grava y a la turbiedad del afluente.

f) La turbiedad del efluente de cada compartimiento se puede determinar por la ecuación:

$$TF = T_e e^{(-1,05VF)}$$

Donde:

TF = Turbiedad efluente (UNT)

To = Turbiedad afluente (UNT)

VF = Tasa de filtración (m/h)

g) Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado de cada compartimiento con tasas de 1 a 1,5 m³/min.

5.5.2.2. Prefiltro vertical de flujo ascendente

a) La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 100 UNT.

b) La tasa de filtración máxima es 24 m³/(m².día). Las tasas mayores deberán ser fundamentadas con estudios en unidades piloto. En estas condiciones se puede lograr hasta 80% de remoción total de partículas.

c) El lecho filtrante debe estar compuesto de 3 capas, dos de grava y una de arena de 0,30 m de espesor cada una.

d) El tamaño del material filtrante más grueso, en contacto con la capa soporte, debe variar entre 0,64 a 1,27 cm. El tamaño de material de la segunda capa será de 0,24 a 0,48 cm y finalmente la capa de arena gruesa en la superficie tendrá un diámetro variable entre 0,14 a 0,20 cm.

e) Para obtener una distribución uniforme del flujo, el drenaje debe estar conformado por troncos de cono invertidos con difusores llenos de grava de tamaño variable entre 1,9 y 3,8 cm.

f) El sistema de recolección debe estar conformado por tubos de 100 mm de diámetro (4"), con orificios de 12,5 mm (1/2"), ubicados a 0,40 m por encima del lecho filtrante.

g) Cualquier otra combinación de diámetros de material, tasas de velocidad y límites de turbiedad afluente, deberá ser fundamentada con ensayos en unidades piloto.

h) Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado de cada compartimiento, con tasas de lavado de 1 a 1,5 m/min.

5.5.2.3. Prefiltro de flujo horizontal

a) La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 300 UNT o, como máximo, de 400 UNT.

b) Deberá considerarse como mínimo 3 compartimientos.

c) El diámetro del material debe ser de 1 a 4 cm, y variará de mayor a menor tamaño en el sentido del flujo.

d) Las tasas de velocidad máximas deben variar entre 12 y 30 m³/(m².dia). Las tasas mayores acortan las cámaras y reducen proporcionalmente la remoción de microorganismos. Con las características indicadas y con una tasa de 14 m³/(m².dia) se obtienen eficiencias de remoción de coliformes fecales de hasta 99%.

e) La longitud del prefiltro puede variar entre 5 y 10 m. Cada tramo, con diferente granulometría de grava, debe estar confinado entre tabiques para facilitar el mantenimiento de la unidad. La longitud de cada compartimiento se puede determinar por la siguiente ecuación

$$L = \frac{\ln(T_f / T_a)}{\lambda}$$

Donde:

L = Longitud del compartimiento, m

T_f = Turbiedad del efluente, UNT

T_a = Turbiedad del afluente, UNT

λ = Módulo de impedimento, m⁻¹

f) Las condiciones diferentes a las indicadas deben ser fundamentadas con ensayos en unidades piloto.

g) Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado de cada compartimiento, con tasas de lavado de 1 a 1,5 m/min.

5.6. FILTROS LENTOS DE ARENA

5.6.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los filtros lentos convencionales de arena.

5.6.2. Requisitos generales

5.6.2.1. La turbiedad del agua cruda, sedimentada o prefiltrada del afluente deberá ser inferior a 50 UNT, se podrán aceptar picos de turbiedad no mayores de 100 UNT por pocas horas (no más de 4 horas).

5.6.2.2. Cuando la calidad de la fuente exceda los límites de turbiedad indicados en el ítem 5.6.2.1 y siempre que ésta se encuentre en suspensión, se deberá efectuar un tratamiento preliminar mediante sedimentación simple y/o filtración en grava, de acuerdo a los resultados del estudio de tratabilidad.

5.6.2.3. El valor máximo del color debe ser de 30 unidades de la escala de platino-cobalto.

5.6.2.4. El filtro lento debe proyectarse para operar las 24 horas en forma continua, para que pueda mantener su eficiencia de remoción de microorganismos. La operación intermitente debilita al zooplancton responsable del me-

canismo biológico debido a la falta de nutrientes para su alimentación.

5.6.2.5. La tasa de filtración deberá estar comprendida entre 2 y 8 m³/(m².dia).

a) Cuando el único proceso considerado sea el filtro lento, se adoptarán velocidades de 2 a 3 m³/(m².dia).

b) Cuando las aguas procedan de lagunas, embalses o se esté considerando tratamiento preliminar (ítem 5.6.2.2), se podrán emplear tasas de hasta 6 a 8 m³/(m².dia). El límite máximo sólo se deberá admitir cuando se puedan garantizar excelentes condiciones de operación y mantenimiento.

5.6.2.6. Se debe tener un mínimo de dos unidades, las que deberán estar interconectadas a través de la estructura de salida para que se pueda llenar en forma ascendente, después de cada operación de limpieza (raspado), por el filtro colindante en operación.

5.6.2.7. La estructura de entrada a la unidad debe considerarse:

a) Instalaciones para medir y regular el caudal en forma sencilla, mediante vertedero triangular o rectangular, antecedido de una válvula, o compuerta, para regular el flujo de ingreso y un aliviadero para eliminar excesos.

b) Un canal que distribuya equitativamente el caudal a todas las unidades.

c) Compuertas o válvulas para aislar las unidades.

5.6.2.8. Lecho filtrante

a) La grava se colocará en tres capas, la primera de 15 cm, con tamaños de 19 a 50 mm, seguida de dos capas de 5 cm de espesor cada una, con tamaños de 9,5 mm a 19 mm y de 3 mm a 9,5 mm, respectivamente. No debe colocarse grava en zonas cercanas a las paredes o a las columnas.

b) El espesor de la arena deberá ser de 80 a 100 cm. El valor mínimo considerado, después de raspados sucesivos durante la operación de limpieza, será de 50 cm.

c) El tamaño efectivo de la arena debe estar entre 0,2 a 0,3 mm, y el coeficiente de uniformidad no mayor de 3.

5.6.2.9. Caja de filtro

a) Los filtros podrán ser circulares o rectangulares y el área máxima deberá ser de 50 m² cuando la limpieza se efectúe en forma manual. Las paredes verticales o inclinadas y el acabado en el tramo en el que se localiza el lecho filtrante, debe ser rugoso para evitar cortocircuitos.

b) El sistema de drenaje, podrá ser:

b.1) Drenes formados por un colector principal y un número adecuado de ramales laterales. La pérdida de carga máxima en este sistema no deberá ser mayor que el 10% de la pérdida de carga en la arena, cuando ésta se encuentra con su altura mínima (50 cm) y limpia. Este sistema es apropiado para unidades de sección circular.

b.2) Canales formados por ladrillos colocados de canto y asentados con mortero, cubiertos encima con otros ladrillos colocados de plano (apoyados en su mayor superficie) y separados con ranuras de 2 cm, que drenan hacia un colector central. Con este tipo de drenaje se consigue una recolección uniforme del flujo en toda la sección y la pérdida de carga es prácticamente nula. Es apropiado para unidades de sección rectangular y cuadrada.

5.6.2.10. La altura máxima de agua en la caja de filtro deberá ser de 0,80 a 1,0 m.

5.6.2.11. La estructura de salida deberá estar conformada por:

a) Un vertedero de salida de agua filtrada, ubicado a 0,10 m por encima del nivel del lecho filtrante para evitar que la película biológica quede sin la protección de una capa de agua. Este vertedero descargará hacia una cámara de recepción de agua filtrada.

b) Un aliviadero para controlar el nivel máximo en la caja del filtro. Este vertedero, además, indicará el término de la carrera de filtración y el momento de iniciar la operación de raspado. Los filtros lentos pueden operar con nivel variable

sin menoscabo de su eficiencia. Este vertedero rebasará hacia una cámara de desagüe.

c) Una regla graduada dentro de la caja del filtro, haciendo coincidir el cero de la regla con el nivel del vertedero de salida para controlar la pérdida de carga. A medida que el nivel se incrementa se podrá leer conjuntamente la pérdida de carga inicial y la pérdida de carga por colmatación.

5.7. COAGULANTES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS

5.7.1. Alcance

Establece la determinación de la calidad y cantidad de coagulante requerida por el agua cruda, dosificación y almacenamiento.

5.7.2. Coagulantes empleados

5.7.2.1. Clase

El proyectista deberá sustentar ante la autoridad competente el coagulante a utilizar.

- Se determinará, para cada tipo de agua a tratar, mediante ensayos de laboratorio de pruebas de jarras.
- Se recomienda, en general, el uso de sales metálicas, especialmente compuestos de Al^{3+} o Fe^{3+} .

5.7.2.2. Cantidad

La cantidad de coagulante a dosificar será determinada mediante ensayos de laboratorio con el agua a tratar. Se recomienda, como el método más eficaz, el sistema de simulación del proceso de coagulación, denominado prueba de jarras.

Deberán determinarse las dosis máximas y mínimas a dosificar para dimensionar las instalaciones de dosificación, considerando los parámetros que optimicen el proceso (pH, alcalinidad, concentración, etc.).

Preferentemente, deberá elaborarse una correlación de dosis óptima versus turbiedad de agua cruda, la cual deberá incluirse en el manual de operación inicial.

5.7.2.3. Polielectrolitos

Se acepta el uso de polielectrolitos, siempre que el polímero elegido esté aceptado para su uso en agua potable, de acuerdo a las normas de la entidad competente y ante la ausencia de éstas, las normas internacionales.

5.7.3. Dosificación de coagulantes y otras sustancias químicas.

5.7.3.1. El coagulante siempre deberá ser agregado en solución.

5.7.3.2. El coagulante, antes de ser aplicado, deberá tener la concentración óptima necesaria para mejorar la eficiencia del proceso. Esta concentración se deberá seleccionar mediante ensayos de laboratorio. Cuando estos ensayos no hayan sido efectuados, la concentración empleada deberá ser de 1 a 2%.

5.7.3.3. En instalaciones grandes podrá aceptarse que las instalaciones de dosificación produzcan una solución de mayor concentración, pero en este caso deberá preverse una inyección de agua en la tubería de conducción de la solución para diluirla a la concentración óptima, antes del punto de aplicación.

5.7.3.4. Deben considerarse dos tanques de preparación de solución para un período mínimo de operación de 8 horas, por cada sustancia que se requiera aplicar. Se debe considerar un agitador en cada tanque; en los tanques de preparación de la suspensión de cal, los agitadores deben poder operar en forma continua.

5.7.3.5. En cada tanque deberán considerarse instalaciones de ingreso de agua filtrada, salida de la solución, a una altura de por lo menos 10 cm del fondo, reboso y desagüe. El fondo del tanque deberá tener una pendiente pronunciada hacia la salida de la tubería de desagüe.

5.7.3.6. Las tuberías de conducción de las soluciones pueden ser de acero inoxidable, mangueras de goma, plástico o PVC.

5.7.4. Dosificadores

5.7.4.1. Los equipos deberán seleccionarse con la suficiente flexibilidad para que estén en posibilidad de operar en condiciones extremas de dosificación que requiera la fuente. Estas condiciones extremas se definirán mediante la co-

relación mencionada en el ítem 5.7.2.2. El rango de operación deberá definirse dentro de los siguientes límites:

a) Rango máximo
Se determinará con la dosis máxima y el caudal máximo a tratar.

- Dosis máxima: correspondiente a la mayor turbiedad o color representativo de la época de lluvia.
- Caudal máximo: correspondiente al final del período de diseño.

b) Rango mínimo
Se determinará en función de la dosis mínima y al caudal de inicio de la primera etapa de diseño.

- Dosis mínima: correspondiente a la turbiedad o color mínimo que se presente en la fuente.
- Caudal mínimo: caudal correspondiente al inicio del período de diseño.

5.7.4.2. Tipo

a) Se utilizarán, preferentemente, sistemas de dosificación en solución por gravedad. Se utilizarán equipos de dosificación en seco, en sistemas grandes ($> 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$) y sólo en poblaciones en donde se pueda garantizar suministro eléctrico confiable y suficientes recursos disponibles para su adecuada operación y mantenimiento.

b) En los dosificadores en seco (gravimétricos o volumétricos) el tanque de solución debe tener un período de retención mínimo de 5 a 10 min, cuando está operando con el rango máximo, para permitir una adecuada polimerización del coagulante, antes de su aplicación.

c) Los dosificadores en solución, preferentemente deberán ser de los que operan bajo el principio de orificio de carga constante. Este tipo de dosificador puede ser diseñado y fabricado localmente. Se deberá efectuar un cuidadoso control de la exactitud del sistema de graduación de la dosificación y de la calidad de los materiales que garanticen la duración del sistema en adecuadas condiciones de operación y mantenimiento.

d) Todos los tanques de solución y los dosificadores deben estar interconectados de manera que se pueda alternar el uso de tanques y dosificadores.

5.7.4.3. En todos los casos se considerará un mínimo de dos equipos. Si se emplean tomes de disolución, no será necesario tener unidades de reserva.

5.7.5. Almacenamiento

5.7.5.1. El almacén de los productos químicos debe tener capacidad para una reserva comprendida entre un mes y seis meses. Dependiendo de la ubicación y características de la planta, deberá contar además con facilidades para la carga y descarga de los productos.

5.7.5.2. En relación al almacén, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

a) El área neta deberá ser calculada considerando el consumo promedio de la sustancia a almacenar.

b) El área del almacén deberá incluir un área de corredores perimetrales y centrales, para tener acceso a las diversas ramas de material y poder programar su empleo, de acuerdo al orden de llegada, esto es, primero el más antiguo.

c) El nivel del piso del almacén debe estar por lo menos a 1 m por encima del nivel de la pista de acceso, para facilitar la descarga del material y protegerlo de las inundaciones. La puerta de entrada al almacén debe tener no menos de 1.6 m de ancho.

d) Las pilas de material deben colocarse sobre tarimas de madera.

e) Las ventanas sólo se ubicarán en la parte superior de los muros (ventanas altas).

f) Los almacenes de sustancias químicas deben proyectarse siempre en la primera planta, para no recargar las estructuras del edificio de operaciones de la casa de químicos. En el caso de utilización de dosificadores en seco, en que el ingreso a las tolvas puede estar ubicado en el segundo o tercer piso del edificio, considerar un montacargas y un área de almacenamiento para 24 horas, al lado de las bocas de cargas de las tolvas.

g) Cada sustancia química deberá tener un almacén especial o bien se deberá delimitar cada área con tabiques en un almacén común.

5.8. MEZCLA RÁPIDA

5.8.1. Alcance

Establece el tiempo, gradiente de velocidad de mezcla y forma de obtener una distribución uniforme y rápida del coagulante en toda la masa de agua.

5.8.2. Requisitos generales

5.8.2.1. Si las características topográficas e hidráulicas de la planta lo permiten, sólo deberán usarse dispositivos de mezcla hidráulicos. Cualquiera que sea el dispositivo elegido, se debe garantizar una mezcla completa y casi instantánea.

5.8.2.2. En mezcladores de flujo a pistón, el cálculo hidráulico debe ser, en cada caso, el siguiente:

a) Seleccionar las características geométricas del tipo de unidad elegida: canaleta Parshall, plano inclinado (rampa), vertedero rectangular sin contracciones o triangular, dependiendo del caudal de diseño. La canaleta Parshall sólo se recomienda para caudales mayores de 200 l/s. Los vertederos rectangulares son recomendables para caudales menores a 100 l/s, y los triangulares para caudales menores a 50 l/s.

b) Comprobar si se cumplen las condiciones hidráulicas para que la mezcla sea adecuada:

- Número de Froude de 4.5 a 9 (salto estable). En caso de canaleta Parshall, el número de Froude es de 2 a 3 (salto no estable).

- Gradiente de velocidad de 700 a 1,300 s⁻¹.

- Tiempo de retención instantáneo de menos de 0,1 a 7 s como máximo.

- Modificar la geometría de la unidad hasta que se consigan condiciones de mezcla apropiadas. Los mezcladores del tipo de resalto hidráulico son ideales para aguas que mayormente coagulan por el mecanismo de adsorción.

5.8.2.3. En el caso de unidades del tipo de resalto hidráulico la aplicación del coagulante deberá distribuirse uniformemente a todo lo ancho del canal.

5.8.2.4. Para el uso de difusores en canales de relativa profundidad, éstos deben diseñarse de tal manera que el coagulante se distribuya en toda la sección de flujo. La reducción del área de paso provocada por el difusor, aumentará la velocidad y garantizará las condiciones de mezcla.

5.8.2.5. En los mezcladores mecánicos o retromezcladores, el coagulante debe inyectarse en dirección al agitador. Este tipo de unidades sólo debe usarse en plantas donde el agua coagula mayormente mediante el mecanismo de barrido, ya que en este caso lo más importante son las condiciones químicas de la coagulación (dosis óptima) y no las condiciones de mezcla. Estas unidades no son adecuadas para aguas que coagulan mediante el mecanismo de adsorción.

5.8.2.6. En el diseño de los retromezcladores debe tenerse en cuenta relaciones específicas entre las dimensiones del tanque y el agitador para reducir la formación de espacios muertos y cortocircuitos hidráulicos. Asimismo, es necesario considerar «baffles» o pantallas para evitar la formación de vórtices.

5.8.2.7. Los retromezcladores deberán tener un período de retención entre 30 y 45 segundos.

5.8.2.8. Las unidades de mezcla deberán ubicarse lo más cerca posible de la entrada de la unidad de floculación; deben evitarse los canales de interconexión largos.

5.8.2.9. La estructura de interconexión entre la mezcla rápida y el floculador (canal, orificio, vertedero, etc.) no debe producir un gradiente de velocidad mayor de 100 s⁻¹ ni menor que el del primer tramo del floculador.

5.8.2.10. Deben empalmarse correctamente las líneas de flujo entre la unidad de mezcla y el floculador (aplicar la ecuación de Bernoulli) para evitar resacas en el resalto en el mezclador o producir una caída brusca del nivel de agua en el floculador.

5.8.2.11. En los casos en los que se requiera aplicar un polímero como ayudante de coagulación, la aplicación debe ser inmediatamente posterior a la aplicación del coagulante de sal metálica y en un punto en el que tenga una intensidad

de agitación de 400 a 600 s⁻¹ para que se disperse sin que se rompan las cadenas poliméricas.

5.8.2.12. El uso de cualquier otro dispositivo de mezcla, deberá ser justificado, tomando en cuenta el mecanismo mediante el cual coagule el agua (adsorción o barrido) y las condiciones de mezcla rápida.

5.8.2.13. En el caso de que la fuente tenga estacionalmente ambos comportamientos (adsorción y barrido) se diseñará la unidad para las condiciones más críticas, es decir, para las épocas de coagulación por adsorción.

5.9. FLOCULACIÓN

5.9.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los floculadores.

5.9.2. Requisitos generales

5.9.2.1. En sistemas de más de 50 l/s de capacidad, los parámetros óptimos de diseño de la unidad, gradiente de velocidad (G) y tiempo de retención (T) deberán seleccionarse mediante simulaciones del proceso en el equipo de prueba de jaras.

5.9.2.2. Para cada tipo de agua deberá obtenerse la ecuación que relaciona los parámetros del proceso, que es de la forma $G_n T = K$, donde (n) y (K) son específicos para cada fuente y sus variaciones.

5.9.2.3. En sistemas de menos de 50 l/s de capacidad, se puede considerar un rango de gradientes de velocidad de 70 a 20 s⁻¹ y un tiempo de retención promedio de 20 minutos.

5.9.2.4. Los gradientes de velocidad deberán disponerse en sentido decreciente, para acompañar el crecimiento y formación del floculo.

5.9.2.5. En todos los casos deberá diseñarse un sistema de desagüe que permita vaciar completamente la unidad.

5.9.3. Criterios para los floculadores hidráulicos de pantallas

a) Pueden ser de flujo horizontal o vertical. Las unidades de flujo horizontal son apropiadas para sistemas de menos de 50 l/s de capacidad; en sistemas por encima de este límite se deberá usar exclusivamente unidades de flujo vertical.

b) Las pantallas deberán ser removibles y se podrá considerar materiales como: tabiques de concreto prefabricados, madera machihembrada, fibra de vidrio, planchas de asbesto-cemento corrugadas o planas, etc.

En lugares de alto riesgo sísmico y en donde no exista garantía de adecuado nivel de operación y mantenimiento, deberá evitarse el uso de las planchas de asbesto cemento.

5.9.3.1. Unidades de flujo horizontal

a) El ancho de las vueltas debe ser 1,5 veces el espacio entre pantallas.

b) El coeficiente de pérdida de carga en las vueltas (K) debe ser igual a 2.

c) El ancho de la unidad debe seleccionarse en función de que las pantallas en el último tramo se entrecruen, por lo menos, en un 1/3 de su longitud.

d) Se debe diseñar con tirantes de agua de 1 a 3 m, dependiendo del material de la pantalla.

5.9.3.2. Unidades de flujo vertical

a) La velocidad en los orificios de paso debe ser 2/3 de la velocidad en los canales verticales.

b) El gradiente de velocidad en los canales verticales debe ser de alrededor de 20 s⁻¹.

c) La profundidad debe seleccionarse de tal forma que los tabiques del último tramo se entrecruen, por lo menos, en 1/3 de su altura.

d) La profundidad de la unidad es de 3 a 5 m. Se recomienda adoptar la misma altura del decantador para obtener una sola cimentación común y reducir el costo de las estructuras.

e) En la base de cada tabique que debe llegar hasta el fondo, se deberá dejar una abertura a todo lo ancho, equivalente al 5% del área horizontal de cada compartimento. Esto evita la acumulación de lodos en el fondo y facilita el vaciado del tanque.

Se recomienda que los orificios de paso ocupen todo el ancho del compartimento para evitar la formación de espacios muertos y cortocircuitos hidráulicos.

f) En todos los casos, el flujo debe ingresar y salir de la unidad mediante vertederos, para mantener constante el nivel de operación.

5.9.4. Criterios para los floculadores mecánicos

5.9.4.1. Esta alternativa solo se considerará en casos en que se garantice un buen nivel de operación y mantenimiento y suministro continuo de energía eléctrica, asimismo se debe tomar en cuenta lo indicado en 4.4.4 y 4.4.6 de la presente norma.

5.9.4.2. El tiempo de retención (T) debe ser aquel que resulte de la prueba de jarras incrementado en 25 a 50%, dependiendo del número de cámaras seleccionadas. Cuanto menos sea el número de compartimientos, mayor será este porcentaje.

5.9.4.3. Deberá haber un mínimo de cuatro cámaras en serie separadas por tabiques y con el ingreso de agua a todo lo ancho de la unidad.

5.9.4.4. Las aberturas de paso de una cámara a otra deben disponerse alternadamente, una arriba y otra abajo y a todo lo ancho de la cámara para evitar la formación de espacios muertos y cortocircuitos hidráulicos. El gradiente de velocidad en la abertura de paso deberá ser similar al del compartimiento al que está ingresando el flujo.

5.9.4.5. Los agitadores, en los floculadores mecánicos deberán tener sistemas de variación de velocidades.

5.9.4.6. En cámaras con agitadores de paletas de eje horizontal, la distancia entre los extremos de las paletas al fondo y paredes de las cámaras debe estar entre 15 y 30 cm, y la separación de paletas entre dos agitadores consecutivos debe ser de 50 cm como máximo.

5.9.4.7. En cámaras con agitadores de paletas de eje vertical, la distancia entre los extremos de las paletas y el muro debe ser no menor de 0,15 m y preferiblemente mayor de 0,30 m.

5.9.4.8. El área de las paletas debe estar entre 10 y 20% del área del plano de rotación de las paletas y la velocidad lineal del extremo de paletas o velocidad tangencial debe ser de 1,20 m/s en la primera cámara y menor de 0,6 m/s en la última cámara.

5.10. SEDIMENTACIÓN CON COAGULACIÓN PREVA

5.10.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los sedimentadores con coagulación previa o decantadores, usados para la separación de partículas floculentas. Estas unidades deben ubicarse contiguas a los floculadores.

5.10.2. Requisitos

5.10.2.1. Sedimentadores de flujo horizontal

a) Tasa superficial: la determinación de la tasa superficial deberá realizarse experimentalmente, simulando el proceso en el laboratorio.

b) Las tasas superficiales varían entre 15 y 60 m³/ (m².día), dependiendo del tamaño de las instalaciones, tipo de operación y tecnología adoptada.

c) Se debe tener presente que las condiciones de diseño de los sedimentadores dependerán también del tipo de filtros proyectados, por ello, la sedimentación y filtración deben proyectarse como procesos complementarios.

d) La velocidad media del flujo para el caudal máximo de diseño deberá ser inferior de 0,55 cm/s.

e) Período de retención y profundidad: deberá estar comprendido entre 1 1/2 y 5 horas y las profundidades entre 3 y 5 m. En los sedimentadores con dispositivos para la remoción continua de lodo se considerará útil toda la profundidad. En los sedimentadores sujetos a limpieza periódica, se considerará una parte de la profundidad total como espacio destinado a la acumulación normal de lodos. Se recomienda que el volumen para el almacenamiento de lodos sea 10 a 20% del volumen del sedimentador.

f) Los sedimentadores serán de forma rectangular.

- La relación largo-ancho deberá estar entre 2 a 1 y 5 a 1.
- La relación largo-profundidad deberá estar entre 5 a 1 y 20 a 1.

g) Se deberá adoptar un mínimo de dos unidades, de tal manera que cuando se suspenda de operación una, se pueda seguir operando con la otra. En el diseño se debe tener en cuenta que cuando una unidad sale de operación, los remanentes deben operar con la tasa de diseño seleccionada.

h) Los conductos o canales de agua floculada deben asegurar una distribución uniforme del flujo a los diversos sedimentadores sin cortocircuitos hidráulicos. En una estructura de distribución se aceptará como máximo una desviación de 5% en el reparto de caudales.

i) Estructura de entrada

- La estructura de entrada a los sedimentadores debe estar conformada por un vertedero sin contracciones a todo lo ancho de la unidad, seguido de un tabique difusor o cortina perforada para proporcionar una distribución uniforme del flujo en toda la sección.

- La cortina difusora debe estar ubicada a una distancia no menor de 0,80 m del vertedero de entrada.

- La cortina difusora deberá tener el mayor número posible de orificios, uniformemente espaciados en todo el ancho y la altura útil del decantador; la distancia entre orificios debe ser igual o inferior de 0,50 m y de preferencia deben tener forma circular y aboquillados.

- El gradiente de velocidad en los orificios no debe ser mayor de 20s⁻¹.

- Cuando la unidad no tiene remoción mecánica de lodos, los orificios más bajos deberán quedar a 1/4 ó 1/5 de la altura sobre el fondo; los orificios más altos deberán quedar a 1/5 ó 1/6 de la altura de la unidad con respecto a la superficie del agua para evitar se produzca un cortocircuito hidráulico con el vertedero de salida.

j) Sistemas de recolección del agua sedimentada

Pueden estar conformados por vertederos, canaletas y tubos con orificios.

- La estructura de salida o sistema de recolección no debe sobrepasar el tercio final de la unidad.

- Los bordes de los vertederos podrán ser lisos o dentados y ajustables o removibles.

- Las canaletas tienen por objeto incrementar la longitud de recolección. Pueden colocarse transversal o perpendicularmente al flujo. Sus bordes pueden ser lisos, dentados o con orificios.

- En lugares donde el viento pueda provocar corrientes preferenciales de flujo, se recomienda la colocación de tabiques deflectores del viento que penetren a poca profundidad dentro del agua. Su ubicación y distribución debe permitir la recolección uniforme por la estructura de salida.

- El sistema de recolección deberá tener una longitud tal que la tasa de recolección este comprendida entre 1,3 a 3 l/s por metro lineal de sistema de recolección.

- En casos de floculos de turbiedad se recomienda una tasa máxima de 2 l/s por metro lineal

- Para casos de floculos de color se recomienda una tasa máxima de 1,5 l/s por metro lineal.

k) Sistema de acumulación y extracción de lodos

En los sistemas de limpieza intermitentes, en los que la unidad se retira del servicio para efectuar la operación en forma manual, se deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- La capacidad de las tolvas debe determinarse en función al volumen de lodo producido y la frecuencia de limpieza. La tasa de lodo producido se debe determinar en el laboratorio, mediante las turbiedades máximas y mínimas que se dan en la fuente. Se realizará una prueba de sedimentación y se medirá el volumen de lodos producido en cada caso.

- El tiempo de retención de la tolva depende de la frecuencia de limpieza y de la temperatura local. En climas fríos se puede almacenar el lodo de dos a tres meses sin que adquiera condiciones sépticas; en climas cálidos puede ser de hasta tres días como máximo, dependiendo de la temperatura. Esta circunstancia establece limitación del uso de estas unidades en zonas de climas cálidos, para unidades de limpieza manual, debido a que los períodos de limpieza sean cortos.

- La pendiente de las tolvas en la zona de salida debe ser de 45° a 60°.

- El punto de salida de la tolva debe ubicarse al tercio inicial del decantador que es donde se debe producir la mayor acumulación de lodos.
- En la remoción continua por medios mecánicos, las dimensiones finales y la inclinación del fondo deberán respetar las especificaciones de los fabricantes de equipos.
- Debe incluirse un dispositivo de lavado con agua a presión; los chorros deben atravesar el decantador en su menor dimensión.
- Podrá hacerse la remoción de lodos por medios hidráulicos, mediante descargas hidráulicas periódicas.
- La pérdida de agua por fangos no deberá ser superior a 1% del agua tratada.
- El diámetro mínimo de las válvulas de accionamiento de las descargas de lodo deberá ser de 150 mm.

5.10.2.2. Sedimentadores de alta tasa

a) Clarificadores de contacto

- Este tipo de unidades solo se considerará para casos en que se garantice un buen nivel de operación y mantenimiento y para aguas con turbiedad alta (100 - 500 UNT) la mayor parte del tiempo, esto con el propósito de garantizar la formación del manto de lodos. Asimismo se deberá tener en cuenta lo indicado en 4.4.4 y 4.4.6 de la presente norma.
- Se adoptarán tasas superficiales entre 60 y 120 m³/ (m².dia), las que corresponden a velocidades entre 4 y 8 cm/min.
- El período de retención deberá ser de 1 a 2 horas.
- La forma de estas unidades es cuadrada, rectangular o circular.
- En la entrada deberán colocarse elementos que permitan producir un ascenso uniforme del flujo y evitar chorros que puedan atravesar el manto de lodos y crear turbulencias.
- La recolección del flujo de agua decantada deberá ser uniforme; esto se puede conseguir mediante canales perimetrales o centrales, redes de canaletas (con bordes lisos o dentados), tuberías perforadas, orificios, etc.
- La remoción de lodos se podrá hacer de forma manual o automática. La unidad debe tener concentradores de lodos donde se ubicará la tubería de descarga. La pérdida de agua por fangos no debe ser superior de 2% del agua tratada.

b) Sedimentadores de placas o tubulares

- Tasa superficial. La tasa de aplicación a los decantadores se determinará en función de la velocidad de sedimentación de las partículas que deben ser removidas, según la relación:

$$V_s = Q / (fA)$$

Donde:

V_s = Velocidad de sedimentación en m/s
Q = Caudal que pasa para la unidad en m³/s
A = Área superficial útil de la zona de decantación en m².
f = Factor de área, adimensional.

El factor de área para unidades de flujo ascendente está determinado por la expresión:

$$f = [\text{sen}^2(\text{sen} \theta + L \cos \theta)] / S$$

Donde:

θ = ángulo de inclinación de las placas o tubos en grados.
L = Longitud relativa del módulo, mayor o igual a 12, adimensional (L = l/e ó L = l/d).
l = Largo del elemento tubular o de placa, en m.
d = Diámetro interno de los elementos tubulares, en m.
e = Espaciamiento normal entre placas paralelas sucesivas, en m.
S = Factor de eficiencia (1,0 para placas planas paralelas, 4/3 para tubos circulares y 11/8 para tubos cuadrados), adimensional.

- La velocidad de sedimentación debe ser determinada mediante ensayos de laboratorio con el criterio que el efluente producido no tenga más de 2 UNT.

- La velocidad longitudinal máxima del flujo se calculará por $Do = (NR/8)^{1/2}$ vs., donde NR : número de Reynolds.
- El NR entre placas tendrá un valor máximo de 500.
- La unidad puede tener forma rectangular o cuadrada.
- Los módulos de sedimentación deberán ser de materiales que resistan largo tiempo bajo el agua y de bajo costo unitario.

• Los módulos de placas podrán ser de asbesto-cemento, plástico o tela de polietileno.
• En lugares de alto riesgo sísmico y donde no exista garantía de un adecuado nivel de operación y mantenimiento, deberá evitarse el uso de planchas de asbesto cemento.
• Las placas de asbesto-cemento pueden usarse en su dimensión de 2,44 m de ancho por 1,22 de alto. Se podrá emplear espesores de 6 y 8 mm, siempre y cuando hayan sido fabricados con fibra de asbesto larga. En este caso, se debe considerar un apoyo central, además de los laterales.
• Las placas de asbesto están expuestas a la corrosión en todos los casos en que el cemento Portland es atacado y, en términos generales, cuando en el agua:

- i.- el pH es menor de 6.
- ii.- El contenido de CO₂ libre es mayor de 3,5 mg/l.
- iii.- El contenido de sulfato como SO₄ es mayor de 1500 mg/l.

La intensidad de la corrosión depende de cuánto se excedan estos límites, de la temperatura y de la presencia de otros iones. En estos casos deberá usarse otro material o se deberá proteger con una resina epóxica.

• Deberá darse preferencia al empleo de placas planas paralelas, con las que se consigue mayor longitud relativa y, por lo tanto, mayor eficiencia.

• También se podrá emplear lonas de vinilo reforzadas con hilos de poliéster (Kp 500), de 0,57 mm de espesor, las lonas se cortarán en segmentos del ancho del tanque y 1,20 m de altura. Cada lona tendrá basta vulcanizada en sus cuatro lados y refuerzos en los laterales y parte inferior. Para el montaje de las lonas solicitar las recomendaciones del proveedor de tal manera que las lonas se instalen inclinadas a 60° y queden sumergidas bajo 1 m de agua.

- Los módulos de decantación deberán estar inclinados a 60° con respecto a la horizontal.

- El flujo de agua floculada debe distribuirse uniformemente entre los módulos mediante canales y tuberías diseñados con los criterios específicos de distribución uniforme.

- La entrada de agua a los elementos tubulares o de placas inclinadas debe hacerse mediante orificios en canales longitudinales para asegurar una distribución uniforme del agua en toda el área superficial del decantador.

- El ángulo de inclinación de las celdas debe ser de 60° para permitir el deslizamiento de lodos hacia el fondo.

- La distancia entre placas está en función de la velocidad del agua entre ellas, de manera que no sea mayor que la velocidad longitudinal máxima aceptable (V₀ = (NR/8)^{1/2} V_s, donde NR : número de Reynolds).

- Para evitar alteraciones del flujo y arrastre de floculos, se recomienda que la altura mínima del agua sobre las placas sea de 0,65 m. Esta altura mínima solo será aceptada si se está transformando un decantador convencional a uno tubular o de placas. En unidades nuevas se debe considerar 1,0 m.

- La recolección del agua decantada puede efectuarse mediante tubos con perforaciones o canaletas instaladas para conseguir una extracción uniforme.

- Las canaletas de recolección de agua decantada deben proporcionar un escurrimiento superficial libre. Los bordes de las canaletas deberán ser perfectamente horizontales para que la tasa de recolección sea uniforme; esto se consigue mediante vertederos removibles con láminas sobrepuestas ajustables que pueden ser niveladas durante la operación de puesta en marcha de la unidad. La colocación de estas láminas debe impedir el paso de agua en las juntas con la canaleta.

- El nivel máximo del agua en el interior de la canaleta de recolección debe situarse a una distancia mínima de 10 cm, debajo del borde del vertedero.

- Los tubos perforados sumergidos deben ser diseñados con criterios de colección equitativa. Los orificios deben ubicarse en la parte superior de los tubos con una carga mínima de 10 cm. Los tubos deberán ser removibles para que puedan ser nivelados y extraídos con facilidad.

- El rango de las tasas de recolección varía entre 1,3 y 3,0 l/s.m. El criterio para seleccionar la tasa adecuada se

basa en la calidad del floculo; para floculos livianos (de color) y pequeños se recomienda el límite inferior del rango.

- La distancia entre las canaletas o tubos de recolección no debe ser superior a dos veces la altura libre del agua sobre los elementos tubulares o sobre la zona de lodos en los depantadores de flujo vertical.

- La remoción de los lodos decantados deberá efectuarse en forma hidráulica. Esto exige que el fondo del decantador sea inclinado con un ángulo superior a 30° para formar un pozo en forma de tronco de pirámide o de cono invertido, en cuyo extremo inferior debe situarse una abertura de descarga.

- En unidades de más de 5 m de longitud deberán considerarse varias tolvás unidas por un colector diseñado con criterios de colección equitativa.

- Las válvulas de descarga deben situarse en lugares de fácil acceso para su mantenimiento.

- La descarga, cuando es automática, debe tener un dispositivo que permita ajustar su tiempo de funcionamiento a las exigencias operacionales.

- Las tuberías para descarga de lodo deben ser diseñadas como múltiples de colección uniforme, con tolvás separadas:

- El diámetro (d) de los orificios de descarga se debe calcular con la siguiente expresión:

$$d = \frac{x}{1.162 \sqrt{\frac{H^{1.5}}{V_a}}}$$

Donde:

x : separación entre orificios de salida en (m) dependiente del número de tolvás y de las dimensiones de las mismas.

H : carga hidráulica en (m).

V_a : Velocidad de arrastre de lodo.

La velocidad mínima de arrastre en los puntos más alejados debe ser del orden de 1 a 3 cm/s.

- El diámetro del colector de lodos (D) se determina mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{d}{\sqrt{N}}$$

Donde:

R : relación de velocidades entre el colector y los orificios de descarga para obtener colección uniforme.

N : número de orificios o de tolvás.

- Debe preverse el destino final de los lodos, teniendo en cuenta disposiciones legales y aspectos económicos.

- Eficiencia

La turbiedad del agua clarificada deberá ser menor o igual a 2 UNT.

5.11. FILTRACIÓN RÁPIDA

5.11.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los filtros rápidos.

5.11.2. Requisitos

5.11.2.1. Número de unidades

El número de unidades de filtración se determinará mediante un estudio económico o condiciones especiales del proyecto. El número mínimo será de dos unidades.

5.11.2.2. Dimensiones de las unidades filtrantes.

a) Profundidad

Será una función de las alturas del sistema de drenaje del medio de soporte y medio filtrante, de la altura de agua sobre el medio filtrante y de la altura de borde libre. La altura de agua sobre el lecho filtrante es variable y depende del tipo de operación del filtro.

b) Largo y ancho

La relación largo-ancho será determinada por un estudio económico o por las condiciones especiales del proyecto.

5.11.2.3. Filtros rápidos convencionales con lecho filtrante de un solo material.

a) La tasa de filtración deberá fijarse ideológicamente en una planta de filtros piloto, de acuerdo al tamaño del material empleado y a la profundidad del lecho.

b) Los valores de la tasa de filtración se encuentran entre los siguientes límites:

- Mínima : 75 m³/(m² día)
- Máxima : 200 m³/(m² día)
- Normal : 120 - 150 m³/(m² día)

c) Capa soporte del medio filtrante:

- La granulometría y el espesor de la grava dependen del tipo de drenaje. Para drenajes diferentes a las viguetas prefabricadas, ver las recomendaciones del proveedor.

- Para el caso de viguetas prefabricadas respetar la siguiente granulometría:

Sub camada	Espesor (mm)	Tamaño (mm)
1 (Fondo)	10 - 15	25.4 - 60 1" - 2"
2	7.5 - 10	12.7 - 25.4 1/2" - 1"
3	7.5 - 10	6.4 - 12.7 1/4" - 1/2"
4	7.5 - 10	3.2 - 6.4 1/8" - 1/4"
5 (Superficie)	7.5 - 10	1.7 - 3.2 1/16" - 1/8"

- En cuanto a las condiciones físicas a cumplir por la grava, se tienen las siguientes:

• Debe ser obtenida de una fuente que suministre piedras duras, redondeadas, con un peso específico no menor de 3,5 (no más de 1% puede tener menos de 2,25 de peso específico).

• La grava no deberá contener más de 2% en peso de piedras aplanadas, alargadas o finas, en las que la mayor dimensión excede en tres veces la menor dimensión.

• Deberá estar libre de arcilla, mica, arena, limo o impurezas orgánicas de cualquier clase.

• La solubilidad en HCl al 40% debe ser menor de 5%.

• La porosidad de cada subcapa debe estar entre 35 y 45%.

d) Medios filtrantes

- La arena debe cumplir con las siguientes especificaciones:

• El material laminar o micáceo debe ser menor de 1%.

• Las pérdidas por ignición deben ser menores de 0,7%.

• La arena debe ser material silíceo de granos duros (7 en la escala de Mohr), libre de arcilla, limo, polvo o materia orgánica.

• La solubilidad en HCl al 40% durante 24 horas debe ser <5%.

• El peso específico debe ser mayor de 2,6.

- El espesor y características granulométricas del medio filtrante deberán ser determinados mediante ensayos en filtros piloto. Los valores se encuentran entre los siguientes límites: espesor 0,90 a 0,75 m, tamaño efectivo entre 0,5 a 0,6 mm, tamaño mínimo 0,42 mm y máximo 1,17 a 1,41 mm. El coeficiente de uniformidad en todos los casos debe ser menor o igual a 1,5.

- Cuando el filtro funcione parcial o permanentemente con filtración directa, la granulometría del material deberá ser más gruesa. El tamaño efectivo del material podrá ser de 0,7 mm, el tamaño mínimo de 0,5 a 0,6 mm, y el tamaño máximo de 1,68 a 2,0 mm y el espesor de 0,8 a 1,0 m.

- La antracita deberá reunir las siguientes condiciones:

• Dureza mayor de 3 en la escala de Mohr.

• Peso específico mayor de 1,65

• Contenido de carbón libre mayor del 85% en peso.

• La solubilidad en HCl al 40% en 24 horas debe ser menor de 2%.

• En una solución al 1% de NaOH no debe perderse más de 2% del material.

- Otros medios filtrantes

• Podrán usarse otros medios filtrantes, siempre que se justifique con estudios experimentales.

5.11.2.4. Filtros rápidos con lechos mixtos y múltiples

a) Tasa de filtración
 Deberá fijarse de acuerdo al tamaño del material empleado y profundidad del lecho, preferentemente mediante ensayos en filtros piloto. Estos valores se encuentran entre los siguientes límites:

Mínima	:	180 m ³ /(m ² ·día) (1)
Máxima	:	300 m ³ /(m ² ·día) (2)
Normal	:	200 - 240 m ³ /(m ² ·día) (3)

(1) Material fino y bajo nivel de operación y mantenimiento
 (2) Material grueso y condiciones excepcionales de operación y mantenimiento.
 (3) Material grueso y condiciones normales de operación y mantenimiento.

b) Capa soporte del medio filtrante
 Dependiente del tipo de drenaje empleado y deberá cumplir las especificaciones indicadas en 5.11.2.3.

c) Medios filtrantes

- Arena

- El tipo de arena a usar, su tamaño efectivo y coeficiente de uniformidad deberán ser los indicados en el ítem 5.11.2.3, acápite d, el espesor de la capa de arena deberá ser de 1/3 del espesor total del lecho.

- Antracita

- Las características físicas del material deberán ser las indicadas en el ítem 5.11.2.3 acápite d.

- La granulometría deberá seleccionarse de acuerdo al tamaño efectivo de la arena, de tal forma que no se produzca un grado de intermezcla mayor de 3. Para que esto se cumpla, el tamaño correspondiente al D₉₀ de la antracita debe ser el triple del tamaño efectivo de la arena

- El espesor deberá ser 2/3 de la altura total del lecho filtrante, puede variar entre 0,50 y 1,0 m.

- Las características físicas deberán ser determinadas, preferentemente, en ensayos en filtros piloto; los rangos usuales se encuentran entre los siguientes valores: espesor mínimo de 0,45 m, tamaño efectivo de 0,75 a 0,9 mm, tamaño mínimo de 0,50 mm, tamaño máximo 2,38 mm y coeficiente de uniformidad menor o igual a 1,5.

- Otros medios filtrantes

Podrán usarse otros medios filtrantes, siempre que se justifiquen mediante estudios en filtros piloto.

d) Sistema de lavado

- El lavado se podrá realizar con agua filtrada, o con aquella que cumpla las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas del agua potable.

- Se aceptarán los siguientes sistemas:

- Con flujo ascendente solo o retrolavado con agua.
- Retrolavado y lavado superficial.
- Retrolavado y lavado con aire.

- La cantidad de agua usada en el lavado no deberá sobrepasar el 3,5% del agua filtrada producida.

- La expansión del lecho filtrante cuando sólo se lava con agua, deberá encontrarse entre los siguientes límites:

- Mínima : 10% (sólo para el material más grueso).
- Máxima : 50%
- Promedio : 25 a 30%

- Tasa de lavado

• Sólo con flujo ascendente:

Tasa de retrolavado: 0,6 a 1,2 m³/min

• Con retrolavado y lavado superficial:

Tasa de retrolavado: 0,6 a 1,2 m³/min

Tasas de lavado superficial:

- Con brazos giratorios: 0,5 a 1,4 l/(s·m²) a una presión de 30 - 40 m de columna de agua.

- Con rociadores fijos: 1,4 a 2,7 l/(s·m²) presiones de 15 a 30 m de columna de agua.

- Con retrolavado y lavado con aire:

Tasa de lavado: 0,3 a 0,6 m³/min para producir una expansión de 10%.

Tasa de aire comprimido: 0,3 a 0,9 m³/min.

- Métodos para aplicar el agua de lavado
 Las aguas de lavado podrán provenir de:

Tanque elevado

- Deberá tener una capacidad suficiente para lavar consecutivamente dos unidades, por un periodo de 8 minutos a las máximas tasas de lavado previstas.

- Ubicación del tanque: La altura del tanque sobre el nivel del lecho filtrante se calculará teniendo en cuenta que el caudal de diseño debe llegar hasta el borde superior de la canaleta de lavado, por lo cual, deberán considerarse todas las pérdidas de carga sobre ésta y el tanque.

- En el caso de lavados con flujo ascendente y lavado superficial, la mayor presión que se necesita para este último, podrá darse con equipos de bombeo adicionales, sistemas hidroneumáticos u otros.

- El equipo de bombeo deberá tener la capacidad adecuada para asegurar el suministro oportuno del volumen de agua que se necesita para hacer los lavados que se requieran por día.

- El tanque deberá estar provisto de un sistema automático de control de niveles y sistema de reboso y desagüe.

Sistema de bombeo directo

- Este sistema es muy vulnerable cuando las condiciones de operación y mantenimiento no son adecuadas y como la eficiencia de los filtros depende de las bondades del sistema de lavado, no se deberá considerar este tipo de solución cuando existan condiciones desfavorables.

- El lavado se hará por inyección directa de agua bombeada desde un tanque enterrado o sistema. Deberá considerarse en forma especial las condiciones de golpe de ariete, caudal y altura dinámica de las bombas.

- Deberán considerarse por lo menos dos bombas, cada una de ellas tendrá capacidad para bombear la totalidad del caudal de lavado, con una carga hidráulica mínima, considerando las pérdidas de carga hasta el borde superior de la canaleta de lavado.

- Las bombas seleccionadas deberán adecuarse a las tasas de lavado mediante el uso de dispositivos reguladores de presión y caudal.

Lavado con flujo proveniente de las otras unidades

- Para aplicar este sistema de lavado, los filtros deben agruparse en baterías con un número mínimo de 4 unidades.

- La presión de lavado será función de una carga hidráulica regulable mediante un vertedero, para mantener el medio granular con una expansión entre 25 y 30%.

- La carga hidráulica de lavado se determina mediante la pérdida de carga total durante esta operación, la cual depende del peso de los granos de arena y/o antracita y éste, a su vez, de la granulometría del material considerado, tipo de drenajes, etc y puede variar de 0,60 a 1,20 m, según el tamaño del material considerado. Esta pérdida de carga será calculada para cada caso utilizando los métodos disponibles.

- La sección de cada filtro debe ser tal, que al pasar por ésta el caudal de diseño de la batería, se produzca la velocidad de lavado requerida para la expansión del medio filtrante.

- El número de filtros depende de la relación entre la tasa de filtración (V_f) y la velocidad de lavado (V_l).

- Es necesario que todos los filtros estén interconectados, ya sea mediante un canal lateral o a través del falso fondo.

Sistemas de recolección del agua de lavado

En el sistema de canal principal y canaletas laterales deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- La distancia entre los bordes de dos canaletas contiguas no debe exceder de 2,1m.

- La distancia máxima del desplazamiento del agua no deberá exceder de 1,05 m.
- En unidades pequeñas en la que no se superen las condiciones anteriores, pueden omitirse las canales laterales.

- El fondo de las canales deberá estar, por lo menos, 5 a 10 cm sobre el lecho filtrante expandido en su elevación máxima.

- Capacidad de descarga de las canales
- Deberá calcularse para la velocidad máxima del lavado previsto, considerando 30% de sobrecarga.
- Nivel de carga en las canales

- El borde libre mínimo en la canales debe ser de 0,10 m.

- Dependiendo del tamaño de la planta, podrá justificarse un sistema de recuperación de agua de lavado.

e) Sistema de drenaje

- Diseño

Deberá recoger el agua filtrada y distribuir el agua de lavado en la forma más uniforme posible, para ello es necesario que el agua ingrese a todo lo ancho del filtro, no se permitirá el ingreso concentrado en un punto, ya que favorece diferencias extremas en la distribución, y por tanto, en la expansión del lecho filtrante.

- Tipo de sistema

Se deberá seleccionar sistemas confiables, resistentes, eficientes, que puedan ser construidos localmente, sean económicos y que logren una uniforme distribución del flujo en el lecho filtrante, aceptándose una desviación menor o igual a 5%. Esto se logra cuando:

$$\frac{nA}{A_c} \leq 0,46$$

Donde:

A: sección transversal del falso fondo
 A': sección de los orificios de distribución del drenaje.
 n: número de orificios del sistema.

f) Sistemas de control de los filtros

El sistema de control de los filtros dependerá de la forma de operación de los mismos. Los filtros deben diseñarse para operar con tasa declinante para lograr mayor eficiencia, facilidad de operación y menor costo de operación del sistema. Podrá usarse tasa constante previa justificación y tomando en cuenta lo indicado en 4.4.4 y 4.4.6 de la presente norma.

- Tasa declinante de filtración

Los filtros con tasa declinante se controlan mediante vertederos. La operación será automática, y con las siguientes condiciones:

- Los ingresos de agua sedimentada a los filtros deben:

- Estar situados en un canal o conducto de interconexión.
- Tener secciones iguales.
- Estar ubicados por debajo del nivel mínimo de operación.

• Carga hidráulica disponible en la instalación

La carga hidráulica se considerará por encima del nivel del vertedero de salida de la batería de filtros.

La carga hidráulica se calculará de tal manera que al iniciar la carrera un filtro recién lavado, la tasa de filtración no exceda de 1,5 veces la tasa promedio de diseño.

Esta carga decrece al incrementarse el número de filtros de la batería.

Puede variar de 0,50 m para 4 filtros a 0,20 m para 8. Deberá presentarse el cálculo de esta carga, pudiendo utilizar programas de cómputo disponibles.

Deberá considerarse un aliviadero regulable en el canal de distribución de agua sedimentada para limitar la carga hidráulica.

- El proyectista deberá incluir en el instructivo de arranque los procedimientos para la instalación de la tasa declinante durante la operación inicial.

- Medidor de pérdida de carga

En cada unidad deberá colocarse un medidor de pérdida de carga, el que podrá consistir de un piezómetro en deci-

metros. Se recomienda tener alarma visual o acústica cuando la pérdida exceda de un máximo preestablecido.

Los filtros de tasa declinante no requieren medidor de pérdida de carga, esto se puede determinar visualmente y su límite máximo debe estar limitado por un aliviadero regulable en el canal de distribución de agua sedimentada. Los filtros de tasa constante requieren un medidor de pérdida de carga en cada una de las unidades.

- Válvulas

- Las válvulas o compuertas requeridas para cada unidad filtrante serán las que correspondan al diseño adoptado. Las válvulas de accionamiento frecuente deberán ser tipo mariposa, sobre todo cuando la operación es manual.

• Operación

El accionamiento de las válvulas o compuertas podrá ser manual, neumático o hidráulico, o una combinación de estos medios, dependiendo del tamaño de las instalaciones y de los recursos disponibles para la operación y mantenimiento. Para todos los casos de accionamiento se deberá contar con la alternativa de operación manual.

• Dispositivo de seguridad

En caso de accionamiento no manual, se deberá contar con dispositivos de seguridad para evitar cualquier maniobra inadecuada en el manejo de los filtros.

• Velocidades

Las velocidades máximas en las válvulas o compuertas deberán ser:

Agua decantada (afuente)	1,0 m/s
Agua filtrada (efluente)	1,8 m/s
Agua de lavado	1,5 m/s

5.12. DESINFECCIÓN

5.12.1. Alcanse

Establece las condiciones de aplicación del cloro como agente desinfectante para el agua, su dosificación y extracción de los cilindros.

5.12.2. Requisitos

5.12.2.1. Demanda de cloro

Deberá determinarse por los ensayos correspondientes.

5.12.2.2. Cloro residual

El efluente de la planta deberá tener por lo menos 1 ppm de cloro residual o el necesario para que en el punto más alejado de la red exista no menos de 0,2 ppm. En las localidades en las que exista endemicidad de enfermedades diarreicas como el cólera, el residual en los puntos más alejados deberá ser de 0,5 ppm.

5.12.2.3. Tiempo de contacto

Se aceptará como mínimo entre 5 a 10 minutos. Siendo deseable un tiempo total de contacto de 30 minutos.

5.12.2.4. Cloradores

En todos los casos se considerará un mínimo de dos unidades para que estén en posibilidad de operar bajo condiciones extremas de dosificación.

- De alimentación directa

La presión máxima en el punto de aplicación no debe exceder de 1,0 kg/cm² (15 lbs/pulg²). Su operación es poco confiable y solo deberá considerarse cuando no se disponga de energía eléctrica o línea de agua a presión.

- De aplicación en solución al vacío

El agua de dilución debe aplicarse a una presión suficiente para vencer las pérdidas de carga de la tubería, pérdida de carga en el inyector y la contrapresión en el punto de aplicación. La concentración de la solución de cloro no será mayor de 3500 mg/l de cloro.

5.12.2.5. Extracción de cloro en cilindros

La extracción máxima de cloro para cilindros de 68 kg y 1000 kg es de 16 kg/día y 180 kg/día, respectivamente.

5.12.2.6. Compuestos de cloro

a) Hipocloritos

Se podrán utilizar como desinfectante los compuestos de cloro tales como el hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio.

b) Hipodoradores

Estos productos siempre se aplicarán en solución. Se utilizará preferentemente dosificadores de orificio de carga constante, para que estén en posibilidad de operar bajo condiciones extremas de dosificación.

5.12.2.7. Requerimientos de instalación

a) Tuberías que conducen gas cloro
Pueden utilizarse tuberías de acero, cobre o materiales plásticos resistentes a la acción química del cloro gas seco.

b) Tuberías de conducción de soluciones cloradas
Se utilizará tuberías resistentes a la acción corrosiva del cloro gas húmedo o soluciones de hipoclorito. Esta recomendación incluye a los accesorios, válvulas y difusores que se encuentran en esta línea. Pueden ser de PVC, teflón u otro material recomendado por el Instituto del Cloro.

5.12.2.8. Manipulación y almacenamiento de cloro gas y compuestos de cloro

a) Manipulación

- Los cilindros de hasta 68 kg deben moverse con un carrito de mano bien balanceado y una cadena protectora de seguridad tanto para cilindros llenos como vacíos.

- Los cilindros de una tonelada deben manipularse con grúa de por lo menos dos toneladas de capacidad. Este sistema debe permitir la transferencia del cilindro desde la plataforma del vehículo de transporte hasta la zona de almacenamiento y de utilización.

b) Almacenamiento

- El tiempo de almacenamiento será el necesario para cubrir el lapso desde que se efectúa el pedido hasta que los cilindros llegan al almacén.

- Los cilindros de 68 Kg deben almacenarse y operarse en posición vertical, excepto los de una tonelada de capacidad.

- El nivel de ingreso al almacén debe coincidir con el nivel de la plataforma del vehículo de transporte de cilindros y el ambiente debe estar ventilado y protegido de los rayos solares.

- El sistema de ventilación debe estar ubicado en la parte baja de los muros. Puede considerarse para este efecto muros de ladrillo hueco o mallas de alambre.

- Si no hay una buena ventilación natural hay que considerar el uso de medios mecánicos de extracción del aire. También deberá utilizarse esta solución en casos existan instalaciones cercanas que puedan ser afectadas.

5.12.2.9. Toda estación de cloración debe contar con una balanza para el control del cloro existente en los cilindros.

5.12.2.10. Seguridad

a) Toda estación de cloración deberá contar con equipos de seguridad personal para fugas de cloro gas. Estos podrán ser máscaras antigás o sistemas de aire comprimido.

b) Los equipos de protección deberán estar ubicados fuera de la caseta de cloración, pero muy cercanos a ella.

5.13. CONTROLES DE PLANTA

Establece lo controles mínimos que deben considerarse para la operación de una planta de tratamiento.

5.13.1. Medición

Se recomienda preferentemente sistemas de conducto abierto del tipo vertedero o canaletas Parshall, teniendo en cuenta la confiabilidad operacional de estos dispositivos.

El uso de instrumental de medición más complejo deberá sustentarse teniendo en cuenta los recursos disponibles localmente.

En los filtros se deberán tener en cuenta piezómetros para la medición de pérdida de carga y controles hidráulicos.

NORMA OS. 070

REDES DE AGUAS RESIDUALES

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre. En el caso de conducción a presión se deberá considerar lo señalado en la norma de líneas de conducción.

2. ALCANCES

Esta Norma contiene los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria para localidades mayores de 2000 habitantes.

3. DEFINICIONES

Redes de recolección. Conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas.

Ramal Colector. Es la tubería que se ubica en la vereda de los lotes, recolecta el agua residual de una o más viviendas y la descarga a una tubería principal.

Tubería Principal. Es el colector que recibe las aguas residuales provenientes de otras redes y/o ramales colectores.

Tensión Tractiva. Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

Pendiente Mínima. Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería.

Profundidad. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.

Recubrimiento. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz

**NORMA TÉCNICA I.S. 010
INSTALACIONES SANITARIAS PARA
EDIFICACIONES**

ANEXO 6. ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS GENERALES

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
 SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
 RESPONSABLE : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
 UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIPÓN - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS :
 Sondaje/Muestra : CALICATA C-1/E-1
 Código de Muestra : GOMISPAMPA
 Observación : MARRÓN OSCURO

Coordenadas :
 Norte : N
 Este : E
 Cota :
 Progresiva :

ENSAYO :
 Masa Seca de Fracción : 598.4 gr. Masa de Finos Eliminados : 181.80 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 416.6 gr. Error de Tamizado : 0.00%
 Masa de Fracción Tamizada : 416.6 gr.

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	121.20 gr.	129.74 gr.
Ss + Tara	112.65 gr.	120.47 gr.
Tara	11.25 gr.	13.20 gr.
Humedad(%)	8.43	8.64
Humedad Prom(%)	8.54	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	63.4	10.59	10.59	89.41	
1"	25.400	48.5	8.10	18.70	81.30	
3/4"	19.050	82.30	13.75	32.45	67.55	
1/2"	12.700	49.20	8.22	40.68	59.32	
3/8"	9.500	39.50	6.60	47.28	52.72	
N°04	4.750	32.10	5.36	52.64	47.36	
N°10	2.000	18.20	3.04	55.68	44.32	
N°20	0.840	12.40	2.07	57.75	42.25	
N°40	0.425	10.50	1.75	59.51	40.49	
N°60	0.250	19.60	3.28	62.78	37.22	
N°140	0.106	21.20	3.54	66.33	33.67	
N°200	0.075	19.20	3.21	69.54	30.46	
< 200	Plato	0.50	30.46	100.00	0.00	
Total		416.60				

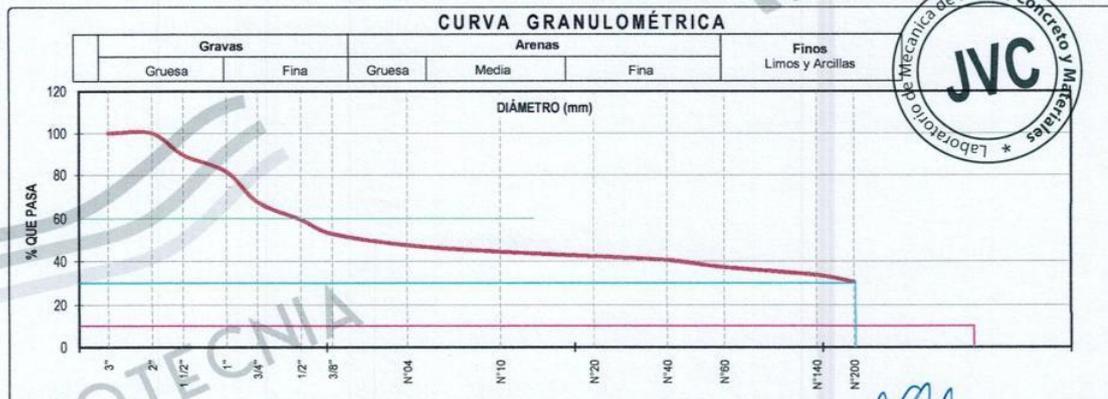
LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129	
L. Líquido	31
L. Plástico	23
Índ. Plástico	8

CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	GM
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)

NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
Grava limosa con arena

PROF. MUESTREO (m)	1.5
ESTRATO C-1/E-1	0.10 - 1.50

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	52.64
% Arena	16.90
% Finos	30.46



OBSERVACIONES:
*Muestras provistas e identificadas por los solicitantes

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 149574

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
PROYECTO	: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE	: RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIPON - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2022

Prof. de Muestreo	: 1.5 m.	Analisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Muestra	: CALICATA C-1/E-1	Tamaño Máximo	: N° 04
Estrato	: 0.10 - 1.50 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

DESCRIPCION	M-4	X-4
Masa de Recipiente (gr.)	11.25	13.20
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	121.20	129.74
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	115.00	122.80
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	112.65	120.47
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	112.65	120.47
Masa de Suelo Seco (gr.)	101.40	107.27
Masa de Agua (gr.)	8.55	9.27
Contenido de Humedad (%)	8.43	8.64
Clasificación Visual - Manual	GM	GM

Contenido de Humedad Promedio (%)	8.54
-----------------------------------	------

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

LIMITES DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	N° de golpes	16	24	34	23.00
Peso tara (gr.)	11.40	10.69	10.03	8.65	15.20
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	20.85	21.13	20.75	14.68	21.26
Peso tara + suelo seco (gr.)	18.53	18.63	18.25	13.54	20.10
Humedad %	32.54	31.49	30.41	23.31	23.67
Límites		31.00			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 149874

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022

DATOS:		Coordenadas:
Sondaje/Muestra	: CALICATA C-2/E-1	Norte N
Código de Muestra	: GOMISPAMPA	Este E
Observación	: MARRON OSCURO	Cota
		Progresiva

ENSAYO:		Masa de Finos Eliminados	: 244.72 gr.
Masa Seca de Fracción	:	433.0 gr.	Error de Tamizado
Masa de Fracción Limpia y Seca	:	188.3 gr.	: -0.01%
Masa de Fracción Tamizada	:	188.3 gr.	

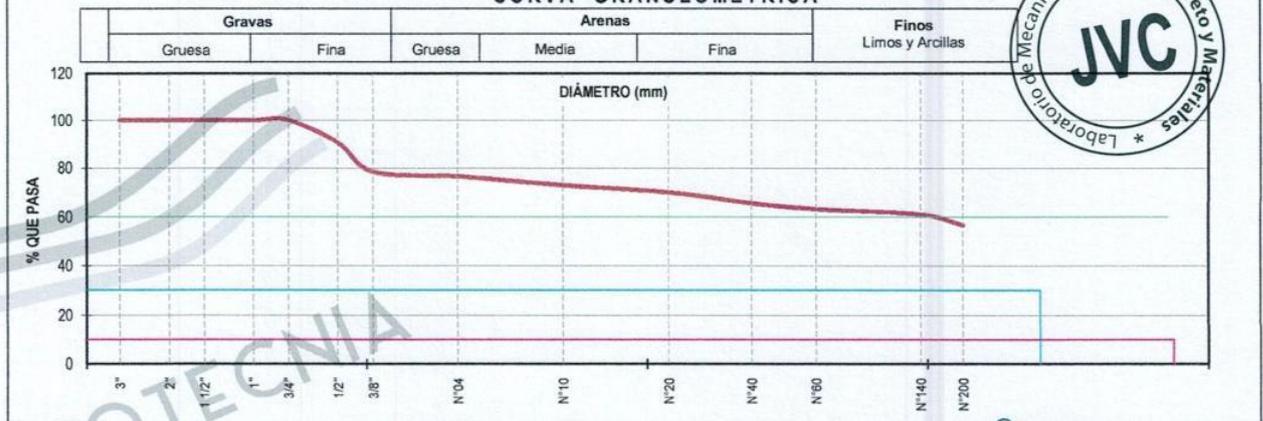
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	143.42 gr.	159.29 gr.
Ss + Tara	136.45 gr.	152.19 gr.
Tara	10.85 gr.	13.70 gr.
Humedad(%)	5.55	5.13
Humedad Prom(%)	5.34	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339-129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 28
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 18
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 10
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
1/2"	12.700	41.20	9.51	9.51	90.49		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (5)
3/8"	9.500	52.40	12.10	21.61	78.39		
N°04	4.750	8.22	1.90	23.51	76.49		
N°10	2.000	15.32	3.54	27.05	72.95		
N°20	0.840	12.63	2.92	29.97	70.03		
N°40	0.425	19.44	4.49	34.46	65.54		
N°60	0.250	10.22	2.36	36.82	63.18		
N°140	0.106	9.44	2.18	39.00	61.00		
N°200	0.075	18.96	4.38	43.37	56.63		
< 200	Plato	0.48	56.63	100.00	0.00		
Total		188.31					

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.63 D30 = 0.25 D60 = 0.10	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.15 CC = 1.04	PROF. MUESTREO (m) : 1.5 ESTRATO C-2/E-1 : 0.10 - 1.50	NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena	PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA % Grava = 23.51 % Arena = 19.86 % Finos = 56.63
---------------------	--	-------------------------	------------------------	---	---	--

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:
*Muestras provistas e identificadas por los solicitantes

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERIO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022		
SOLICITANTE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA		
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ		
UBICACIÓN	:	CASERIO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022		
Prof. de Muestreo	:	1.5 m.	Análisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Muestra	:	CALICATA C-2/E-1	Tamaño Máximo	: N° 04
Estrato	:	0.10 - 1.50 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

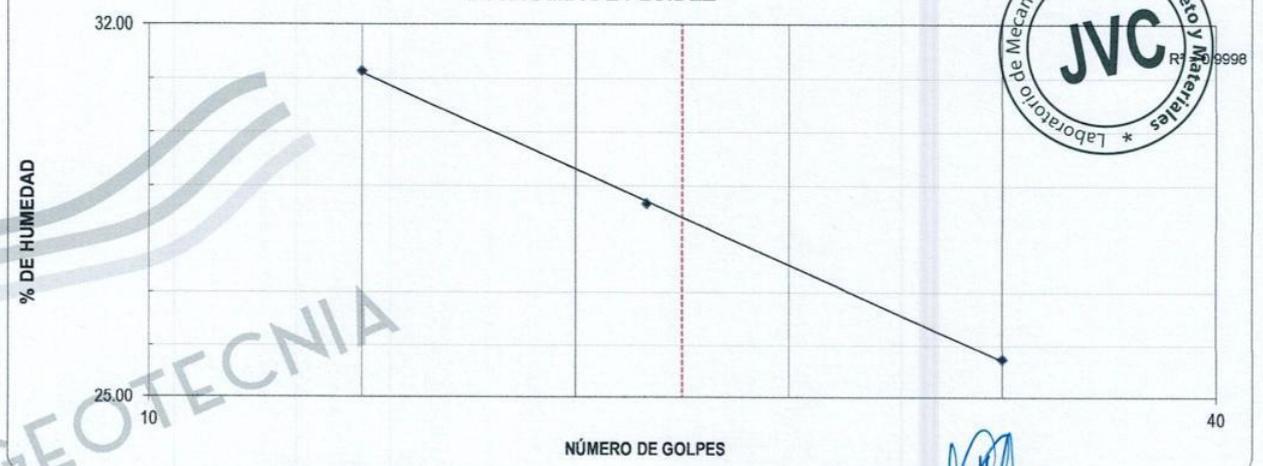
**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216**

DESCRIPCIÓN	M-4	X-4
Masa de Recipiente (gr.)	10.85	13.70
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	143.42	159.29
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	138.80	154.52
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	136.45	152.19
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	136.45	152.19
Masa de Suelo Seco (gr.)	125.60	138.49
Masa de Agua (gr.)	6.97	7.10
Contenido de Humedad (%)	5.55	5.13
Clasificación Visual - Manual	CL	CL
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.34	

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318**

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	16	24	34	18.00	
Peso tara (gr.)	10.55	10.75	10.55	4.25	4.31
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	56.00	56.40	56.03	8.32	7.60
Peso tara + suelo seco (gr.)	45.21	46.23	46.72	7.70	7.12
Humedad %	31.13	28.66	25.74	17.97	17.08
Límites	28.00			18.00	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	:	CALICATA C-3/E-1
Código de Muestra	:	GOMISPAMPA
Observación	:	MARRON OSCURO

Coordenadas:

Norte	:	9,103,292 N
Este	:	720,536 E

Cota

Progresiva

ENSAYO:

Masa Seca de Fracción	:	501.3 gr.	Masa de Finos Eliminados	:	357.80 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	:	143.5 gr.	Error de Tamizado	:	0.00%
Masa de Fracción Tamizada	:	143.5 gr.			

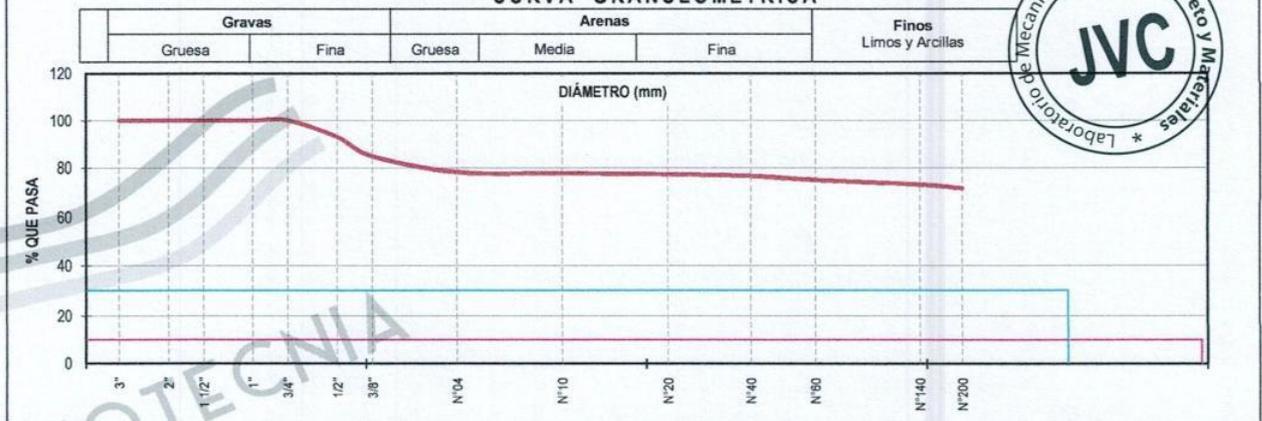
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Sh + Tara	650.40 gr. / 661.50 gr.
Ss + Tara	602.20 gr. / 610.80 gr.
Tara	87.50 gr. / 86.80 gr.
Humedad(%)	9.36 / 9.68
Humedad Prom(%)	9.52

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Líquido : 47
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Plástico : 22
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	-	Ind. Plástico : 25
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	-	CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
1/2"	12.700	35.80	7.14	7.14	92.86	-	Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-7-6 (14)
3/8"	9.500	41.30	8.24	15.38	84.62	-	NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	32.40	6.46	21.84	78.16	-	Arcilla de baja plasticidad con grava
N°10	2.000	2.10	0.42	22.26	77.74	-	PROF. MUESTREO (m) : 1.5
N°20	0.840	2.10	0.42	22.68	77.32	-	ESTRATO C-3/E-1 : 0.10 - 1.50
N°40	0.425	3.40	0.68	23.36	76.64	-	PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	8.30	1.66	25.01	74.99	-	% Grava = 21.84
N°140	0.106	9.20	1.84	26.85	73.15	-	% Arena = 6.54
N°200	0.075	7.70	1.54	28.39	71.61	-	% Finos = 71.61
< 200	Plato	1.20	71.61	100.00	0.00	-	
Total		143.50					

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.70	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.16
	D30 = 0.34		CC = 1.44
	D60 = 0.11		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

*Muestras provistas e identificadas por los solicitantes

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Tel.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
PROYECTO	: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE	: RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2022

Prof. de Muestreo	: 1.5 m.	Analisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Muestra	: CALICATA C-3/E-1	Tamaño Máximo	: N° 04
Estrato	: 0.10 - .1.50 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

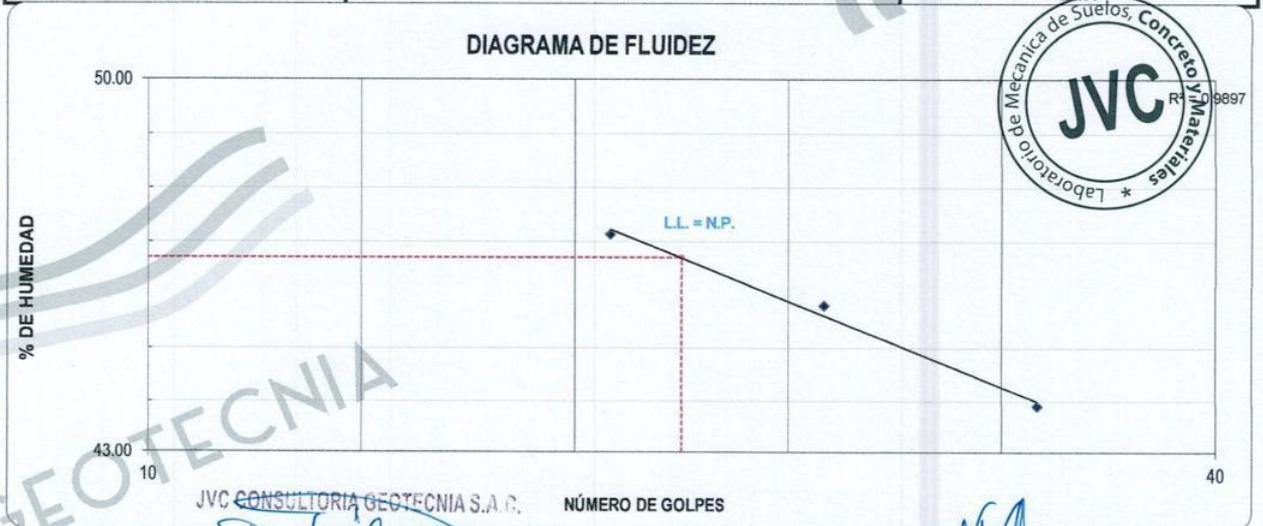
CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

DESCRIPCIÓN		M-4	X-4
Masa de Recipiente	(gr.)	87.50	86.80
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	(gr.)	650.40	661.50
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial	(gr.)	604.55	613.13
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02	(gr.)	602.20	610.80
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final	(gr.)	602.20	610.80
Masa de Suelo Seco	(gr.)	514.70	524.00
Masa de Agua	(gr.)	48.20	50.70
Contenido de Humedad	(%)	9.36	9.68
Clasificación Visual - Manual		CL	CL

Contenido de Humedad Promedio	(%)	9.52
-------------------------------	-----	------

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	23	29	35		
Peso tara (gr.)	7.11	8.24	7.99	7.09	7.99
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	25.81	25.78	25.82	9.73	11.04
Peso tara + suelo seco (gr.)	19.82	20.27	20.38	9.26	10.49
Humedad %	47.13	45.80	43.91	21.66	22.00
Límites	47.00			22.00	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	:	CALICATA C-4/E-1
Código de Muestra	:	GOMISPAMPA
Observación	:	MARRON OSCURO

Coordenadas:

Norte	:	N
Este	:	E
Cota	:	-
Progresiva	:	-

ENSAYO:

Masa Seca de Fracción	:	608.1 gr.	Masa de Finos Eliminados	:	392.84 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	:	215.3 gr.	Error de Tamizado	:	0.00%
Masa de Fracción Tamizada	:	215.3 gr.			

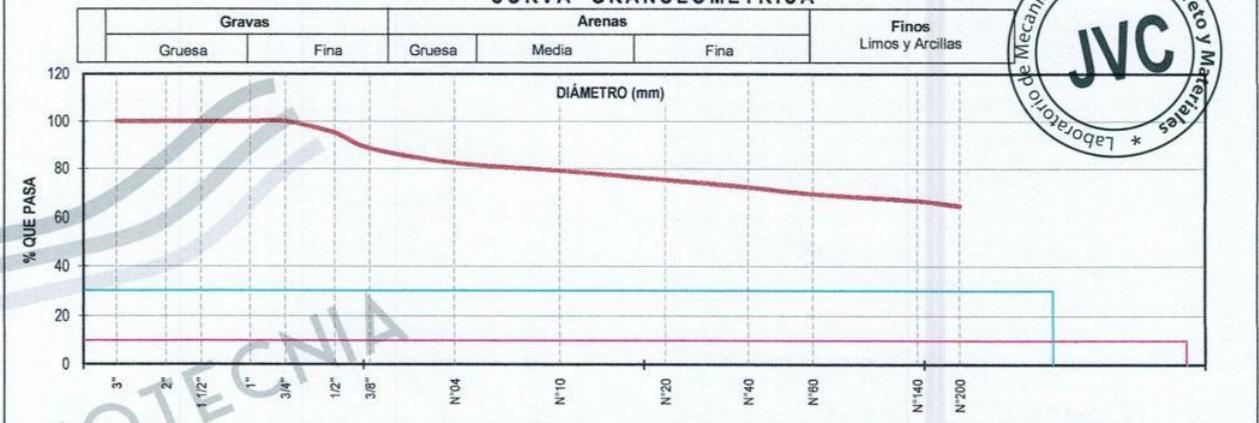
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Sh + Tara	122.47 gr. / 138.34 gr.
Ss + Tara	117.29 gr. / 133.03 gr.
Tara	13.21 gr. / 16.06 gr.
Humedad(%)	4.98 / 4.54
Humedad Prom(%)	4.76

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 30
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 20
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 10
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
1/2"	12.700	29.80	4.90	4.90	95.10		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (6)
3/8"	9.500	39.67	6.52	11.42	88.58		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	38.33	6.30	17.73	82.27		Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
N°10	2.000	19.47	3.20	20.93	79.07		PROF. MUESTREO (m) : 1.5
N°20	0.840	23.46	3.86	24.79	75.21		ESTRATO C-4/E-1 : 0.10 - 1.50
N°40	0.425	18.41	3.03	27.81	72.19		PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	16.93	2.78	30.60	69.40		% Grava = 17.73
N°140	0.106	16.73	2.75	33.35	66.65		% Arena = 17.63
N°200	0.075	12.24	2.01	35.36	64.64		% Finos = 64.64
< 200	Plato	0.24	64.64	100.00	0.00		
Total		215.28					

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.67	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.13
	D30 = 0.30		CC = 1.49
	D60 = 0.09		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

*Muestras provistas e identificadas por los solicitantes

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
PROYECTO	: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERIO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE	: RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: CASERIO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2022

Prof. de Muestreo	: 1.5 m.	Analisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Muestra	: CALICATA C-4/E-1	Tamaño Máximo	: N° 04
Estrato	: 0.10 - 1.50 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

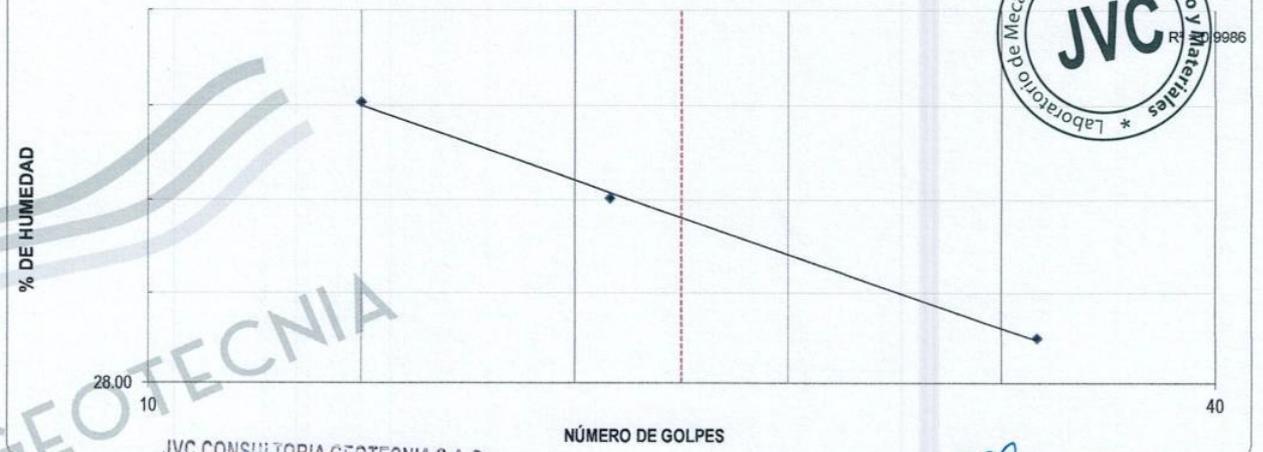
DESCRIPCIÓN	M-4	X-4
Masa de Recipiente (gr.)	13.21	16.06
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	122.47	138.34
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	119.64	135.36
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	117.29	133.03
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	117.29	133.03
Masa de Suelo Seco (gr.)	104.08	116.97
Masa de Agua (gr.)	5.18	5.31
Contenido de Humedad (%)	4.98	4.54
Clasificación Visual - Manual	CL	CL

Contenido de Humedad Promedio (%)	4.76
-----------------------------------	------

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	16	23	35		
Peso tara (gr.)	11.25	10.51	10.71	10.37	10.43
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	87.63	86.57	88.21	11.62	11.85
Peso tara + suelo seco (gr.)	69.54	69.01	71.02	11.41	11.61
Humedad %	31.03	30.02	28.50	20.19	20.34
Limites	30.00			20.00	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
RESPONSABLE : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS :

Sondaje/Muestra : CALICATA C-5/E-1
Código de Muestra : GOMISPAMPA
Observación : MARRON OSCURO

Coordenadas :
Norte : N
Este : E
Cota :
Progresiva : -

ENSAYO :

Masa Seca de Fracción : 641.1 gr. Masa de Finos Eliminados : 375.75 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca : 265.4 gr. Error de Tamizado : 0.00%
Masa de Fracción Tamizada : 265.4 gr.

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	195.63 gr.	211.50 gr.
Ss + Tara	186.46 gr.	202.20 gr.
Tara	10.20 gr.	13.05 gr.
Humedad(%)	5.20	4.92
Humedad Prom(%)	5.06	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

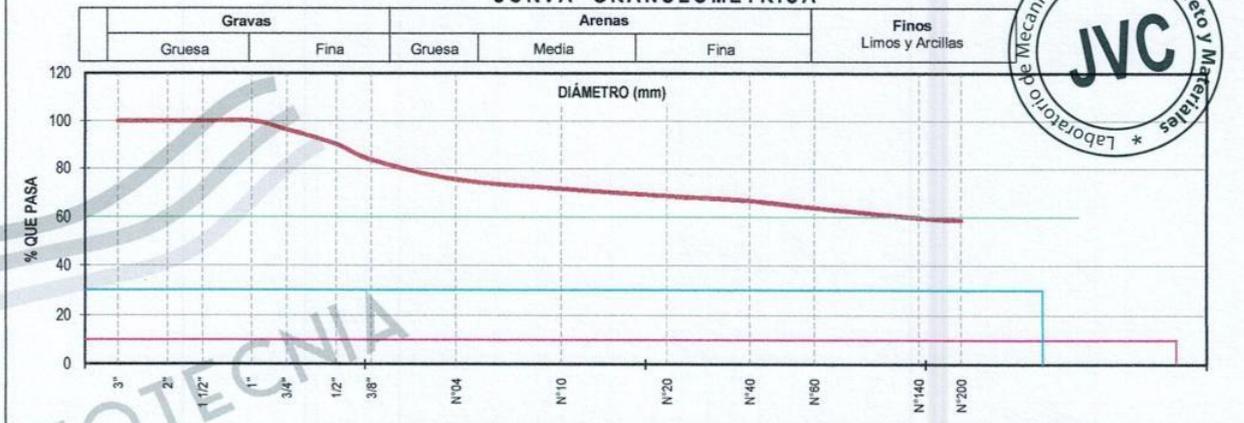
Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Líquido : 32
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	-	L. Plástico : 22
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	-	Ind. Plástico : 10
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	-	CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	23.65	3.69	3.69	96.31	-	Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
1/2"	12.700	39.81	6.21	9.90	90.10	-	Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (5)
3/8"	9.500	42.52	6.63	16.53	83.47	-	NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°04	4.750	52.75	8.23	24.76	75.24	-	Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
N°10	2.000	24.20	3.77	28.53	71.47	-	PROF. MUESTREO (m) : 1.5
N°20	0.840	19.12	2.98	31.52	68.48	-	ESTRATO C-5/E-1 : 0.10 - 1.50
N°40	0.425	12.60	1.97	33.48	66.52	-	PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
N°60	0.250	18.45	2.88	36.36	63.64	-	% Grava = 24.76
N°140	0.106	25.68	4.01	40.36	59.64	-	% Arena = 16.56
N°200	0.075	6.10	0.95	41.32	58.68	-	% Finos = 58.68
< 200	Plato	0.48	58.68	100.00	0.00	-	
Total		265.36					

DIÁMETROS EFECTIVOS
D10 = 0.64
D30 = 0.27
D60 = 0.11

COEF. UNIF. Y CURVATURA
CU = 0.18
CC = 0.96

% Grava = 24.76
% Arena = 16.56
% Finos = 58.68

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

*Muestras provistas e identificadas por los solicitantes

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
C.I.P 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES			
PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERIO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022	
SOLICITANTE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA	
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ	
UBICACIÓN	:	CASERIO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD	
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022	
Prof. de Muestreo	:	1.5 m.	Analisis Preliminar (Separación)
Calicata / Muestra	:	CALICATA C-5/E-1	Tamaño Máximo : N° 04
Estrato	:	0.10 - 1.50 m.	Tamiz Separador : No Requerido

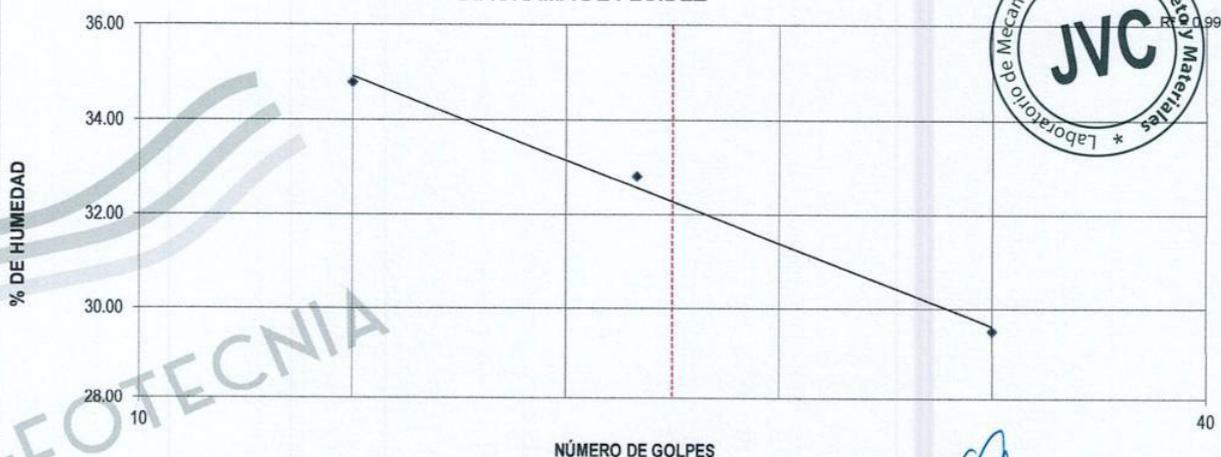
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

DESCRIPCION		M-4	X-4
Masa de Recipiente	(gr.)	10.20	13.05
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	(gr.)	195.63	211.50
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial	(gr.)	188.81	204.53
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02	(gr.)	186.46	202.20
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final	(gr.)	186.46	202.20
Masa de Suelo Seco	(gr.)	176.26	189.15
Masa de Agua	(gr.)	9.17	9.30
Contenido de Humedad	(%)	5.20	4.92
Clasificación Visual - Manual		CL	CL
Contenido de Humedad Promedio	(%)	5.06	

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	16	24	34	22.00	
Peso tara (gr.)	11.77	11.31	11.73	12.43	12.45
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	34.05	33.17	31.17	19.06	19.37
Peso tara + suelo seco (gr.)	28.30	27.77	26.74	17.83	18.19
Humedad %	34.79	32.81	29.51	22.78	20.56
Límites	32.00				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustin Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

JVC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERIO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022		
SOLICITANTE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA		
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ		
UBICACIÓN	:	CASERIO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022		

Prof. de Muestreo	:	1.5 m.	Analisis Preliminar (Separación)	
Calicata / Muestra	:	CALICATA C-6/E-1	Tamaño Máximo	: N° 04
Estrato	:	0.10 - 1.50 m.	Tamiz Separador	: No Requerido

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216**

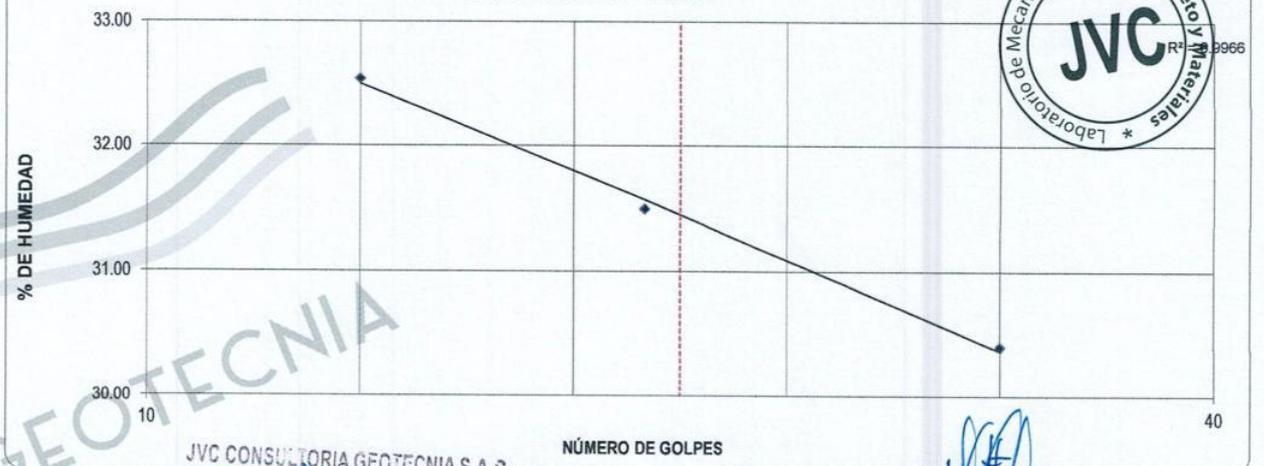
DESCRIPCIÓN		M-4	X-4
Masa de Recipiente	(gr.)	10.12	12.97
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	(gr.)	105.34	121.21
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial	(gr.)	103.59	119.31
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02	(gr.)	101.24	116.98
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final	(gr.)	101.24	116.98
Masa de Suelo Seco	(gr.)	91.12	104.01
Masa de Agua	(gr.)	4.10	4.23
Contenido de Humedad	(%)	4.50	4.07
Clasificación Visual - Manual		CL	CL

Contenido de Humedad Promedio	(%)	4.28
-------------------------------	-----	------

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318**

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	16	24	34	22.00	
Peso tara (gr.)	11.40	10.69	10.03	8.65	15.20
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	20.85	21.13	20.75	14.68	21.26
Peso tara + suelo seco (gr.)	18.53	18.63	18.25	13.59	20.18
Humedad %	32.54	31.49	30.41	22.06	21.69
Límites	31.00				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO	:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE RESPONSABLE	:	RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2022

DATOS:

Sondaje/Muestra	:	CALICATA C-6/E-1
Código de Muestra	:	GOMISPAMPA
Observación	:	MARRON OSCURO

Coordenadas:	
Norte	N
Este	E
Cota	
Progresiva	

ENSAYO:

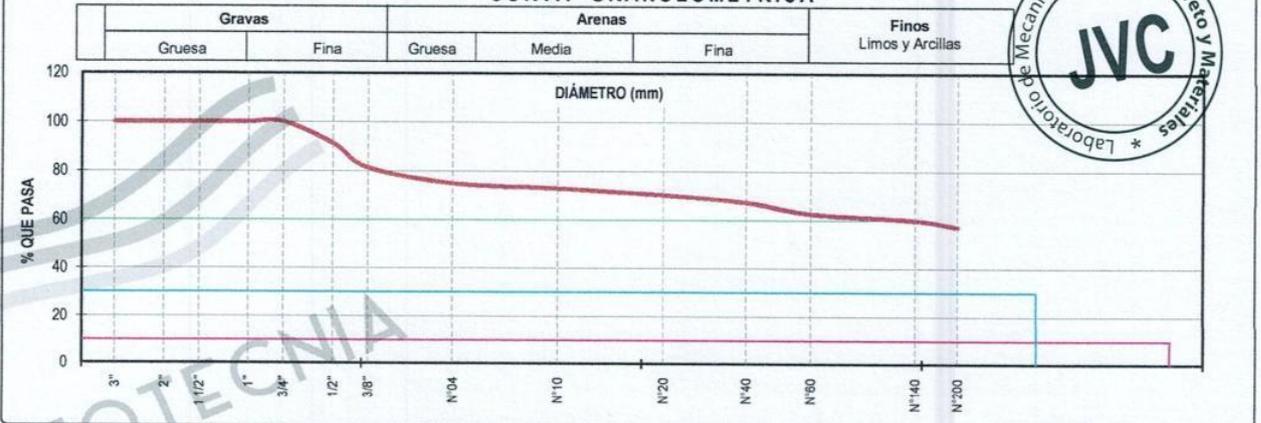
Masa Seca de Fracción	:	659.4 gr.	Masa de Finos Eliminados	:	376.89 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	:	282.5 gr.	Error de Tamizado	:	0.00%
Masa de Fracción Tamizada	:	282.5 gr.			

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	105.34 gr.	121.21 gr.
Ss + Tara	101.24 gr.	116.98 gr.
Tara	10.12 gr.	12.97 gr.
Humedad(%)	4.50	4.07
Humedad Prom(%)	4.28	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 31
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 22
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 9
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
1/2"	12.700	57.86	8.77	8.77	91.23		Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
3/8"	9.500	65.67	9.96	18.73	81.27		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (5)
N°04	4.750	43.20	6.55	25.28	74.72		
N°10	2.000	13.45	2.04	27.32	72.68		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°20	0.840	17.93	2.72	30.04	69.96		Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
N°40	0.425	19.60	2.97	33.02	66.98		
N°60	0.250	29.84	4.53	37.54	62.46		
N°100	0.106	16.90	2.56	40.10	59.90		
N°200	0.075	17.72	2.69	42.79	57.21		PROF. MUESTREO (m) : 1.5
< 200	Plato	0.35	57.21	100.00	0.00		ESTRATO C-6/E-1 : 0.10 - 1.50
Total		282.52					PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.64 D30 = 0.26 D60 = 0.11	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.17 CC = 0.95				% Grava = 25.28 % Arena = 17.51 % Finos = 57.21

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

*Muestras provistas e identificadas por los solicitantes

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ENSAYOS ESPECIALES

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS
ASTM D4767-11

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
 SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
 UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material : Grava limosa con arena
 Sondaje : C-1
 N° de Muestra : E-1
 Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

ESPECIMEN 01

Descripción visual de la muestra: Grava limosa con arena GM
 Estado de la muestra: Muestra remodelada
 Velocidad de corte: 0.5 %/min

CONDICIÓN		Inicial	Final
Altura	mm	134	107.24
Diámetro	mm	67	78.64
Gravedad específica		2.7	2.7
Contenido de Humedad	(%)	5.8	23.8
Densidad húmeda	(gr/cc)	1.882	2.220
Densidad seca	(gr/cc)	1.779	1.794
Relación de vacíos		0.518	0.505
Grado de Saturación		30.23%	127.15%

Datos de Ensayo		
Parámetro "B"	%	90
Presión de celda (σ_3)	kPa	188
Contrapresión	kPa	138
Esfuerzo efectivo inicial (σ_3')	kPa	50
Correcciones por saturación y consolidación		
Altura corregida	mm	133.82
Área corregida	mm ²	3885.55

Deformación Unitaria E (%)	Fuerza (Newtons)	Área (mm ²)	Esfuerzo desviador (kPa)	Presión de poros (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3' (kPa)	σ_1' (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	p' (kPa)	q' (kPa)
0.00	0.00	3885.551	0	0.00	50.000	50.000	50.000	50.000	0.000	50.00	0.000
0.05	116.38	3887.495	29.938	0.15	79.938	49.850	79.788	64.969	14.969	64.82	14.969
0.10	144.04	3889.441	37.033	0.23	87.033	49.775	86.808	68.517	18.517	68.29	18.517
0.25	233.92	3895.290	60.051	0.34	110.051	49.664	109.715	80.026	30.026	79.69	30.026
0.35	304.21	3899.199	78.018	0.68	128.018	49.325	127.343	89.009	39.009	88.33	39.009
0.50	354.91	3905.077	90.884	1.60	140.884	48.398	139.282	95.442	45.442	93.84	45.442
0.75	433.27	3914.913	110.671	1.94	160.671	48.065	158.736	105.335	55.335	103.40	55.335
1.00	482.82	3924.799	123.016	2.18	173.016	47.825	170.841	111.508	61.508	109.33	61.508
1.25	535.82	3934.736	136.177	2.49	186.177	47.507	183.684	118.089	68.089	115.60	68.089
1.50	592.28	3944.722	150.146	2.84	200.146	47.165	197.311	125.073	75.073	122.40	75.073
1.75	636.07	3954.760	160.837	3.04	210.837	46.964	207.801	130.418	80.418	128.30	80.418
2.00	657.97	3964.848	165.950	3.17	215.950	46.835	212.785	132.975	82.975	134.30	82.975
2.50	721.34	3985.181	181.006	3.27	231.006	46.727	227.733	140.503	90.503	140.18	90.503
3.00	750.15	4005.723	187.269	3.45	237.269	46.550	233.819	143.635	93.635	146.18	93.635
3.50	788.18	4026.478	195.748	3.49	245.748	46.508	242.256	147.874	97.874	152.38	97.874
4.00	815.83	4047.449	201.567	3.52	251.567	46.484	248.051	150.783	100.783	158.27	100.783
4.50	842.33	4068.640	207.031	3.56	257.031	46.442	253.473	153.515	103.515	164.30	103.515
5.00	871.14	4090.054	212.990	3.59	262.990	46.406	259.396	156.495	106.495	170.40	106.495
6.00	905.71	4133.565	219.111	3.61	269.111	46.394	265.505	159.556	109.556	176.60	109.556
7.00	921.84	4178.012	220.841	3.65	270.841	46.355	268.996	160.321	110.321	182.80	110.321
8.00	927.60	4223.425	219.633	3.71	269.633	46.295	265.928	159.817	109.817	188.90	109.817
9.00	940.28	4269.837	220.214	3.73	270.214	46.268	266.482	160.107	110.107	195.00	110.107
10.00	947.19	4317.279	219.396	3.83	269.396	46.175	265.571	159.698	109.698	201.10	109.698
11.00	948.35	4365.788	217.222	3.96	267.222	46.037	263.259	158.611	108.611	207.20	108.611
12.00	952.95	4415.399	215.825	4.07	265.825	45.935	261.760	157.913	107.913	213.30	107.913
13.00	949.50	4466.151	212.599	4.13	262.599	45.872	258.471	156.299	106.299	219.40	106.299
14.00	950.65	4518.083	210.410	4.22	260.410	45.785	256.195	155.205	105.205	225.50	105.205
15.00	956.41	4571.237	209.224	4.26	259.224	45.737	254.961	154.612	104.612	231.60	104.612
16.00	962.17	4625.656	208.008	4.37	258.008	45.635	253.643	154.004	104.004	237.70	104.004
17.00	965.63	4681.387	206.270	4.37	256.270	45.626	251.896	153.135	103.135	243.80	103.135
18.00	970.24	4738.477	204.758	4.38	254.758	45.620	250.378	152.379	102.379	249.90	102.379
19.00	971.39	4796.977	202.501	4.39	252.501	45.614	248.115	151.250	101.250	256.00	101.250
20.00	973.70	4856.939	200.475	4.40	250.475	45.605	246.080	150.238	100.238	262.10	100.238

Observaciones: Las muestras fueron remodeladas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Víctor Los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 C.I.P. 149574

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS

ASTM D4767-11

RUC: 20606092297

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022

SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA

UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material : Grava limosa con arena

Sondaje : C-1

N° de Muestra : E-1

Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

ESPECIMEN 02

Descripción visual de la muestra: Grava limosa con arena GM
 Estado de la muestra: Muestra remoldeada
 Velocidad de corte: 0.5 %/min

CONDICIÓN		Inicial	Final
Altura	mm	131	104.85
Diámetro	mm	61	83.75
Gravedad específica	-	2.7	2.7
Contenido de Humedad	(%)	5.8	23.8
Densidad húmeda	(gr/cc)	2.573	2.013
Densidad seca	(gr/cc)	2.432	1.626
Relación de vacíos	-	0.110	0.661
Grado de Saturación	-	142.14%	97.25%

Datos de Ensayo		
Parámetro "B"	%	90
Presión de celda (σ_3)	kPa	286
Contrapresión	kPa	186
Esfuerzo efectivo inicial (σ_3')	kPa	100
Correcciones por saturación y consolidación		
Altura corregida	mm	130.75
Área corregida	mm ²	4406.67

Deformación Unitaria E (%)	Fuerza (Newtons)	Área (mm ²)	Esfuerzo desviador (kPa)	Presión de poros (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3' (kPa)	σ_1' (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	p' (kPa)	q' (kPa)
0.00	0.00	4406.670	0	0.00	100.000	100.000	100.000	100.000	0.000	100.00	0.000
0.05	175.24	4408.875	39.746	0.50	139.746	99.500	139.246	119.873	19.873	119.37	19.873
0.10	216.88	4411.081	49.167	0.75	149.167	99.250	148.417	124.583	24.583	123.83	24.583
0.25	352.21	4417.714	79.727	1.12	179.727	98.880	178.607	139.863	39.863	138.74	39.863
0.35	458.05	4422.148	103.580	2.25	203.580	97.750	201.330	151.790	51.790	149.54	51.790
0.50	534.39	4428.814	120.661	5.34	220.661	94.660	215.321	160.331	60.331	154.99	60.331
0.75	652.37	4439.970	146.931	6.45	246.931	93.550	240.481	173.465	73.465	167.02	73.465
1.00	726.97	4451.182	163.321	7.25	263.321	92.750	256.071	181.661	81.661	174.41	81.661
1.25	806.78	4462.451	180.794	8.31	280.794	91.690	272.484	190.397	90.397	182.09	90.397
1.50	891.80	4473.777	199.339	9.45	299.339	90.550	289.889	199.670	99.670	190.22	99.670
1.75	957.73	4485.160	213.533	10.12	313.533	89.880	303.413	206.767	106.767	196.85	106.767
2.00	990.70	4496.602	220.321	10.55	320.321	89.450	309.771	210.161	110.161	199.67	110.161
2.50	1086.12	4519.662	240.311	10.91	340.311	89.090	329.401	220.155	120.155	208.75	120.155
3.00	1129.50	4542.959	248.626	11.50	348.626	88.500	337.126	224.313	124.313	217.81	124.313
3.50	1186.75	4566.497	259.883	11.64	359.883	88.360	348.243	229.941	129.941	228.30	129.941
4.00	1228.39	4590.281	267.608	11.72	367.608	88.280	355.888	233.804	133.804	234.08	133.804
4.50	1268.30	4614.314	274.862	11.86	374.862	88.140	363.002	237.431	137.431	239.57	137.431
5.00	1311.68	4638.600	282.774	11.98	382.774	88.020	370.794	241.387	141.387	244.90	141.387
6.00	1363.73	4687.947	290.900	12.02	390.900	87.980	378.880	245.450	145.450	249.45	145.450
7.00	1388.02	4738.355	292.932	12.15	392.932	87.850	380.782	246.466	146.466	250.47	146.466
8.00	1396.69	4789.859	291.593	12.35	391.593	87.650	379.243	245.797	145.797	249.45	145.797
9.00	1415.78	4842.495	292.365	12.44	392.365	87.560	379.925	246.183	146.183	250.47	146.183
10.00	1426.19	4896.300	291.278	12.75	391.278	87.250	378.528	245.639	145.639	249.45	145.639
11.00	1427.92	4951.315	288.392	13.21	388.392	86.790	375.182	244.196	144.196	247.92	144.196
12.00	1434.86	5007.580	286.538	13.55	386.538	86.450	372.988	243.269	143.269	246.90	143.269
13.00	1429.66	5065.138	282.254	13.76	382.254	86.240	368.494	241.127	141.127	244.90	141.127
14.00	1431.39	5124.035	279.349	14.05	379.349	85.950	365.299	239.674	139.674	243.42	139.674
15.00	1440.07	5184.318	277.774	14.21	377.774	85.790	363.564	238.887	138.887	242.68	138.887
16.00	1448.74	5246.036	276.159	14.55	376.159	85.450	361.609	238.080	138.080	242.68	138.080
17.00	1453.95	5309.241	273.852	14.58	373.852	85.420	359.272	236.926	136.926	242.68	136.926
18.00	1460.89	5373.988	271.844	14.60	371.844	85.400	357.244	235.922	135.922	242.68	135.922
19.00	1462.62	5440.333	268.848	14.62	368.848	85.380	354.228	234.424	134.424	242.68	134.424
20.00	1466.09	5508.338	266.159	14.65	366.159	85.350	351.509	233.079	133.079	242.68	133.079

Observaciones:
 Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS
ASTM D4767-11

RUC: 20606092297

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material : Grava limosa con arena
Sondaje : C-1
N° de Muestra : E-1
Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

ESPECIMEN 03

Descripción visual de la muestra: Grava limosa con arena GM
Estado de la muestra: Muestra remoldeada
Velocidad de corte: 0.5 %/min

CONDICIÓN		Inicial	Final
Altura	mm	133	106.47
Diámetro	mm	62	82.92
Gravedad específica	-	2.7	2.7
Contenido de Humedad	(%)	5.8	23.8
Densidad húmeda	(gr/cc)	2.440	2.011
Densidad seca	(gr/cc)	2.306	1.624
Relación de vacíos	-	0.171	0.662
Grado de Saturación	-	91.75%	97.03%

Datos de Ensayo		
Parámetro "B"	%	90
Presión de celda (σ_3)	kPa	385
Contrapresión	kPa	235
Esfuerzo efectivo inicial (σ_3')	kPa	150
Correcciones por saturación y consolidación		
Altura corregida	mm	132.65
Área corregida	mm ²	4320.18

Deformación Unitaria E (%)	Fuerza (Newtons)	Área (mm ²)	Esfuerzo desviador (kPa)	Presión de poros (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3' (kPa)	σ_1' (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	p' (kPa)	q' (kPa)
0.00	0.00	4320.183	0	0.00	150.000	150.000	150.000	150.000	0.000	150.00	0.000
0.05	285.57	4322.344	66.069	0.85	216.069	149.150	215.219	183.035	33.035	182.18	33.035
0.10	353.43	4324.507	81.728	1.28	231.728	148.725	230.453	190.864	40.864	189.59	40.864
0.25	573.97	4331.010	132.526	1.90	282.526	148.096	280.622	216.263	66.263	214.36	66.263
0.35	746.45	4335.356	172.177	3.83	322.177	146.175	318.352	236.088	86.088	232.26	86.088
0.50	870.86	4341.892	200.571	9.08	350.571	140.922	341.493	250.285	100.285	241.21	100.285
0.75	1063.12	4352.829	244.237	10.97	394.237	139.035	383.272	272.119	122.119	261.15	122.119
1.00	1184.70	4363.821	271.483	12.33	421.483	137.675	409.158	285.742	135.742	273.42	135.742
1.25	1314.77	4374.868	300.527	14.13	450.527	135.873	436.400	300.264	150.264	286.14	150.264
1.50	1453.31	4385.972	331.355	16.07	481.355	133.935	465.290	315.677	165.677	299.61	165.677
1.75	1560.76	4397.132	354.949	17.20	504.949	132.796	487.745	327.474	177.474	310.27	177.474
2.00	1614.48	4408.350	366.232	17.94	516.232	132.065	498.297	333.116	183.116	315.18	183.116
2.50	1769.99	4430.956	399.459	18.55	549.459	131.453	530.912	349.730	199.730	331.18	199.730
3.00	1840.67	4453.796	413.282	19.55	563.282	130.450	543.732	356.641	206.641	337.05	206.641
3.50	1933.98	4476.873	431.993	19.79	581.993	130.212	562.205	365.997	215.997	345.21	215.997
4.00	2001.84	4500.190	444.834	19.92	594.834	130.076	574.910	372.417	222.417	352.49	222.417
4.50	2066.87	4523.751	456.893	20.16	606.893	129.838	586.731	378.447	228.447	358.28	228.447
5.00	2137.56	4547.561	470.045	20.37	620.045	129.634	599.679	385.022	235.022	364.06	235.022
6.00	2222.38	4595.939	483.553	20.43	633.553	129.566	613.119	391.777	241.777	370.81	241.777
7.00	2261.96	4645.358	486.930	20.66	636.930	129.345	616.275	393.465	243.465	372.61	243.465
8.00	2276.10	4695.851	484.705	21.00	634.705	129.005	613.710	392.352	242.352	371.36	242.352
9.00	2307.20	4747.453	485.988	21.15	635.988	128.852	614.840	392.994	242.994	371.85	242.994
10.00	2324.17	4800.203	484.181	21.68	634.181	128.325	612.506	392.091	242.091	370.42	242.091
11.00	2327.00	4854.138	479.384	22.46	629.384	127.543	606.927	389.692	239.692	367.24	239.692
12.00	2338.31	4909.298	476.302	23.04	626.302	126.965	603.267	388.151	238.151	365.12	238.151
13.00	2329.82	4965.727	469.181	23.39	619.181	126.608	595.789	384.590	234.590	361.20	234.590
14.00	2332.65	5023.468	464.351	23.89	614.351	126.115	590.466	382.175	232.175	358.29	232.175
15.00	2346.79	5082.568	461.733	24.16	611.733	125.843	587.576	380.866	230.866	356.71	230.866
16.00	2360.93	5143.074	459.050	24.74	609.050	125.265	584.315	379.525	229.525	354.79	229.525
17.00	2369.41	5205.039	455.214	24.79	605.214	125.214	580.428	377.607	227.607	352.82	227.607
18.00	2380.72	5268.515	451.876	24.82	601.876	125.180	577.056	375.938	225.938	351.12	225.938
19.00	2383.55	5333.559	446.896	24.85	596.896	125.146	572.042	373.448	223.448	348.59	223.448
20.00	2389.20	5400.228	442.426	24.91	592.426	125.095	567.521	371.213	221.213	346.31	221.213

Observaciones:
Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140674

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO PARA SUELOS
ASTM D4767-11

RUC: 20606092897

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material Grava limosa con arena
Sondaje C-1
N° de Muestra E-1
Profundidad 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

Características generales:

Estado de la muestra:	Muestra remoldeada	%/min
Velocidad:	0.5	
Gravedad específica (Gs):	2.7	

Descripción visual del suelo (D2488 ó D2487):

Grava limosa con arena GM

σ ₃ = 50 kPa			σ ₃ = 100 kPa			σ ₃ = 150 kPa		
CONDICIÓN	Inicial	Final	CONDICIÓN	Inicial	Final	CONDICIÓN	Inicial	Final
Altura (mm)	134.00	107.24	Altura (mm)	131.00	104.85	Altura (mm)	133.00	106.47
Diámetro (mm)	67.00	78.64	Diámetro (mm)	61.00	83.75	Diámetro (mm)	62.00	82.92
Humedad (%)	5.8	23.8	Humedad (%)	5.8	23.8	Humedad (%)	5.8	23.8
Densidad Húmeda (gr/cc)	1.882	2.220	Densidad Húmeda (gr/cc)	2.573	2.013	Densidad Húmeda (gr/cc)	2.440	2.011
Densidad Seca (gr/cc)	1.779	1.794	Densidad Seca (gr/cc)	2.432	1.626	Densidad Seca (gr/cc)	2.306	1.624
Relación de vacíos	0.52	0.51	Relación de vacíos	0.11	0.66	Relación de vacíos	0.17	0.66
Grado de saturación	30.2%	127.2%	Grado de saturación	142.1%	97.2%	Grado de saturación	91.8%	97.0%
Consolidación y Saturación			Consolidación y Saturación			Consolidación y Saturación		
Contrapresión (kPa)	138		Contrapresión (kPa)	186		Contrapresión (kPa)	235	
Parámetro B (%)	90		Parámetro B (%)	90		Parámetro B (%)	90	
Altura corregida (mm)	133.82		Altura corregida (mm)	130.75		Altura corregida (mm)	132.65	
Área corregida (mm ²)	3885.55		Área corregida (mm ²)	4406.67		Área corregida (mm ²)	4320.18	
Deformación Unitaria E (%)	σ ₁ -σ ₃ (kPa)	Presión de poros (kPa)	Deformación Unitaria E (%)	σ ₁ -σ ₃ (kPa)	Presión de poros (kPa)	Deformación Unitaria E (%)	σ ₁ -σ ₃ (kPa)	Presión de poros (kPa)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	29.94	0.15	0.05	39.75	0.50	0.05	66.07	0.85
0.10	37.03	0.23	0.10	49.17	0.75	0.10	81.73	1.28
0.25	60.05	0.34	0.25	79.73	1.12	0.25	132.53	1.90
0.35	78.02	0.68	0.35	103.58	2.25	0.35	172.18	3.83
0.50	90.88	1.60	0.50	120.66	5.34	0.50	200.57	9.08
0.75	110.67	1.94	0.75	146.93	6.45	0.75	244.24	10.97
1.00	123.02	2.18	1.00	163.32	7.25	1.00	271.48	12.33
1.25	136.18	2.49	1.25	180.79	8.31	1.25	300.53	14.13
1.50	150.15	2.84	1.50	199.34	9.45	1.50	331.35	16.07
1.75	160.84	3.04	1.75	213.63	10.12	1.75	354.95	17.20
2.00	165.95	3.17	2.00	220.32	10.55	2.00	366.23	17.94
2.50	181.01	3.27	2.50	240.31	10.91	2.50	399.46	18.55
3.00	187.27	3.45	3.00	248.63	11.50	3.00	413.28	19.55
3.50	195.75	3.49	3.50	259.88	11.64	3.50	431.99	19.92
4.00	201.57	3.52	4.00	267.61	11.72	4.00	444.83	20.16
4.50	207.03	3.56	4.50	274.86	11.86	4.50	456.89	20.37
5.00	212.99	3.59	5.00	282.77	11.98	5.00	470.04	20.43
6.00	219.11	3.61	6.00	290.90	12.02	6.00	483.55	20.53
7.00	220.64	3.65	7.00	292.93	12.15	7.00	486.93	20.63
8.00	219.63	3.71	8.00	291.59	12.35	8.00	484.70	21.00
9.00	220.21	3.73	9.00	292.37	12.44	9.00	485.99	21.15
10.00	219.40	3.83	10.00	291.28	12.75	10.00	484.18	21.68
11.00	217.22	3.96	11.00	288.39	13.21	11.00	479.38	22.46
12.00	215.83	4.07	12.00	286.54	13.55	12.00	476.30	23.04
13.00	212.60	4.13	13.00	282.25	13.76	13.00	469.18	23.91
14.00	210.41	4.22	14.00	279.35	14.05	14.00	464.35	24.85
15.00	209.22	4.26	15.00	277.77	14.21	15.00	461.73	24.16
16.00	208.01	4.37	16.00	276.16	14.55	16.00	459.05	24.74
17.00	206.27	4.37	17.00	273.85	14.58	17.00	456.21	24.79
18.00	204.76	4.38	18.00	271.84	14.60	18.00	451.88	24.82
19.00	202.50	4.39	19.00	268.85	14.62	19.00	446.90	24.85
20.00	200.48	4.40	20.00	266.16	14.65	20.00	442.43	24.91
Vista del espécimen después del ensayo			Vista del espécimen después del ensayo			Vista del espécimen después del ensayo		
Tipo de falla		Falla en barril	Tipo de falla		Falla en barril	Tipo de falla		Falla en barril

Observaciones:

Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
C.I.P. 140574

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, I
SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

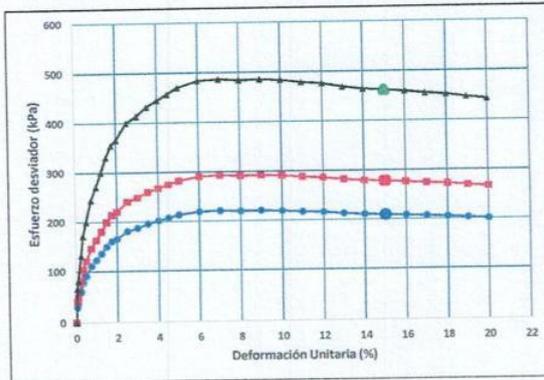
Material : Grava limosa con arena
Sondaje : C-1
N° de Muestra : E-1
Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

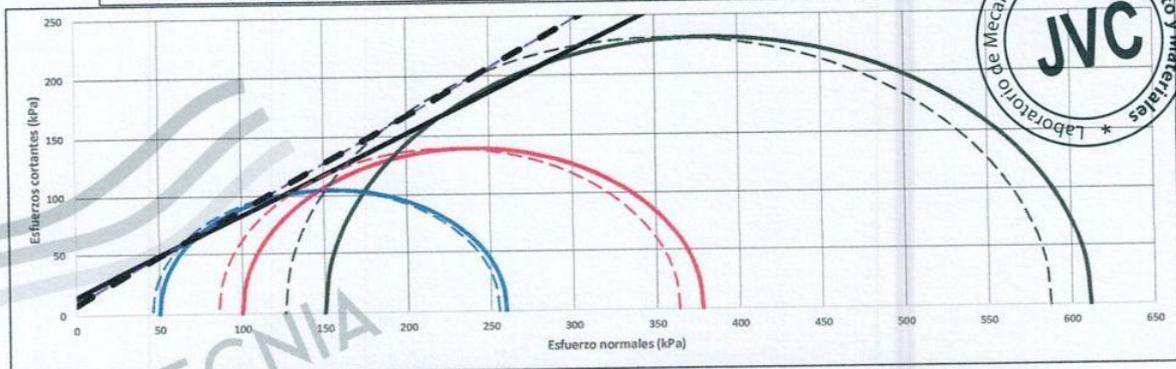
PARÁMETROS DE ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS

		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo de confinamiento (σ_3')	kPa	50	100	150
Esfuerzo desviador ($\Delta\sigma$)	kPa	209.2	277.8	461.7
Presión de poros (Δu)	kPa	4.3	14.2	24.2
Esfuerzo principal (σ_1)	kPa	259.2	377.8	611.7
Estado de falla	-	%Deformacion	%Deformacion	%Deformacion
Deformación unitaria a la falla	(%)	15.0	15.0	15.0

GRAFICA ESFUERZO DESVIADOR Y VARIACIÓN DE PRESIÓN DE POROS



CÍRCULOS DE MOHR- ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS



PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE

Parámetros en términos totales:

Cohesión	14.16	kPa
Ángulo de fricción	34.57	°

Parámetros en términos efectivos:

Cohesión	8.28	kPa
Ángulo de fricción	38.44	°

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor Los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 149574

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS
ASTM D4767-11

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material : Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
Sondaje : C-4
N° de Muestra : E-1
Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

ESPECIMEN 01

Descripción visual de la muestra: Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena CL
Estado de la muestra: Muestra remoldeada
Velocidad de corte: 0.5 %/min

CONDICIÓN		Inicial	Final
Altura	mm	135	108.04
Diámetro	mm	64	78.46
Gravedad específica		2.7	2.7
Contenido de Humedad	(%)	5.4	23.8
Densidad húmeda	(gr/cc)	2.047	2.424
Densidad seca	(gr/cc)	1.942	1.958
Relación de vacíos		0.390	0.379
Grado de Saturación		37.36%	169.48%

Datos de Ensayo		
Parámetro "B"	%	90
Presión de celda (σ_3)	kPa	188
Contrapresión	kPa	138
Esfuerzo efectivo inicial (σ_3')	kPa	50
Correcciones por saturación y consolidación		
Altura corregida	mm	134.82
Área corregida	mm ²	3868.21

Deformación Unitaria E (%)	Fuerza (Newtons)	Área (mm ²)	Esfuerzo desviador (kPa)	Presión de poros (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3' (kPa)	σ_1' (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	p' (kPa)	q' (kPa)
0.00	0.00	3868.214	0	0.00	50.000	50.000	50.000	50.000	0.000	50.00	0.000
0.05	114.10	3870.150	29.482	0.15	79.482	49.850	79.332	64.741	14.741	64.59	14.741
0.10	141.21	3872.087	36.470	0.23	86.470	49.775	86.245	68.235	18.235	68.01	18.235
0.25	229.33	3877.909	59.138	0.34	109.138	49.664	108.802	79.569	29.569	79.23	29.569
0.35	298.24	3881.801	76.831	0.68	126.831	49.325	126.156	88.416	38.416	87.74	38.416
0.50	347.95	3887.653	89.501	1.60	139.501	48.398	137.899	94.751	44.751	93.15	44.751
0.75	424.77	3897.445	108.987	1.94	158.987	48.065	157.052	104.493	54.493	102.56	54.493
1.00	473.35	3907.287	121.145	2.18	171.145	47.825	168.970	110.572	60.572	108.40	60.572
1.25	525.31	3917.179	134.105	2.49	184.105	47.507	181.612	117.053	67.053	114.56	67.053
1.50	580.67	3927.121	147.862	2.84	197.862	47.165	195.027	123.931	73.931	121.10	73.931
1.75	623.60	3937.114	158.390	3.04	208.390	46.964	205.354	129.195	79.195	126.40	79.195
2.00	645.06	3947.158	163.425	3.17	213.425	46.835	210.260	131.712	81.712	128.55	81.712
2.50	707.20	3967.399	178.252	3.27	228.252	46.727	224.979	139.126	89.126	135.85	89.126
3.00	735.44	3987.850	184.420	3.45	234.420	46.550	230.970	142.210	92.210	138.76	92.210
3.50	772.72	4008.512	192.770	3.49	242.770	46.508	239.278	146.385	96.385	142.89	96.385
4.00	799.83	4029.390	198.500	3.52	248.500	46.484	244.984	149.250	99.250	145.78	99.250
4.50	825.82	4050.486	203.881	3.56	253.881	46.442	250.323	151.941	101.941	148.38	101.941
5.00	854.06	4071.805	209.750	3.59	259.750	46.406	256.156	154.875	104.875	151.28	104.875
6.00	887.95	4115.122	215.778	3.61	265.778	46.394	262.172	157.889	107.889	154.07	107.889
7.00	903.77	4159.370	217.285	3.65	267.285	46.355	263.640	158.642	108.642	155.00	108.642
8.00	909.42	4204.581	216.292	3.71	268.292	46.295	262.587	158.146	108.146	154.44	108.146
9.00	921.84	4250.785	216.864	3.73	268.864	46.268	263.132	158.432	108.432	154.70	108.432
10.00	928.62	4298.016	216.058	3.83	268.058	46.175	262.233	158.029	108.029	154.20	108.029
11.00	929.75	4346.308	213.917	3.96	263.917	46.037	259.954	156.959	106.959	153.00	106.959
12.00	934.27	4395.698	212.542	4.07	262.542	45.935	258.477	156.271	106.271	152.21	106.271
13.00	930.88	4446.224	209.364	4.13	259.364	45.872	255.236	154.682	104.682	150.55	104.682
14.00	932.01	4497.924	207.209	4.22	257.209	45.785	252.994	153.604	103.604	149.39	103.604
15.00	937.66	4550.841	206.041	4.26	256.041	45.737	251.778	153.020	103.020	148.76	103.020
16.00	943.31	4605.017	204.843	4.37	254.843	45.635	250.478	152.422	102.422	148.06	102.422
17.00	946.70	4660.499	203.132	4.37	253.132	45.626	248.758	151.566	101.566	147.19	101.566
18.00	951.21	4717.335	201.642	4.38	251.642	45.620	247.262	150.821	100.821	146.44	100.821
19.00	952.34	4775.573	199.420	4.39	249.420	45.614	245.034	149.710	99.710	145.32	99.710
20.00	954.60	4835.268	197.425	4.40	247.425	45.605	243.030	148.713	98.713	144.32	98.713

Observaciones:
Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS

ASTM D4767-11

RUC: 20606092297

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN
 SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
 UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material : Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
 Sondaje : C-4
 N° de Muestra : E-1
 Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

ESPECIMEN 02

Descripción visual de la muestra: Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena CL
 Estado de la muestra: Muestra remoldeada
 Velocidad de corte: 0.5 %/min

CONDICIÓN		Inicial	Final
Altura	mm	131	104.85
Diámetro	mm	61	83.87
Gravedad específica	-	2.7	2.7
Contenido de Humedad	(%)	5.4	23.8
Densidad húmeda	(gr/cc)	2.573	2.014
Densidad seca	(gr/cc)	2.441	1.626
Relación de vacíos	-	0.106	0.660
Grado de Saturación	-	137.58%	97.35%

Datos de Ensayo		
Parámetro "B"	%	90
Presión de celda (σ_3)	kPa	286
Contrapresión	kPa	186
Esfuerzo efectivo inicial (σ_3')	kPa	100
Correcciones por saturación y consolidación		
Altura corregida	mm	130.75
Área corregida	mm ²	4419.79

Deformación Unitaria E (%)	Fuerza (Newtons)	Área (mm ²)	Esfuerzo desviador (kPa)	Presión de poros (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3' (kPa)	σ_1' (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	p' (kPa)	q' (kPa)
0.00	0.00	4419.791	0	0.00	100.000	100.000	100.000	100.000	0.000	100.00	0.000
0.05	162.26	4422.002	36.693	0.50	136.693	99.500	136.193	118.346	18.346	117.85	18.346
0.10	200.81	4424.215	45.389	0.75	145.389	99.250	144.639	122.695	22.695	121.94	22.695
0.25	326.12	4430.868	73.602	1.12	173.602	98.880	172.482	136.801	36.801	135.68	36.801
0.35	424.12	4435.315	95.623	2.25	195.623	97.750	193.373	147.811	47.811	145.56	47.811
0.50	494.80	4442.001	111.392	5.34	211.392	94.660	206.052	155.696	55.696	150.36	55.696
0.75	604.04	4453.190	135.643	6.45	235.643	93.550	229.193	167.821	67.821	161.37	67.821
1.00	673.12	4464.435	150.775	7.25	250.775	92.750	243.525	175.387	75.387	168.14	75.387
1.25	747.02	4475.738	166.905	8.31	266.905	91.690	258.595	183.452	83.452	175.14	83.452
1.50	825.74	4487.097	184.026	9.45	284.026	90.550	274.576	192.013	92.013	182.56	92.013
1.75	886.79	4498.515	197.129	10.12	297.129	89.880	287.009	198.565	98.565	188.44	98.565
2.00	917.31	4509.991	203.395	10.55	303.395	89.450	292.845	201.698	101.698	191.35	101.698
2.50	1005.67	4533.119	221.849	10.91	321.849	89.090	310.939	210.925	110.925	200.01	110.925
3.00	1045.83	4556.486	229.526	11.50	329.526	88.500	318.026	214.763	114.763	203.26	114.763
3.50	1098.85	4580.094	239.918	11.64	339.918	88.360	328.278	219.959	119.959	208.32	119.959
4.00	1137.40	4603.949	247.049	11.72	347.049	88.280	335.329	223.525	123.525	211.80	123.525
4.50	1174.35	4628.053	253.746	11.86	353.746	88.140	341.886	226.873	126.873	215.01	126.873
5.00	1214.51	4652.412	261.050	11.98	361.050	88.020	349.070	230.525	130.525	218.96	130.525
6.00	1282.71	4701.905	268.553	12.02	368.553	87.980	356.533	234.276	134.276	222.26	134.276
7.00	1285.20	4752.463	270.428	12.15	370.428	87.850	358.278	235.214	135.214	223.06	135.214
8.00	1293.23	4804.121	269.192	12.35	369.192	87.650	356.842	234.596	134.596	222.25	134.596
9.00	1310.90	4856.913	269.905	12.44	369.905	87.560	357.465	234.952	134.952	222.51	134.952
10.00	1320.54	4910.879	268.902	12.75	368.902	87.250	356.152	234.451	134.451	221.70	134.451
11.00	1322.15	4966.057	266.237	13.21	366.237	86.790	353.027	233.119	133.119	219.91	133.119
12.00	1328.58	5022.490	264.525	13.55	364.525	86.450	350.975	232.263	132.263	218.71	132.263
13.00	1323.76	5080.220	260.571	13.76	360.571	86.240	346.811	230.285	130.285	216.53	130.285
14.00	1325.36	5139.292	257.888	14.05	357.888	85.950	343.838	228.944	128.944	214.89	128.944
15.00	1333.40	5199.754	256.434	14.21	356.434	85.790	342.224	228.217	128.217	214.01	128.217
16.00	1341.43	5261.656	254.944	14.55	354.944	85.450	340.394	227.472	127.472	212.92	127.472
17.00	1346.25	5325.049	252.814	14.58	352.814	85.420	338.234	226.407	126.407	211.83	126.407
18.00	1352.67	5389.989	250.960	14.60	350.960	85.400	336.360	225.480	125.480	210.88	125.480
19.00	1354.28	5456.532	248.194	14.62	348.194	85.380	333.574	224.097	124.097	209.48	124.097
20.00	1357.49	5524.739	245.712	14.65	345.712	85.350	331.062	222.856	122.856	208.21	122.856

Observaciones:
 Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS

ASTM D4767-11

RUC: 20606092297

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022

SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA

UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material : Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena

Sondaje : C-4

N° de Muestra : E-1

Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

ESPECIMEN 03

Descripción visual de la muestra: **Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena CL**

Estado de la muestra: **Muestra remoldeada**

Velocidad de corte: 0.5 %/min

CONDICIÓN		Inicial	Final
Altura	mm	133	106.47
Diámetro	mm	62	83.04
Gravedad específica	-	2.7	2.7
Contenido de Humedad	(%)	5.4	23.8
Densidad húmeda	(gr/cc)	2.440	2.012
Densidad seca	(gr/cc)	2.315	1.625
Relación de vacíos	-	0.166	0.662
Grado de Saturación	-	87.70%	97.13%

Datos de Ensayo		
Parámetro "B"	%	90
Presión de celda (σ_3)	kPa	385
Contrapresión	kPa	235
Esfuerzo efectivo inicial (σ_3')	kPa	150
Correcciones por saturación y consolidación		
Altura corregida	mm	132.65
Área corregida	mm ²	4333.05

Deformación Unitaria E (%)	Fuerza (Newtons)	Área (mm ²)	Esfuerzo desviador (kPa)	Presión de poros (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3' (kPa)	σ_1' (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	p' (kPa)	q' (kPa)
0.00	0.00	4333.046	0	0.00	150.000	150.000	150.000	150.000	0.000	150.00	0.000
0.05	279.97	4335.214	64.581	0.85	214.581	149.150	213.731	182.291	32.291	181.44	32.291
0.10	346.50	4337.383	79.887	1.28	229.887	148.725	228.612	189.944	39.944	188.67	39.944
0.25	562.72	4343.906	129.542	1.90	279.542	148.096	277.638	214.771	64.771	212.87	64.771
0.35	731.81	4348.265	168.300	3.83	318.300	146.175	314.475	234.150	84.150	230.32	84.150
0.50	853.78	4354.820	196.054	9.08	346.054	140.922	336.976	248.027	98.027	238.95	98.027
0.75	1042.28	4365.789	238.738	10.97	388.738	139.035	377.773	269.369	119.369	258.40	119.369
1.00	1161.47	4378.814	265.370	12.33	415.370	137.675	403.045	282.685	132.685	270.36	132.685
1.25	1288.99	4387.895	293.760	14.13	443.760	135.873	429.633	296.880	146.880	282.75	146.880
1.50	1424.82	4399.031	323.893	16.07	473.893	133.935	457.828	311.947	161.947	295.88	161.947
1.75	1530.15	4410.225	346.956	17.20	496.956	132.796	479.752	323.478	173.478	306.27	173.478
2.00	1582.82	4421.475	357.985	17.94	507.985	132.065	490.050	328.992	178.992	311.06	178.992
2.50	1735.28	4444.150	390.464	18.55	540.464	131.453	521.917	345.232	195.232	326.69	195.232
3.00	1804.58	4467.058	403.976	19.55	553.976	130.450	534.426	351.988	201.988	332.44	201.988
3.50	1896.06	4490.203	422.266	19.79	572.266	130.212	552.478	361.133	211.133	341.57	211.133
4.00	1962.59	4513.589	434.817	19.92	584.817	130.076	564.893	367.409	217.409	347.48	217.409
4.50	2026.34	4537.221	446.605	20.16	596.605	129.838	576.443	373.302	223.302	353.14	223.302
5.00	2095.64	4561.101	459.460	20.37	609.460	129.634	589.094	379.730	229.730	359.36	229.730
6.00	2178.80	4609.623	472.964	20.43	622.664	129.566	602.230	386.332	236.332	365.90	236.332
7.00	2217.61	4659.189	475.965	20.66	625.965	129.345	605.310	387.983	237.983	367.37	237.983
8.00	2231.47	4709.833	473.790	21.00	623.790	129.005	602.795	386.895	236.895	366.37	236.895
9.00	2261.96	4761.589	475.044	21.15	625.044	128.852	603.896	387.522	237.522	366.97	237.522
10.00	2278.60	4814.495	473.278	21.68	623.278	128.325	601.603	386.639	236.639	364.96	236.639
11.00	2281.37	4868.591	468.589	22.46	618.589	127.543	596.132	384.295	234.295	361.84	234.295
12.00	2292.46	4923.916	465.576	23.04	615.576	126.965	592.541	382.788	232.788	359.75	232.788
13.00	2284.14	4980.513	458.616	23.39	608.616	126.608	585.224	379.308	229.308	355.92	229.308
14.00	2286.91	5038.425	453.894	23.89	603.894	126.115	580.009	376.947	226.947	353.06	226.947
15.00	2300.77	5097.701	451.335	24.16	601.335	125.843	577.178	375.668	225.668	351.51	225.668
16.00	2314.63	5158.388	448.712	24.74	598.712	125.265	573.977	374.356	224.356	349.62	224.356
17.00	2322.95	5220.537	444.964	24.79	594.964	125.214	570.178	372.482	222.482	347.70	222.482
18.00	2334.04	5284.202	441.701	24.82	591.701	125.180	566.881	370.850	220.850	346.03	220.850
19.00	2336.81	5349.439	436.833	24.85	586.833	125.146	561.979	368.416	218.416	343.56	218.416
20.00	2342.35	5416.307	432.463	24.91	582.463	125.095	557.558	366.232	216.232	341.33	216.232

Observaciones: Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS

ASTM D4767-11

RUC: 20606092297

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD/
 SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
 UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Material: Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
 Sondaje: C-4
 N° de Muestra: E-1
 Profundidad: 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

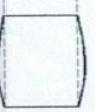
Características generales:

Estado de la muestra:	Muestra remoldeada	%/min
Velocidad:	0.5	
Gravedad específica (Gs):	2.7	

Descripción visual del suelo (D2488 ó D2487):

Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena CL

σ ₃ = 50 kPa			σ ₃ = 100 kPa			σ ₃ = 150 kPa		
CONDICIÓN	Inicial	Final	CONDICIÓN	Inicial	Final	CONDICIÓN	Inicial	Final
Altura (mm)	135.00	108.04	Altura (mm)	131.00	104.85	Altura (mm)	133.00	106.47
Diámetro (mm)	64.00	78.46	Diámetro (mm)	61.00	83.87	Diámetro (mm)	62.00	83.04
Humedad (%)	5.4	23.8	Humedad (%)	5.4	23.8	Humedad (%)	5.4	23.8
Densidad Húmeda (gr/cc)	2.047	2.424	Densidad Húmeda (gr/cc)	2.573	2.014	Densidad Húmeda (gr/cc)	2.440	2.012
Densidad Seca (gr/cc)	1.942	1.958	Densidad Seca (gr/cc)	2.441	1.626	Densidad Seca (gr/cc)	2.315	1.625
Relación de vacíos	0.39	0.38	Relación de vacíos	0.11	0.66	Relación de vacíos	0.17	0.66
Grado de saturación	37.4%	169.5%	Grado de saturación	137.6%	97.3%	Grado de saturación	87.7%	97.1%
Consolidación y Saturación			Consolidación y Saturación			Consolidación y Saturación		
Contrapresión (kPa)	138		Contrapresión (kPa)	186		Contrapresión (kPa)	235	
Parámetro B (%)	90		Parámetro B (%)	90		Parámetro B (%)	90	
Altura corregida (mm)	134.82		Altura corregida (mm)	130.75		Altura corregida (mm)	132.65	
Área corregida (mm ²)	3868.21		Área corregida (mm ²)	4419.79		Área corregida (mm ²)	4333.05	
Deformación Unitaria E (%)	σ ₁ -σ ₃ (kPa)	Presión de poros (kPa)	Deformación Unitaria E (%)	σ ₁ -σ ₃ (kPa)	Presión de poros (kPa)	Deformación Unitaria E (%)	σ ₁ -σ ₃ (kPa)	Presión de poros (kPa)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	29.48	0.15	0.05	36.69	0.50	0.05	64.58	0.85
0.10	36.47	0.23	0.10	45.39	0.75	0.10	79.89	1.28
0.25	59.14	0.34	0.25	73.60	1.12	0.25	129.54	1.90
0.35	76.83	0.68	0.35	95.62	2.25	0.35	168.30	3.83
0.50	89.50	1.60	0.50	111.39	5.34	0.50	196.05	9.08
0.75	108.99	1.94	0.75	135.64	6.45	0.75	238.74	10.97
1.00	121.14	2.18	1.00	150.77	7.25	1.00	265.37	12.33
1.25	134.11	2.49	1.25	166.90	8.31	1.25	293.76	14.13
1.50	147.86	2.84	1.50	184.03	9.45	1.50	323.89	16.07
1.75	158.39	3.04	1.75	197.13	10.12	1.75	346.96	17.34
2.00	163.42	3.17	2.00	203.40	10.55	2.00	357.98	18.55
2.50	178.25	3.27	2.50	221.85	10.91	2.50	390.46	19.55
3.00	184.42	3.45	3.00	229.53	11.50	3.00	403.98	19.82
3.50	192.77	3.49	3.50	239.92	11.64	3.50	422.27	19.82
4.00	198.50	3.52	4.00	247.05	11.72	4.00	434.82	20.37
4.50	203.88	3.56	4.50	253.75	11.86	4.50	446.60	20.37
5.00	209.75	3.59	5.00	261.05	11.98	5.00	459.46	20.43
6.00	215.78	3.61	6.00	268.55	12.02	6.00	472.66	20.43
7.00	217.28	3.65	7.00	270.43	12.15	7.00	475.97	20.43
8.00	216.29	3.71	8.00	269.19	12.35	8.00	473.79	21.06
9.00	216.86	3.73	9.00	269.90	12.44	9.00	475.04	21.15
10.00	216.06	3.83	10.00	268.90	12.75	10.00	473.28	21.68
11.00	213.92	3.96	11.00	266.24	13.21	11.00	468.59	22.46
12.00	212.54	4.07	12.00	264.53	13.55	12.00	465.58	23.04
13.00	209.36	4.13	13.00	260.57	13.76	13.00	458.62	23.39
14.00	207.21	4.22	14.00	257.89	14.05	14.00	453.89	23.89
15.00	206.04	4.26	15.00	256.43	14.21	15.00	451.34	24.16
16.00	204.84	4.37	16.00	254.94	14.55	16.00	448.71	24.74
17.00	203.13	4.37	17.00	252.81	14.58	17.00	444.96	24.79
18.00	201.64	4.38	18.00	250.96	14.60	18.00	441.70	24.82
19.00	199.42	4.39	19.00	248.19	14.62	19.00	436.83	24.85
20.00	197.43	4.40	20.00	245.71	14.65	20.00	432.46	24.91

Vista del espécimen después del ensayo	Vista del espécimen después del ensayo	Vista del espécimen después del ensayo
Tipo de falla  Falla en barril	Tipo de falla  Falla en barril	Tipo de falla  Falla en barril

Observaciones:
Las muestras fueron remoldeadas en laboratorio con material pasante de la malla N°4.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO PARA SUELOS
 ASTM D4767-11

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022
 SOLICITANTE : RONALD ANIBAL GAMBOA CARRANZA
 UBICACIÓN : CASERÍO GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

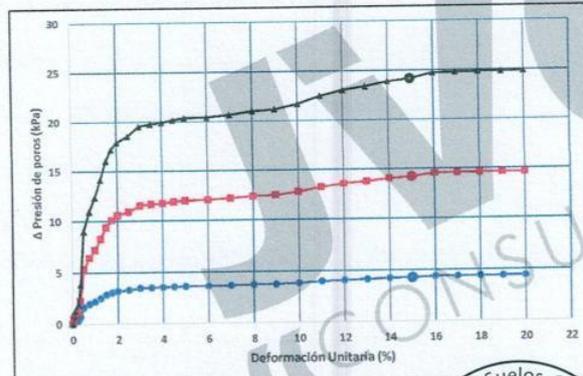
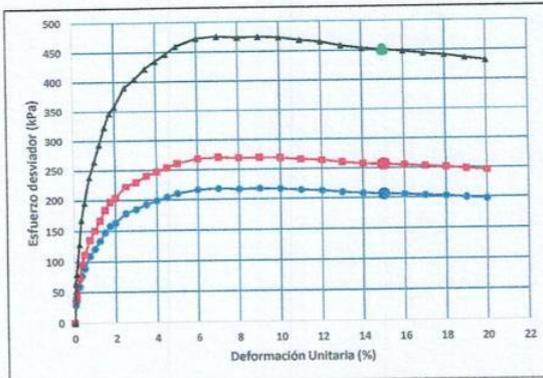
Material : Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
 Sondaje : C-4
 N° de Muestra : E-1
 Profundidad : 1.50 m

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)

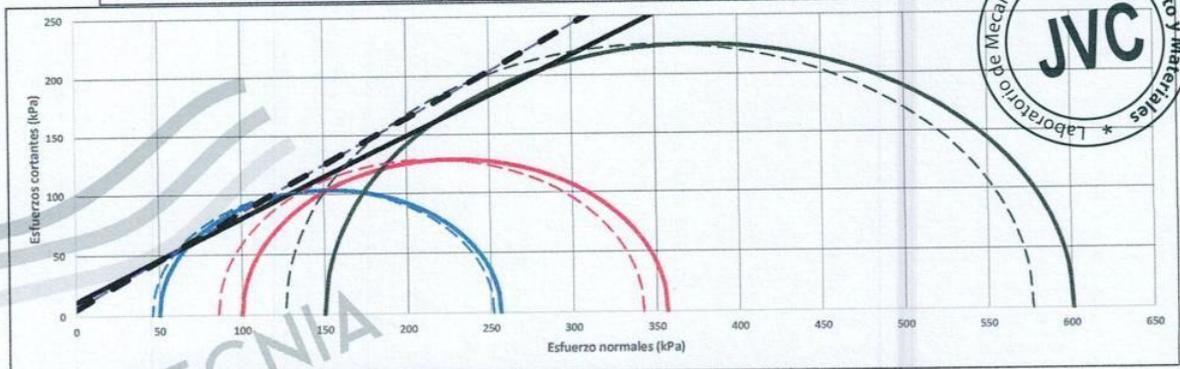
PARAMETROS DE ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS

		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo de confinamiento (σ_3)	kPa	50	100	150
Esfuerzo desviador ($\Delta\sigma$)	kPa	206.0	256.4	451.3
Presión de poros (Δu)	kPa	4.3	14.2	24.2
Esfuerzo principal (σ_1)	kPa	256.0	356.4	601.3
Estado de falla	-	%Deformación	%Deformación	%Deformación
Deformación unitaria a la falla	(%)	15.0	15.0	15.0

GRAFICA ESFUERZO DESVIADOR Y VARIACIÓN DE PRESIÓN DE POROS



CIRCULOS DE MOHR- ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS



Parámetros en términos totales:

Cohesión	11.50	kPa
Ángulo de fricción	34.48	°

Parámetros en términos efectivos:

Cohesión	5.69	kPa
Ángulo de fricción	38.39	°

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARÍN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022

Fecha : Noviembre - 2022

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	0.0	grados
Cohesión (c)	0.57	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	0.0	grados
Cohesión corregida (c _c)	0.38	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.89	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.89	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	m
Incremento de base (Δb)	0.30	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.50	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	50.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CL	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 5.142$$

$$N_q = 1.000$$

$$N_\gamma = 0.000$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.194$$

$$S_q = 1.000$$

$$S_\gamma = 0.600$$

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_\gamma = 1.000$$

$$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$$

$$i_\gamma = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 1.000$$

$$K_p = 1.000$$

$$K_o = 1.000$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación sugerida Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W'	q _a (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	
-1.50	1.50	1.5	1.00	1.00	2.61	0.87	
-1.50	1.50	1.8	1.00	1.00	2.61	0.87	
-1.50	1.50	2.0	1.00	1.00	2.61	0.87	
-1.80	1.80	1.5	1.00	1.00	2.67	0.89	
-1.80	1.80	1.8	1.00	1.00	2.67	0.89	
-1.80	1.80	2.1	1.00	1.00	2.67	0.89	
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	2.71	0.90	
-2.00	2.00	1.8	1.00	1.00	2.71	0.90	
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	2.71	0.90	

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

Presión por carga admisible	q _{adm}	=	0.89	kg/cm ²
Relación de Poisson	μ	=	0.25	
Módulo de Elasticidad	E _s	=	250	kg/cm ²
Asentamiento permisible	S _{i(max)}	=	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B	=	1.80	m
Factor de forma	I _f	=	0.93	m/m
Asentamiento	S _i	=	0.018	m
Asentamiento	S _i	=	1.81	cm
Presión por carga	q _{adm}	=	0.89	kg/cm ²
Presión de carga asumida por asentamiento	q _{adm}	=	2.88	kg/cm ²
	S _i	=	0.56	cm
	S _i	=	1.81	cm

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

OK!
OK!

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERÍO DE GOMISPAMPA, DISTRITO DE SARIN, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD - 2022

Fecha : Noviembre - 2022
RUC: 20606092297

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	0.0	grados
Cohesión (c)	0.57	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	0.0	grados
Cohesión corregida (c _c)	0.38	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.89	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.89	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	0.10	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	0.60	m
Incremento de base (Δb)	0.20	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	0.50	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.10	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	50.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CL	
Cimentación sugerida	Cimentos Corridos	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$N_c = 5.142$
 $N_q = 1.000$
 $N_\gamma = 0.000$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{2.73 \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$S_c = 1.019$
 $S_q = 1.000$
 $S_\gamma = 0.960$

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$i_c = 1.000$
 $i_q = 1.000$
 $i_\gamma = 1.000$

$$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$$

$$i_\gamma = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$K_a = 1.000$
 $K_p = 1.000$
 $K_o = 1.000$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación sugerida Cimentos Corridos		Detalle
			W	W'	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	
-0.50	0.50	0.6	1.00	1.00	2.08	0.69	
-0.50	0.50	0.8	1.00	1.00	2.08	0.69	
-0.50	0.50	1.0	1.00	1.00	2.08	0.69	
-0.60	0.60	0.6	1.00	1.00	2.10	0.70	
-0.60	0.60	0.8	1.00	1.00	2.10	0.70	
-0.60	0.60	1.0	1.00	1.00	2.10	0.70	
-0.80	0.80	0.6	1.00	1.00	2.14	0.71	
-0.80	0.80	0.8	1.00	1.00	2.14	0.71	
-0.80	0.80	1.0	1.00	1.00	2.14	0.71	
-1.00	1.00	0.6	1.00	1.00	2.18	0.73	
-1.00	1.00	0.8	1.00	1.00	2.18	0.73	
-1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	2.18	0.73	
-1.20	1.20	0.6	1.00	1.00	2.22	0.74	
-1.20	1.20	0.8	1.00	1.00	2.22	0.74	
-1.20	1.20	1.0	1.00	1.00	2.22	0.74	

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

Presión por carga admisible	q _{adm}	=	0.70	Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ	=	0.25	
Módulo de Elasticidad	E _s	=	250	Kg/cm ²
Asentamiento permisible	S _i (max)	=	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B	=	0.80	m
Factor de forma	I _f	=	0.30	m/m
Asentamiento	S _i	=	0.000	m
Asentamiento	S _i	=	0.04	cm
Presión por carga	q _{adm}	=	0.70	Kg/cm ²
Presión de carga asumida por asentamiento	q _{adm}	=	0.45	Kg/cm ²
	S _i	=	0.06	cm
	S _i	=	0.04	cm

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_s}$$

OK!
OK!

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victor de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Telf.: 044 - 615690 - Cel. 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 7. PADRON DE BENEFICIARIOS

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
1	SANTOS ALBERTO MORA SERIN	19551046
2	SANTOS MORA MAURICIO	80375923
3	JOSE MORA MAURICIO	80382748
4	FIDEL JARA TUMBAJULCA	19577644
5	SEGUNDO POLO ARANDA	19651239
6	JUAN OTINIANO ENRRIQUEZ	41999299
7	ESEQUIEL POLO PAREDES	44949582
8	FELIX MORA SERIN	19550810
9	ASENCIA ESCOBEDO ALAYO	47407791
10	ROSALINA MORA TUMBAJULCA	70074936
11	DIANILA PAREDES RUIZ	19552552
12	MARCELINA ROMAN TUMBAJULCA	19550926
13	FERMIN ANTICONA VASQUEZ	19532954
14	DARIO YUPANQUI MORA	44053524
15	TOMASA ALVITES YUPANQUI	19532779
16	MONICA CASTILLO CHACON	40981448
17	DOMITILA RUIZ TUMBAJULCA	19568354
18	FRANCISCO CASTILLO ALFARO	48367142
19	ELENA ALFARO GOMEZ	41074199
20	ISIDORA GOMEZ CHACON	19552320
21	MERCEDEZ PAREDES ANTICONA	80382803
22	RAUL POLO SEGURA	19568096
23	MARTINA RUIZ SERIN	46423449
24	FRANCISCO POLO VERAU	46318756
25	VICENTE TUMBAJULCA POLO	10315134
26	JUANA TUMBAAJULCA POLO	19551851
27	PEDRO ALFARO GOMEZ	19577736
28	GERMAN URBINA VERAUN	40088845
29	JAVIER ROMAN YUPANQUI	41315658
30	CLEMENTE ROMAN TUMBAJULCA	19562120
31	PEDRO POLO MORA	19552961
32	AGUSTIN PLO NEYRA	19568443
33	VICTOR LOPEZ TUMBAJULCA	19550923
34	JOSE LOPEZ CAIPO	45002208
35	SANTOS LOPEZ VERAU	40244626
36	SEBASTIAN LOPEZ TUMBAJULCA	18116366
37	JUAN MAURICIO TUMBAJULCA	40483925
38	FRANCISCA MAURIO TAYDANPAN	19550921
39	MAURO MAURICIO LAGUNA	70563322
40	FRANCISCA TAMAYO POLO	19551622
41	VIRGEN CHACON MAXIMILIANO	46810465
42	DIMAS MAURICIO PAREDES	19552315
43	RONALD CASTILLO VERAU	40124244
44	MARTA YUPANQUI ALVARADO	19568584
45	JUSTO YUPANQUI ALVARADO	19553145
46	PEDRO ANTICONA VASQUEZ	43500399

47	MARY LOPEZ VERAU	72004091
48	MARGARITA ESCOBEDO CASTILLO	60969750
49	TEOFILO POLO TUMBAJULCA	44833847
50	AURELIO LAFARO GOMEZ	19568356
51	PABLO QUEZADA ROMAN	46930867
52	ROSSANA MAXIMILIANO CAIPO	60566986
53	JOSEFINA MAURICIO MAXIMILIANO	40222886
54	PASCUALA CASTILLO CHACON	19554846
55	GUILLERMO YUPANQUI MORA	46428404
56	SANTIAGO MORA ROMAN	19568349
57	EPIFANIO CASTILLO MORA	71995734
58	TIMOTEO OTINIANO LAGUNA	10559043
59	VICTOR FERNANDEZ ESCOBEDO	19550843
60	EDILBERTO CHACON RIOS	41835412
61	FRANCISCO FERNANDEZ PATRICIO	70672318
62	BACILIO ALFARO GOMEZ	44675037
63	EVER MORA YUPANQUI	73931537
64	SANTOS MORA SERIN	19551220
65	SEGUNDO ROBLES LOZANO	70610037
66	SANTOS CHACON MXIMILIANO	45556222
67	EDWIN POLO ROMAN	71975879
68	JAIRO POLO ROMAN	40114380
69	EUFEMIA MAXIMILIANO POLO	9552475
70	HILARIO CHACON MAXIMILIANO	71998441
71	FRANCISCA CHACON MAXIMILIANO	42024774
72	DOROTEO MAXIMILIANO POLO	19552498
73	HIPOLITO POLO SANCHEZ	19550835
74	ANGEL VERAU VASQUEZ	19557771
75	AGISTINA LAIZA CASTILLO	47037809
76	FORTUNATO AVALOS PAREDES	80739406
77	MACELINA MORALES ALAYO	43401778
78	Otros Usos(Iglesia)	
79	Nº I.E. (Inicial)	
80	Nº I.E. (Primaria)	

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
1	SANTOS ALBERTO MORA SERIN	19551046
2	SANTOS MORA MAURICIO	80375923
3	JOSE MORA MAURICIO	80382748
4	FIDEL JARA TUMBAJULCA	19577644
5	SEGUNDO POLO ARANDA	19651239
6	JUAN OTINIANO ENRRIQUEZ	41999299
7	ESEQUIEL POLO PAREDES	44949582
8	FELIX MORA SERIN	19550810
9	ASENCIA ESCOBEDO ALAYO	47407791
10	ROSALINA MORA TUMBAJULCA	70074936
11	DIANILA PAREDES RUIZ	19552552
12	MARCELINA ROMAN TUMBAJULCA	19550926
13	FERMIN ANTICONA VASQUEZ	19532954
14	DARIO YUPANQUI MORA	44053524
15	TOMASA ALVITES YUPANQUI	19532779
16	MONICA CASTILLO CHACON	40981448
17	DOMITILA RUIZ TUMBAJULCA	19568354
18	FRANCISCO CASTILLO ALFARO	48367142
19	ELENA ALFARO GOMEZ	41074199
20	ISIDORA GOMEZ CHACON	19552320
21	MERCEDEZ PAREDES ANTICONA	80382803
22	RAUL POLO SEGURA	19568096
23	MARTINA RUIZ SERIN	46423449
24	FRANCISCO POLO VERAU	46318756
25	VICENTE TUMBAJULCA POLO	10315134
26	JUANA TUMBAJULCA POLO	19551851
27	PEDRO ALFARO GOMEZ	19577736
28	GERMAN URBINA VERAUN	40088845
29	JAVIER ROMAN YUPANQUI	41315658
30	CLEMENTE ROMAN TUMBAJULCA	19562120
31	PEDRO POLO MORA	19552961
32	AGUSTIN PLO NEYRA	19568443
33	VICTOR LOPEZ TUMBAJULCA	19550923
34	JOSE LOPEZ CAIPO	45002208
35	SANTOS LOPEZ VERAU	40244626
36	SEBASTIAN LOPEZ TUMBAJULCA	18116366
37	JUAN MAURICIO TUMBAJULCA	40483925
38	FRANCISCA MAURIO TAYDANPAN	19550921
39	MAURO MAURICIO LAGUNA	70563322
40	FRANCISCA TAMAYO POLO	19551622
41	VIRGEN CHACON MAXIMILIANO	46810465
42	DIMAS MAURICIO PAREDES	19552315
43	RONALD CASTILLO VERAU	40124244
44	MARTA YUPANQUI ALVARADO	19568584
45	JUSTO YUPANQUI ALVARADO	19553145
46	PEDRO ANTICONA VASQUEZ	43500399
47	MARY LOPEZ VERAU	72004091
48	MARGARITA ESCOBEDO CASTILLO	60969750
49	TEOFILO POLO TUMBAJULCA	44833847
50	AURELIO LAFARO GOMEZ	19568356
51	PABLO QUEZADA ROMAN	46930867
52	ROSSANA MAXIMILIANO CAIPO	60566986
53	JOSEFINA MAURICIO MAXIMILIANO	40222886
54	PASCUALA CASTILLO CHACON	19554846
55	GUILLERMO YUPANQUI MORA	46428404
56	SANTIAGO MORA ROMAN	19568349
57	EPIFANIO CASTILLO MORA	71995734
58	TIMOTEO OTINIANO LAGUNA	10559043
59	VICTOR FERNANDEZ ESCOBEDO	19550843
60	EDILBERTO CHACON RIOS	41835412
61	FRANCISCO FERNANDEZ PATRICIO	70672318
62	BACILIO ALFARO GOMEZ	44675037
63	EVER MORA YUPANQUI	73931537
64	SANTOS MORA SERIN	19551220
65	SEGUNDO ROBLES LOZANO	70610037
66	SANTOS CHACON MXIMILIANO	45556222
67	EDWIN POLO ROMAN	71975879
68	JAIRO POLO ROMAN	40114380
69	EUFEMIA MAXIMILIANO POLO	9552475
70	HILARIO CHACON MAXIMILIANO	71998441
71	FRANCISCA CHACON MAXIMILIANO	42024774
72	DOROTEO MAXIMILIANO POLO	19552498
73	HIPOLITO POLO SANCHEZ	19550835
74	ANGEL VERAU VASQUEZ	19557771
75	AGISTINA LAIZA CASTILLO	47037809
76	FORTUNATO AVALOS PAREDES	80739406
77	MACELINA MORALES ALAYO	43401778
78	Otros Usos(Iglesia)	
79	Nº I.E. (Inicial)	
80	Nº I.E. (Primaria)	

ANEXO 8. MEMORIA DE CALCULO

AFORO

AFORO DEL VIRTIENTE

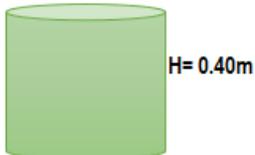
METODO VOLUMETRICO

a) Tiempo tomados en la prueba

Tiempo 01	68.42 seg
Tiempo 02	69.69 seg
Tiempo 03	67.81 seg
Tiempo 04	68.19 seg
Tiempo 05	66.97 seg
PROMEDIO	68.22 seg

b) Volumen del deposito usado

D= 0.30m



H= 0.40m

D= 0.265m

Dpromedio= **0.28** m

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Area= **0.062** m²

$$V_{\text{deposito}} = A \times H$$

Vdeposito= **24.014** lts

c) caudal de aforo

$$Q_{\text{aforo}} = \frac{V_{\text{deposito}}}{T_{\text{promedio}}}$$

Qaforo= **0.35** lts/seg

Especificaciones Técnicas

Balde 20 Litros



- Material **Polipropileno**
- Largo **40 cm**
- Ø Inferior **26,5 cm**
- Ø Superior **30 cm**
- Peso **826 gr**



Tolerancia General de Medidas $\pm 3\%$

TASA ARITMÉTICA

TASA ARITMETICA

ANOS	1993	2005	2007	2017
POBLACION	7831	9009	9156	9586

Combinación de dos en dos

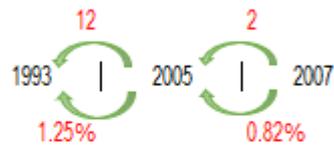
		t
1993	2005	12
1993	2007	14
1993	2017	24
2005	2007	2
2005	2017	12
2007	2017	10

1.25%	r1
1.21%	r2
0.93%	r3
0.82%	r4
0.53%	r5
0.47%	r6

Combinación de tres en tres

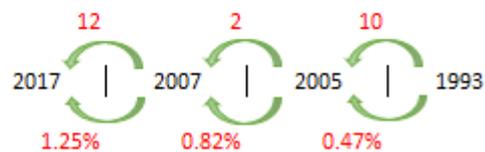
1993	2005	2007
1993	2007	2017
2005	2007	2017
1993	2005	2017

1.19%	r7
0.90%	r8
0.53%	r9
0.89%	r10



Combinación de cuatro en cuatro

r11	0.89%
-----	-------



Aplicación de mínimos cuadrados

CENSO	POBLACION	$x = t$	$y = Pf$	xy	x^2
1993	7831	-24	7831	-187944	576
2005	9009	-12	9009	-108108	144
2007	9156	-10	9156	-91560	100
2017	9586	0	9586	0	0
TOTAL		-46		-387612	820

A	9586
B	65.05
r¹²	0.68

CURVA CENSO	POBLACIÓN					DIFERENCIA ABSOLUTA
	1993	2005	2007	2017	Suma	
	7831	9009	9156	9586	35582	
P_{f1}	7369	8333	8518	9586	33806	-1776
P_{f2}	7431	8372	8552	9586	33941	-1641
P_{f3}	7831	8620	8767	9586	34804	778
P_{f4}	8016	8731	8863	9586	35196	-386
P_{f5}	8498	9009	9100	9586	36193	611
P_{f6}	8615	9075	9156	9586	36432	-2626
P_{f7}	7455	8387	8566	9586	33994	-1588
P_{f8}	7882	8651	8794	9586	34913	-669
P_{f9}	8509	9015	9106	9586	36216	634
P_{f10}	7893	8658	8800	9586	34936	-646
P_{f11}	7898	8661	8802	9586	34947	-635
P_{f12}	555	8661	1231	9586	20032	15550

POBLACIÓN FUTURA

DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y VIVIENDAS A FUTURO

$$Pf = Po(1 + rt)$$

Tasa de Crecimiento:	r =	0.47%	
Población Inicial:	Po =	342	Habitantes
Densidad:		4.44	Hab / Viviendas

Año		Población	Vivienda
Base	2022	342	77
1	2023	344	77
2	2024	345	78
3	2025	347	78
4	2026	348	78
5	2027	350	79
6	2028	352	79
7	2029	353	80
8	2030	355	80
9	2031	356	80
10	2032	358	81
11	2033	360	81
12	2034	361	81
13	2035	363	82
14	2036	364	82
15	2037	366	82
16	2038	368	83
17	2039	369	83
18	2040	371	84
19	2041	373	84
20	2042	374	84

DEMANDA DE AGUA

DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO

I. DOTACIÓN

TIPO DE PROYECTO	DOTACION (lppd)
Agua potable domiciliaria con alcantarillado	100
Agua potable domiciliaria con letrinas	50
Agua potable con piltas	30

Fuente: norma OS.100 RNE

Debido a que nuestro proyecto se considera con letrinas biodigestoras, tomaremos 50 l/hab/dia

II. CAUDALES DE DISEÑO

a) Consumo Promedio Diario Anual (Qp)

$$Q_p = \frac{P_f \times \text{Dotación (lt)}}{86\,400 \text{ (seg.)}}$$

b) Pérdidas de Agua en el Sistema

Para sistemas nuevos: 25%

$$Q_{pp} = Q_p \times 1.25$$

c) Variaciones de Consumo

Máximo anual de la demanda diaria: 1.2 a 1.5 (k_1)

Máximo anual de la demanda horaria: 1.5 a 3.0 (k_2)

d) Caudal Máximo Diario (Qmd)

$$Q_{md} = k_1 \times Q_{pp}$$

Donde:

$k_1 =$	1.3
---------	-----

e) Caudal Máximo Horario (Qmh)

$$Q_{mh} = k_2 \times Q_{pp}$$

Donde:

$k_2 =$	2
---------	---

f) Caudal Máximo Maximorum (Qmm)

$$Q_{mm} = Q_{pp} \times k_1 \times k_2$$

Donde:

$k_1 =$	1.3
$k_2 =$	2

CUADAL DE DISEÑO

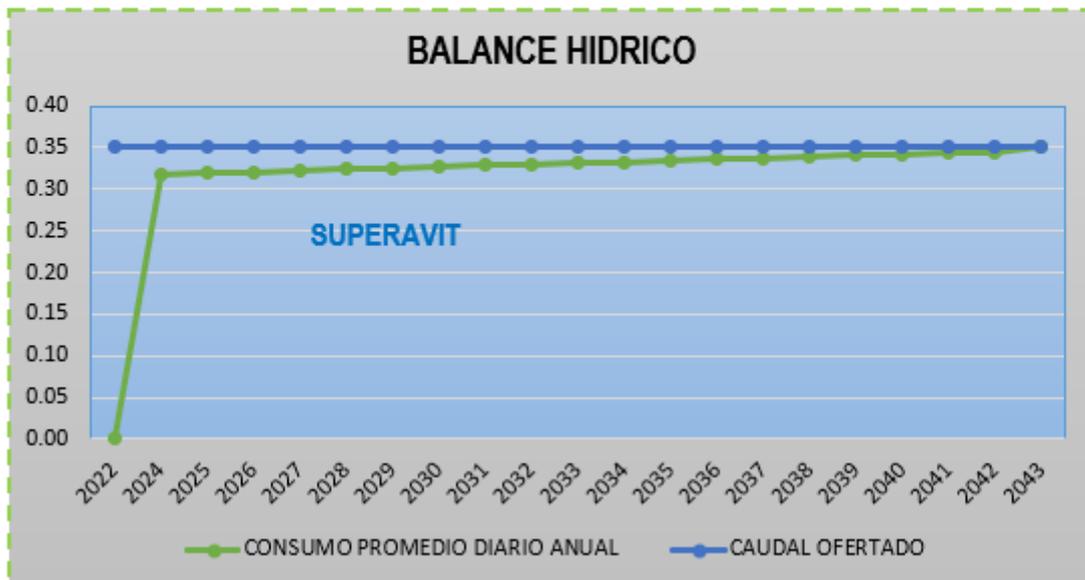
CAUDALES DE DISEÑO

Año		Población	Viviendas	Qp	Qpp	Qmd	Qmh	Qmm	Volumen del Reservoirio (m3/día)
Base	2022	342	77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2023	344	77	0.32	0.40	0.52	0.80	1.04	8.64
2	2024	345	78	0.32	0.40	0.52	0.80	1.04	8.64
3	2025	347	78	0.32	0.40	0.52	0.80	1.04	8.64
4	2026	348	78	0.32	0.40	0.52	0.80	1.04	8.64
5	2027	350	79	0.32	0.41	0.53	0.82	1.07	8.86
6	2028	352	79	0.33	0.41	0.53	0.82	1.07	8.86
7	2029	353	80	0.33	0.41	0.53	0.82	1.07	8.86
8	2030	355	80	0.33	0.41	0.53	0.82	1.07	8.86
9	2031	356	80	0.33	0.41	0.53	0.82	1.07	8.86
10	2032	358	81	0.33	0.41	0.53	0.82	1.07	8.86
11	2033	360	81	0.33	0.42	0.55	0.84	1.09	9.07
12	2034	361	81	0.33	0.42	0.55	0.84	1.09	9.07
13	2035	363	82	0.34	0.42	0.55	0.84	1.09	9.07
14	2036	364	82	0.34	0.42	0.55	0.84	1.09	9.07
15	2037	366	82	0.34	0.42	0.55	0.84	1.09	9.07
16	2038	368	83	0.34	0.43	0.56	0.86	1.12	9.29
17	2039	369	83	0.34	0.43	0.56	0.86	1.12	9.29
18	2040	371	84	0.34	0.43	0.56	0.86	1.12	9.29
19	2041	373	84	0.34	0.43	0.56	0.86	1.12	9.29
20	2042	374	84	0.35	0.44	0.57	0.88	1.14	9.50

BALANCE HÍDRICO

BALANCE HÍDRICO

Año		Población	Qp	Qaforo	Balance Hidrico
Base	2022	342	0.00	0.35	0.35
1	2024	344	0.32	0.35	0.03
2	2025	345	0.32	0.35	0.03
3	2026	347	0.32	0.35	0.03
4	2027	348	0.32	0.35	0.03
5	2028	350	0.32	0.35	0.03
6	2029	352	0.33	0.35	0.03
7	2030	353	0.33	0.35	0.02
8	2031	355	0.33	0.35	0.02
9	2032	356	0.33	0.35	0.02
10	2033	358	0.33	0.35	0.02
11	2034	360	0.33	0.35	0.02
12	2035	361	0.33	0.35	0.02
13	2036	363	0.34	0.35	0.02
14	2037	364	0.34	0.35	0.01
15	2038	366	0.34	0.35	0.01
16	2039	368	0.34	0.35	0.01
17	2040	369	0.34	0.35	0.01
18	2041	371	0.34	0.35	0.01
19	2042	373	0.34	0.35	0.01
20	2043	374	0.35	0.35	0.00



CUADRO GENERAL DE LA DEMANDA

DEMANDA GENERAL DE GAMISPAMPA

CUADRO GENERAL DE DEMANDA			CONEXIÓN DOMICILIARIA VIVIENDAS		CONEXIÓN DOMICILIARIA (LOCALES, I.E y OTROS)			N° TOTAL CONEXIÓN LETRINAS	CONSUMO					Q TOTAL	Qpp	Qmd	Qmh
Año	Población	Viviendas	C/Conexión Letrinas	C/Conexión domiciliaria	I.E. Inicial-Primaria	I.E. Secundaria	Otros		Cobertura	Qp	Qp alumnos	Qp pileta	Qp Otros				
Base	2022	342	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0
1	2024	344	77	77	0	0	0	77	100	0.32	0	0	0	0.32	0.40	0.52	0.80
2	2025	345	78	78	0	0	0	78	100	0.32	0	0	0	0.32	0.40	0.52	0.80
3	2026	347	78	78	0	0	0	78	100	0.32	0	0	0	0.32	0.40	0.52	0.80
4	2027	348	78	78	0	0	0	78	100	0.32	0	0	0	0.32	0.40	0.52	0.80
5	2028	350	79	79	0	0	0	79	100	0.32	0	0	0	0.32	0.40	0.52	0.80
6	2029	352	79	79	0	0	0	79	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
7	2030	353	80	80	0	0	0	80	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
8	2031	355	80	80	0	0	0	80	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
9	2032	356	80	80	0	0	0	80	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
10	2033	358	81	81	0	0	0	81	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
11	2034	360	81	81	0	0	0	81	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
12	2035	361	81	81	0	0	0	81	100	0.33	0	0	0	0.33	0.41	0.54	0.83
13	2036	363	82	82	0	0	0	82	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
14	2037	364	82	82	0	0	0	82	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
15	2038	366	82	82	0	0	0	82	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
16	2039	368	83	83	0	0	0	83	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
17	2040	369	83	83	0	0	0	83	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
18	2041	371	84	84	0	0	0	84	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
19	2042	373	84	84	0	0	0	84	100	0.34	0	0	0	0.34	0.43	0.55	0.85
20	2043	374	84	84	0	0	0	84	100	0.35	0	0	0	0.35	0.44	0.57	0.88

VOLUMEN DE RESERVORIO

CALCULO DE RESERVOIRIO APOYADO

1. DEMANDA A LOS 20 AÑOS

$$Q_p = \frac{\text{Dotacion} \times \text{Poblacion}}{86400} + \text{CONSUMO}_{\text{SERVICIOS}}$$

Dotacion 80 L/hab/dia
Poblacion(2043) 374 Hab.

$$Q_p = 0.35 \text{ L/Seg}$$

$$Q_{PP} = 0.43 \text{ L/Seg}$$

2. VOLUMEN DE REGULACION TOTAL

2.1 Volumen de almacenamiento al año 20

$$V_{\text{almac.}} = Q_{pp} \times 86.4 \times 25\%$$

$$V_{\text{almac.}} = 9.35 \text{ m}^3/\text{dia}$$

2.2 Volumen de Emergencia

$$V_{\text{emerg.}} = V_{\text{almac.}} \times 8\%$$

$$V_{\text{almac.}} = 0.75 \text{ m}^3/\text{dia}$$

2.3 Volumen de Incendio

La poblacion es menor que 10000, volumen de incendio es cero.

$$V_{\text{REG}} = V_{\text{almac.}} + V_{\text{emergencia}} + V_{\text{incendio}}$$

$$V_{\text{reg}} = 11.00 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Asumimos= 15.00 m³

Región geográfica	Consumo doméstico de agua en función al sistema de disposición de excretas utilizado	
	letrinas sin arrastre hidráulico	letrinas con arrastre hidráulico
SIERRA	40-50 lhd	80 lhd
COSTA	50-60 lhd	90 lhd
SELVA	60-70 lhd	100 lhd

LINEA DE CONDUCCIÓN

DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION GOMISPAMPA

A) DISEÑO DE POBLACION GOMISPAMPA

POBLACION ACTUAL	342	Habitantes
PERIODO DE DISEÑO	20	Años
TASA DE CRECIMIENTO	0.47	%
POBLACION FUTURA	374	Habitantes (Metodo Aritmetico)

B) DEMANDA DE AGUA GOMISPAMPA

POBLACION FUTURA	374	Habitantes
DOTACION	80	Lt/Dia/Hab. Fuente: (guia del MEF Saneamiento Basico)
CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL	0.35	lt/seg.
QP + 15% DE PERDIDAS	0.44	lt/seg.
CONSUMO MAXIMO DIARIO	0.57	lt/seg.

C) DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION

Qmd	=	0.57	lt/seg.
CAPTACION		3,455.48	m.s.n.m
RESERVORIO		3,272.52	m.s.n.m
Carga Disponible	=	182.96	m

TRAMO DISEÑO (de -a)	CLASE DE TUBERIA PVC	Longitud Total L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Desnivel de Terreno (m)	Presión residual deseada (m)	Perdida de carga deseada (Hf) (m)	Perdida de carga unitaria (hf) (m)	Diametros Calculados (D) (Pulg)	Diametros seleccionado (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Perdida de carga unitaria hf m/m	Perdida de carga tramo Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Final (m)
				Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m										Inicial (msnm)	Final (msnm)	
1		2	3	4	5		6	7	8	9		10	11	12	13	14	15
CAP01 - CRP-6 N° 01	10	60.00	0.57	3455.48	3404.00	51.48	0	51.48	0.8580	0.6	1	1.13	0.066	3.94	3455.48	3451.54	47.54
CRP-6 N° 01 - CRP-6 N° 02	10	251.65	0.57	3404.00	3351.00	53.00	0	53.00	0.2106	0.8	1	1.13	0.066	16.53	3404.00	3387.47	36.47
CRP-6 N° 02 - RES. 01	10	527.35	0.57	3351.00	3272.52	78.48	0	78.48	0.1488	0.9	1	1.13	0.066	34.65	3351.00	3316.35	43.83

SUMA TOTAL L= 839.00 m.

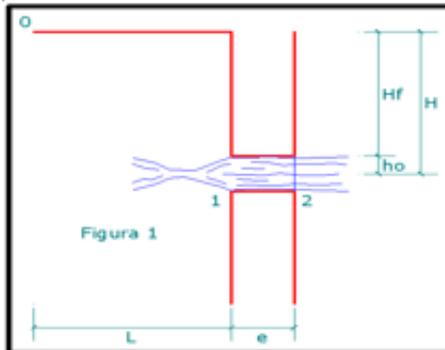
DISEÑO DE CAPTACIÓN

DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA DE CAPTACION

AFORO: 0.35 l/s

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área del orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

1. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L)



Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. En la figura 1 aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1.

$$\frac{P_0}{\gamma} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Considerando los valores de P_0 , V_0 , P_1 y h_1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

- h_0 = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5m)
- V_1 = Velocidad teórica en m/s
- g = Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

Mediante la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2, se tiene:

$$Q_1 = Q_2 \quad C_d \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad \text{Siendo } A_1 = A_2$$

$$V_1 = \frac{V_2}{C_d} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

- V_2 = Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales a 0.6m/s)
- C_d = Coeficiente de descarga en el punto 1 (Se asume 0.8)

Reemplazando el valor de V_1 de la ecuación 2 en la ecuación 1, se tiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(3)$$

Por lo tanto

$$V_2 = \sqrt{\frac{2gh_0}{1.56}}$$

Para un valor asumido:

$$h = 0.40 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Se obtiene una velocidad de pase:

$$V_2 = 2.24 \text{ m/s}$$

Este valor calculado es mayor que la velocidad máxima recomendada de 0.60m/s por lo que se asume para el diseño una velocidad de:

$$V_2 = 0.50 \text{ m/s}$$

DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA DE CAPTACION

AFORO: 0.35 l/s

Mediante la ecuación (3) y la velocidad de 0.5m/s se determina la pérdida de carga en el orificio, resultando.

$$h_o = \boxed{0.020} \text{ m}$$

ho es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de paso. Con el valor de ho se calcula el valor de Hf, mediante la siguiente ecuación:

$$H_f = H - h_o \quad \dots\dots\dots(4) \quad H_f = \boxed{0.38} \text{ m}$$

Hf servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L)

$$H_f = 0.30 \times L \quad L = H_f / 0.30 \quad \dots\dots\dots(5)$$

Por lo tanto:

$$L = \boxed{1.27} \text{ m}$$

2. Ancho de la pantalla (b)

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

2.1. Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)

Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{\max} = V \times A \times C_d \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$Q_{\max} = A C_d \sqrt{2gh} \quad \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

- Q_{max}** = Gasto máximo de la fuente en l/s
- V** = Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor recomendado de 0.60 m/s)
- A** = Area de la tubería (m²)
- C_d** = Coeficiente de descarga (0.60 a 0.80)
- g** = Aceleración gravitacional (9.81m/s²)
- h** = Carga sobre el orificio (m)

Despejando la ecuación (6) el valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{\max}}{C_d \times V} \quad \dots\dots\dots(8)$$

Considerando:

$$Q_{\max} = \boxed{0.35} \text{ l/s}$$
$$V = \boxed{0.50} \text{ m/s}$$
$$C_d = \boxed{0.75}$$

Se tiene: $A = \boxed{\text{#####}}$

El diámetro del orificio será definido mediante:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad \dots\dots\dots(9)$$

Por lo tanto:

$$D = \boxed{3.46} \text{ cm}$$

Equivale:

$$D = \boxed{1 \frac{1}{3}} \text{ pulg}$$

DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA DE CAPTACION

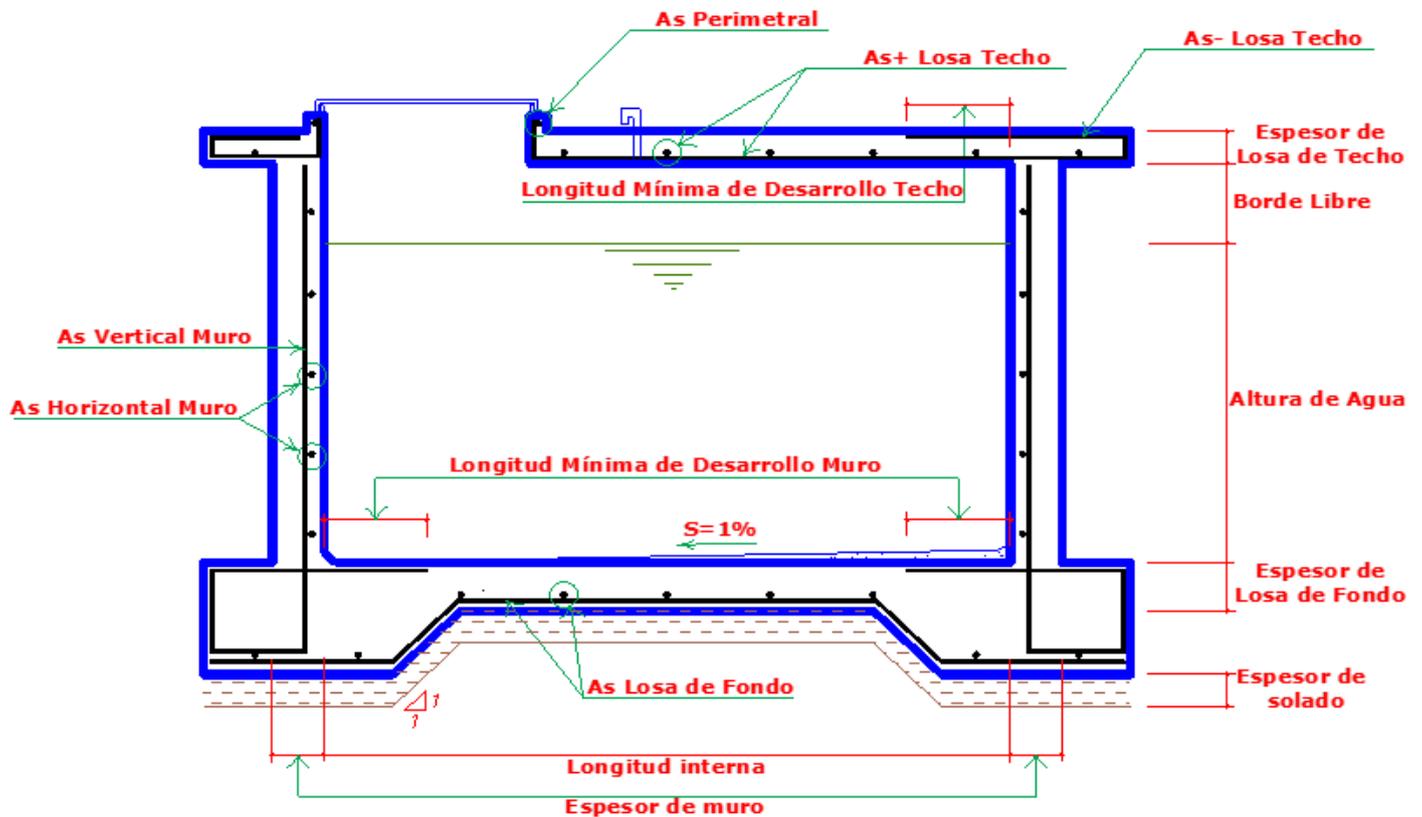
AFORO: 0.35 l/s

Para el diseño asumiremos un diámetro de 1"

$D = 1 \text{ pulg}$

DISEÑO DE RESERVORIO DE 15 M3

DISEÑO DE RESERVORIO RECTANGULAR POR EL METODO DE PORTLAND CEMENT ASSOCIATION



1. DIMENSIONAMIENTO

DESCRIPCION	VALOR
Volumen de Reservoirio (m ³)	15.00
Borde libre adoptado (m)	0.25
Altura de agua sugerida	1.55
Altura de agua adoptada (m)	1.50
Long. Int. Paredes predimensionada:	1.50
Long. Int. Paredes Adoptado (m)	3.20
Relación altura/ancho	0.47
Volumen Resultante (m ³)	15.36

2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

DESCRIPCION	VALOR
Resistencia del Concreto f'c (Kg/cm ²)	210
Resistencia del Acero fy (Kg/cm ²)	4200
Recubrimiento mínimo losa superior (cms)	2
Recubrimiento mínimo losa de fondo (cms)	4
Recubrimiento mínimo muros (cms)	2

3. DISEÑO DE MUROS

DESCRIPCION	REFUERZO VERT.	REFUERZO HORIZ.
Relación Ancho/Altura agua	2.13	2.13
Max. Coef. Absoluto de Momento	0.088	0.062
Máx. Momento Absoluto (Kg-m)	297.00	209.25
<i>Espesor predimensionado (cms)</i>	12.0	10.1
Espesor adoptado (cms)	20	20
Espesor Util d	18	18
fs (Kg/cm ²)	900	900
Relación modular n	9	9
fc (kg/cm ²)	95	95
$k=1(1+fs/(nfc))$	0.487	0.487
$j=1-(k/3)$	0.838	0.838
Area de acero requerido (cm ²)	2.19	1.54
Acero mínimo (cm ²)	4.35	4.35
Acero adoptado (cm²)	4.35	4.35
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	7.4	7.4
Distribución de Acero con 3/8" (cms)	16.3	16.3
Distribución de Acero con 1/2"		29.7
Diámetro adoptado (pulgadas)	1/2	1/2
Distribución As Adoptada (cms)*	20	20
Area de varilla adoptada	1.29	1.29
Long. desarr. básica por área vlla. (cms)	22	22
Long. desarr. básica por diám. vlla. (cms)	32	32
Long. de desarrollo mínima (cms)	30	30
Long. mín de desarrollo adoptada (cms)	30	30

4. DISEÑO DE LOSA DE TECHO

DESCRIPCION	VALOR
Luz de cálculo (m)	3.40
<i>Espesor predimensionado (cm)</i>	9.4
Espesor adoptado (cm)	15
Peso propio losa (Kg/m ²)	360
Carga viva (Kg/m ²)	150
Carga sobre losa (Kg/m ²)	510.00
Momento Actuante Positivo(Kg-m)	212.24
Momento Actuante Negativo(Kg-m)	70.75
R	19.38
Espesor útil	3.3
Esp. útil adoptado diseño (cm) - Chequeo	13
CALCULO DEL As(+)(Abajo)	
Acero positivo requerido (cm ²)	1.33
Acero positivo mínimo (cm ²)	3.14
Acero positivo adoptado (cm²)	3.14
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	10.2
Distribución de Acero con 3/8"	22.6
Distribución de Acero con 1/2"	41.1
Diámetro adoptado (pulgadas)	3/8

Dist. As Adoptada (cms)	20
Area de varilla adoptada	0.71
Long. desarr. básica por área vlla. (cms)	12
Long. desarr. básica por diám. vlla. (cms)	24
Long. de desarrollo mínima (cms)	30
Long. mín de desarrollo adoptada (cms)	30
Long. gancho (cms)	20.90
Long. gancho por diámetro (cms)	7.62
Long. gancho mínima (cms)	15
Long. de gancho adoptada (cms)	30
CALCULO DEL As(-) (Arriba)	
Area de Acero negativo (cm2)	0.44
Acero negativo mínimo (cm2)	3.14
Acero negativo adoptado (cm2)	3.14
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	10.2
Distribución de Acero con 3/8"	22.6
Distribución de Acero con 1/2"	41.1
Diámetro adoptado (pulgadas)	3/8
Dist. As Adoptada (cms)	20
Longitud predimensionada de As(-)* (cms)	23
Longitud adoptada de As(-) (cms)	40

*Medida desde el borde interior de muro al extremo interior de la varilla

5. DISEÑO DE LOSA DE FONDO

DESCRIPCION	VALOR
Luz de cálculo	3.4
Espesor adoptado (cm)	30
Peso propio losa (Kg/m2)	720.00
Peso de Agua (Kg/m2)	1500
Carga sobre losa (Kg/m2)	2220.00
Mom. Empotramiento Extremos (Kg-m)	133.66
Momento al Centro (Kg-m)	90.36
Momento Final de Empotramiento	70.71
Momento Final al Centro	4.64
Espesor necesario (cm)	5.87
Recubrimiento (cm)	4
Espesor total mínimo necesario	9.87
Peralte efectivo de diseño	26.00
Chequeo de Espesor Adoptado	OK
Area de Acero (cm2)	0.36
Acero mínimo (cm2)	6.28
Acero adoptado (cm2)	6.28
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	5.1
Distribución de Acero con 3/8" (cms)	11.3
Distribución de Acero con 1/2" (cms)	20.5
Diámetro adoptado (pulgadas)	1/2
Dist. As Adoptada (cms)	20

6. CHEQUEO POR CORTE

DESCRIPCION	VALOR
MUROS	
Fuerza cortante máxima (Kg)	1125.00
Esfuerzo cortante nominal (Kg/cm ²)	0.71
Esfuerzo permisible nominal máx (Kg/cm ²)	3.50
Chequeo por corte	OK
LOSA SUPERIOR	
Fuerza cortante máxima (Kg)	816.00
Esfuerzo cortante unitario (Kg/cm ²)	0.54
Máx. esf. Cortante unitario permisible	4.20
Chequeo por corte	OK
LOSA INFERIOR	
Carga viva losa techo (Kg/m ²)	150.00
Peso losa techo (Kg/m ²)	360.00
Peso muros (Kg/m ²)	4200.00
Presión agua (Kg/m ²)	1500.00
Peso propio losa fondo (Kg/m ²)	720.00
Carga última (Kg/m ²)	10440.00
Fuerza cortante actuante (Kg)	74984.26
Fuerza cortante resistente (Kg)	166104.71
Chequeo por corte	OK

7. CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO

DESCRIPCION	VALOR
Carga factorizada (Kg/m)	10440.00
Esfuerzo transmitido al suelo (Kg/cm ²)	0.52
Capacidad portante asumida (Kg/cm ²)	1.00
Chequeo capacidad portante	OK

METRADO DE RESERVORIO RECTANGULAR DE 15 M3

DESCRIPCIÓN	METRADO	UNIDAD
<u>MEDIDAS BASICAS</u>		
LONGITUD DE LOSA DE FONDO Y DE TECHO	4.00	m
ALTURA PAREDES	1.75	m
LONGITUD TOTAL DE MUROS	13.60	m
AREA DE LOSA	16.00	m2
<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
ESCAVACIÓN MANUAL	8.00	m3
<u>CONCRETOS</u>		
CONCRETO DE LOSA DE TECHO (f'c=210 Kg/cm2)	2.40	m3
CONCRETO DE MUROS (f'c=210 Kg/cm2)	4.76	m3
CONCRETO DE LOSA DE FONDO (f'c = 210 Kg/cm2)	4.80	m3
CONCRETO DE SOLADO (f'c = 100 Kg/cm2)	1.60	m3
<u>ENCOFRADOS</u>		
ENCOFRADO DE LOSA DE TECHO	16.00	m2
ENCOFRADO DE MUROS	47.60	m2
<u>ACERO</u>		
ACERO DE LOSA DE TECHO		
Diámetro de las varillas	3/8	"
N° de varillas de techo	20	unds.
Longitud de varilla techo	5.70	m.
Longitud total de varillas de techo	228.00	m.
ACERO VERTICAL DE MUROS		
Diámetro de las varillas	1/2	"
N° de varillas verticales	68	unds.
Longitud de varilla vertical	3.05	m.
Longitud total de varillas verticales	207.40	m.
ACERO HORIZONAL DE MUROS		
Diámetro de las varillas	1/2	"
N° de varillas horizontales	9	unds.
Longitud de varilla horizontal	13.60	m.
Longitud total de varillas verticales	122.40	m.
ACERO DE LOSA DE FONDO		
Diámetro de las varillas	1/2	"
N° de varillas de losa de fondo	20	unds.
Longitud de varilla de losa de fondo	4.00	m.
Longitud total de varillas de losa de fondo	160.00	m.
<u>TARRAJEOS</u>		
Tarrajeo de Interiores	32.64	m2
Tarrajeo de Exteriores	30.80	m2
Derrames	19.80	m

DISEÑO DE BIODIGESTOR

DISEÑO DEL BIODIGESTOR

1) PARAMETROS DE DISEÑO

REGION : SIERRA
P : N° DE PERSONAS A SER ATENDIDAS (HAB)
q : CAUDAL DE APOORTE UNITARIO DE AGUAS RESIDUALES (LT/HAB.DIA)
Dot : DOTACION DE AGUA (LT/HAB.DIA)
C : PORCENTAJE DE RETORNO AL ALCANTARILLADO (%)
PR : TIEMPO PROMEDIO DE RETENCION HIDRAULICA (DIAS)

	N° VIVIENDAS	=	1.00	
	DENS. POBLAC.	=	4.44	Hab/Viv
	P	=	4.44	
q = Dot * C	Dot	=	80.00	(Para nuestro caso Region Sierra)
q = 64.00	C	=	80%	

CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES

$$Q = P \times q / 1000 \text{ m}^3/\text{dia} \quad Q = 0.28 \text{ m}^3/\text{dia}$$

* Valor Maximo Permissible es 20 m³/dia

TIEMPO DE RETENCION

El tiempo de retención hidráulico en el tanque séptico mejorado será calculado con la Sgte. Formula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \times \log(P \times q) \quad PR = 0.76 \text{ DIAS}$$

18.33 HORAS

* El Periodo de Retencion Minimo es de 6 horas

2) VOLUMEN DEL TANQUE SEPTICO

2.1 VOLUMEN DE DIGESTION Y ALMACENAMIENTO DE LODOS

* De acuerdo con la norma IS.020, se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos (Vd en m³).

$$Vd = ta * P * N / 1000$$

ta : Taza de acumulacion de Lodos, Litros/Hab.año

* Basado en un requerimiento anual de 70 litros por persona.

$$ta = 70.00$$

N : Intervalo deseado entre operaciones sucesivas de remocion de lodos (años)

* Tiempo de remoción de lodos (mínimo 1 vez al año)

$$N = 1.00$$

$$Vd = 0.31 \text{ m}^3$$

SECCION TRONCO CONICA

DIAMETRO DE FONDO ASUMIDO

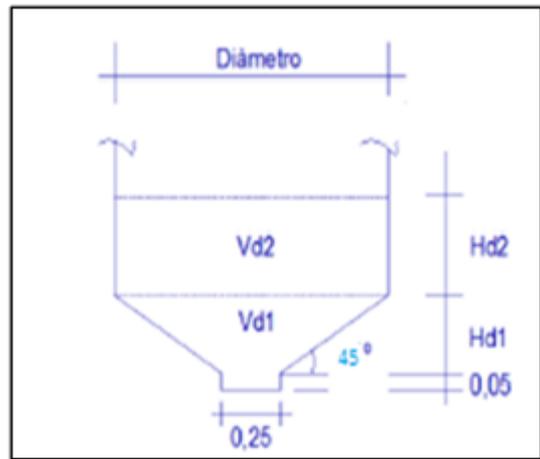
$d = 0.25 \text{ m}$

TALUD : 45°

% DE LODO EN SECCION TRONCO CONICA 25%

$Vd1 = 0.25 * Vd$

$Vd1 = 0.078 \text{ m}^3$



$Vd1 = 3.1416 * Hd1 * ((D/2)^2 + (d/2)^2 + (D/2)*(d/2))/3$

$D = \text{DIAMETRO} = 0.25 + 2 * 1.732 Hd1$

$Vd1 = 0.122 \text{ OK}$

SI $Hd1 = 0.268 \text{ m}$

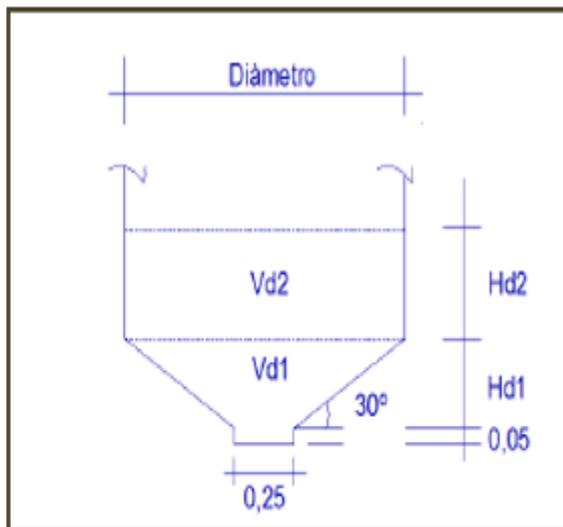
$D = 1.178 > 1.10 \text{ m}$

$Vd2 = Vd - Vd1 \rightarrow Vd2 = 0.19 \text{ m}^3$

$Vd2 = 3.1416 * D^2 / 4 * Hd2 \rightarrow Hd2 = 0.173 \text{ m}$

ALTURA DE DIGESTION Y ALMACENAMIENTO DE LODOS

$Hd = Hd1 + Hd2 \rightarrow Hd = 0.441 \text{ m}$



2.2 VOLUMEN REQUERIDO PARA LA SEDIMENTACION

$Vs = P * q * PR / 1000 \rightarrow Vs = 0.22 \text{ m}^3$

PROFUNDIDAD MINIMA REQUERIDA PARA LA SEDIMENTACION

$Hs = Vs / A$

A : Area superficial del Tanque Septico

$A = 3.1416 * D^2 / 4$

$A = 1.09 \text{ m}^2$

$Hs = 0.199 \text{ m}$

PROFUNDIDAD LIBRE DE LODO

$$H_o = 0.82 - 0.26 \times A$$



$$H_o = 0.54 > 0.3 \text{ m}$$

PROFUNDIDAD DEL ESPACIO LIBRE MINIMO

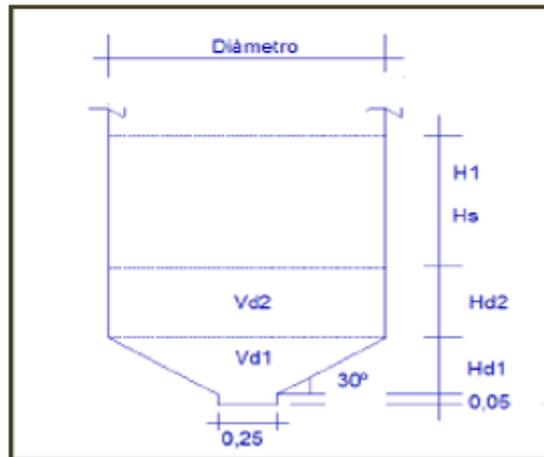
$$H1 = 0.1 + H_o$$

$$H1 = 0.636 \text{ m}$$



Comparando H1 y Hs, se elige el mayor

$$H1 = 0.636 \text{ m}$$



PROFUNDIDAD MAXIMA DE NATAS Y ESPUMAS SUMERGIDAS

$$H_e = 0.70 / A$$

$$H_e = 0.64 \text{ m} \quad \text{Asumimos}$$

$$H_e = 0.70 \text{ m}$$

SALIDA DE AGUAS SERVIDAS FILTRADAS

Para evitar represamientos, el nivel de la tubería de salida del tanque séptico deberá estar situado 0.05 m por debajo de la tubería de entrada.

Se ha considerado $0.07 > 0.05 \text{ m}$

$$\text{Altura operativa} = H_d + H1 + H_e$$

$$\text{Altura Operativa} = 1.777 \text{ m}$$

EXTRACCION DE LODOS

Se hará con la purga sifonada, altura de 0.25M, tubería con diámetro nominal de 3", diámetro hidráulico de 80.1 (NPT ITINTEC 399.002) y un coeficiente de descarga de 0.75

Estas condiciones nos permiten una purga de lodos con velocidad de 1.66 m/s y un caudal de 8.36 l/s. La purga de lodos se hará en forma interminable, hasta recuperar la altura del sifón.

$$V = C \times (2 \times g \times h)^{0.5} \text{ m/s}$$

$$C = 0.75$$

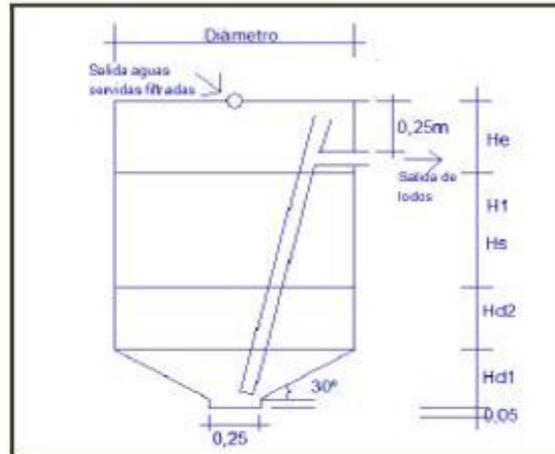
$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 0.25 \text{ m}$$

$$V = 1.66 \text{ m/s}$$

$$Q = V \times A \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1.81$$



CALCULO DE VOLUMEN EFECTIVO

$$V_e = V_s + V_d + V_n$$

$$V_e = 0.53 \text{ m}^3$$

Convirtiendo a litros

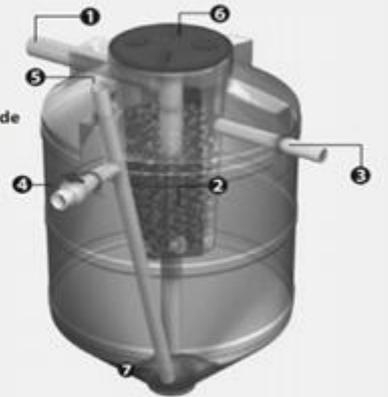
$$V_e = 527.88 \text{ Lts}$$

*** POR LO TANTO, PAREA EL DISEÑO USAR BIODIGESTOR DE CAPACIDAD DE 600 Litros.**

ESQUEMA ILUSTRATIVO DE BIODIGESTOR.

COMPONENTES

- ❶ Entrada de agua
- ❷ Filtro y aros de plástico (pets).
- ❸ Salida de agua tratada al campo de infiltración o pozo de absorción
- ❹ Válvula para extracción de lodos
- ❺ Acceso para limpieza y/o desobstrucción
- ❻ Tapa de cierre hermético
- ❼ Acumulación de lodos.



REDES DE DISTRIBUCIÓN

DISEÑO HIDRAULICO DE REDES DE DISTRIBUCION - CASERIO GOMISPAMPA

Sistema Abierto o Ramificado

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones.
Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal.

1° SECTOR RAYAMBAL CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO HORARIO, UNITARIO Y

SECCIONAMIENTO

Numero de lotes	77	
Numero de hab/lote	4	
Población actual:	342	Habitantes
Tasa de crecimiento:	0.47	Fuente: Censo INEI 1993 - 2007
Tiempo en años	20	años

Poblacion de diseño(Pd) 374 habitantes (Metodo Aritmetico)

Población Futura: 374 habitantes
Dotación: 80 l/hab./dia Fuente: (guia del MEF saneamiento Basico)

A) Caudal Promedio(Qp): $\frac{Pf \times dot.}{86,400} = 0.35$ l/s.

B) Caudal Promedio(Qp), considerando un 25% de perdidas en el sistema:

Qp = 0.44 l/s.

C) Caudal máximo horario(Qmh): 2 Qm= 0.8800 l/s.

Coefficiente de variacion horaria = 2

D) Caudal Unitario (Qunit.) = $\frac{Qmh}{Poblacion\ futura}$ l/s/hab

0.00235 l/s/hab

Identificados los tramos y conocidos los valores del gasto unitario(Q unit.) y los habitantes por tramo, se determinan los valores del gasto por tramo mediante la siguiente relacion:

F) Calculos de los gastos por tramos:

TRAMO (REDES)	N° lotes x tramo	N° hab/lote x tramo	Pob. actual x tramo	Pob. Futura x tramo(hab)	GASTOS x tramo(l/s)
RE 01 - 01	0	4	0	0	0.0000
01-02	1	4	4.44	5	0.0114
02 - CRP 01	2	4	8.88	10	0.0229
CRP01 - 03	5	4	22.2	24	0.0571
03 - 04	2	4	8.88	10	0.0229
02 - 05		4	0	0	0.0000
05 - 06	3	4	13.32	15	0.0343
05 - 07	2	4	8.88	10	0.0229
07 - CRP 02	1	4	4.44	5	0.0114
CRP 02 - 08	2	4	8.88	10	0.0229
08- CPR 03		4	0	0	0.0000
CRP 03-09	2	4	8.88	10	0.0229
09 - 10	1	4	4.44	5	0.0114
10 - CRP7 04	2	4	8.88	10	0.0229
CRP7 04 -11	1	4	4.44	5	0.0114
07 - 12	1	4	4.44	5	0.0114
12 - 13	1	4	4.44	5	0.0114
13 - CRP7 05	1	4	4.44	5	0.0114
CRP7 05 - 15	2	4	8.88	10	0.0229
CRP7 05 - 16	1	4	4.44	5	0.0114
01 - 17		4	0	0	0.0000
17 - CRP7 06	1	4	4.44	5	0.0114
CRP7 06 - 18	1	4	4.44	5	0.0114
18 - 19	2	4	8.88	10	0.0229
19 - 20	4	4	17.76	19	0.0457
20- 21	4	4	17.76	19	0.0457
21 - 22	8	4	35.52	39	0.0914
18 - 23	3	4	13.32	15	0.0343
23 -24	1	4	4.44	5	0.0114
24 - 25	2	4	8.88	10	0.0229
25 - CRP7 07	2	4	8.88	10	0.0229
CRP7 07 - 26	2	4	8.88	10	0.0229
26 - 27	2	4	8.88	10	0.0229
27 - 28	1	4	4.44	5	0.0114
26 - 29	4	4	17.76	19	0.0457
29- 30	1	4	4.44	5	0.0114
30 - 31	1	4	4.44	5	0.0114
17 - 32		4	0	0	0.0000
32 - CRP7 08	1	4	4.44	5	0.0114
CRP7 08- 33		4	0	0	0.0000
33 - 34	3	4	13.32	15	0.0343
34 - 35	2	4	8.88	10	0.0229
35 - 36	2	4	8.88	10	0.0229
TOTAL	77	4	342	374	0.8800

TRAMO (redes)	GASTO (l/s)		L(m)	DIAMET. (pulg.)	VELOC. (m/s)	PERD. DE CARGA		COTA PIEZOMETRICA		COTA DE TERRENO		PRESIONES		CLASE
	TRAMO	DISEÑO	TRAMO			UNIT.	TRAMO	(m.s.n.m.)		(m.s.n.m.)		(m)		TUBERIA PVC
	Qt	Qd	REDES			hf(‰)	HF(m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
	1	2	3			4	5	6	7	8	9	10	11	12
RE 01 - 01	0.000	0.880	100.00	1 1/2	1.27	20.27	2.03	3274.00	3271.97	3272.00	3232.00	2.00	39.97	10
01-02	0.011	0.343	220.30	1	0.68	25.49	5.62	3271.97	3266.36	3232.00	3216.00	39.97	50.36	10
02 - CRP 01	0.023	0.103	20.00	1	0.70	2.75	0.05	3266.36	3266.30	3216.00	3218.00	50.36	48.30	10
CRP01 - 03	0.057	0.080	190.00	1	0.66	1.73	0.33	3218.00	3217.67	3218.00	3167.20	0.00	50.47	10
03 - 04	0.023	0.023	69.00	3/4	0.61	0.69	0.05	3217.67	3217.62	3167.20	3168.00	50.47	49.62	10
02 - 05	0.000	0.229	125.00	1	0.95	12.04	1.50	3266.36	3264.85	3216.00	3218.00	50.36	46.85	10
05 - 06	0.034	0.034	64.30	3/4	0.62	1.46	0.09	3264.85	3254.76	3218.00	3208.00	46.85	46.76	10
05 - 07	0.023	0.194	155.00	1	0.88	8.91	1.38	3264.85	3263.47	3218.00	3220.00	46.85	43.47	10
07 - CRP 02	0.011	0.103	40.00	1	0.70	2.75	0.11	3263.47	3263.36	3220.00	3219.00	43.47	44.36	10
CRP 02 - 08	0.023	0.091	60.07	1	0.68	2.21	0.13	3219.00	3218.87	3219.00	3194.00	0.00	24.87	10
08 - CPR 03	0.000	0.069	100.69	3/4	0.74	5.26	0.53	3218.87	3218.34	3194.00	3168.00	24.87	50.34	10
CRP 03-09	0.023	0.069	200.43	3/4	0.74	5.26	1.05	3168.00	3166.95	3168.00	3120.00	0.00	46.95	10
09 - 10	0.011	0.046	80.91	3/4	0.66	2.49	0.20	3166.95	3166.74	3120.00	3116.60	46.95	50.14	10
10 - CRP7 04	0.023	0.034	60.56	3/4	0.62	1.46	0.09	3166.74	3166.66	3116.60	3116.40	50.14	50.26	10
CRP7 04-11	0.011	0.011	154.81	3/4	0.61	0.19	0.03	3116.40	3116.37	3116.40	3067.00	0.00	49.37	10
07 - 12	0.011	0.069	195.03	1	0.64	1.30	0.25	3263.47	3263.22	3220.00	3228.00	43.47	35.22	10
12 - 13	0.011	0.057	135.15	1	0.61	0.93	0.13	3263.22	3263.09	3228.00	3228.00	35.22	35.09	10
13 - CRP7 05	0.011	0.046	80.23	1	0.66	0.61	0.05	3263.09	3263.04	3228.00	3219.00	35.09	44.04	10
CRP7 05 - 15	0.023	0.023	124.35	3/4	0.61	0.69	0.09	3219.00	3218.91	3219.00	3184.00	0.00	34.91	10
CRP7 05 - 16	0.011	0.011	130.47	3/4	0.62	0.19	0.02	3219.00	3218.98	3219.00	3169.00	0.00	49.98	10
01 - 17	0.000	0.537	20.00	1 1/2	0.97	8.13	0.16	3271.97	3271.81	3232.00	3224.00	39.97	47.81	10
17 - CRP7 06	0.011	0.446	40.56	1 1/2	0.89	5.76	0.23	3271.81	3271.58	3224.00	3221.30	47.81	50.28	10
CRP7 06 - 18	0.011	0.434	60.68	1 1/2	0.88	5.49	0.33	3221.30	3220.97	3221.30	3188.00	0.00	32.97	10
18 - 19	0.023	0.206	70.71	1	0.91	9.91	0.70	3220.97	3220.27	3188.00	3187.00	32.97	33.27	10
19 - 20	0.046	0.183	110.28	1	0.86	7.97	0.88	3220.27	3219.39	3187.00	3169.00	33.27	50.39	10
20- 21	0.046	0.137	80.51	3/4	0.98	18.97	1.53	3219.39	3217.86	3169.00	3168.00	50.39	49.86	10
21 - 22	0.091	0.091	95.12	3/4	0.82	8.96	0.85	3217.86	3217.01	3168.00	3167.00	49.86	50.01	10
18 - 23	0.034	0.217	110.00	1	0.93	10.95	1.20	3220.97	3219.76	3188.00	3182.00	32.97	37.76	10
23 -24	0.011	0.183	40.69	1	0.86	7.97	0.32	3219.76	3219.44	3182.00	3174.00	37.76	45.44	10
24 - 25	0.023	0.171	45.94	1	0.84	7.07	0.32	3219.44	3219.11	3174.00	3174.00	45.44	45.11	10
25 - CRP7 07	0.023	0.149	60.26	1	0.79	5.43	0.33	3219.11	3218.79	3174.00	3168.40	45.11	50.39	10
CRP7 07 - 26	0.023	0.126	60.13	3/4	0.94	16.15	0.97	3168.40	3167.43	3168.40	3152.00	0.00	15.43	10
26 - 27	0.023	0.034	80.71	3/4	0.62	1.46	0.12	3167.43	3167.31	3152.00	3144.00	15.43	23.31	10
27 - 28	0.011	0.011	104.93	3/4	0.61	0.19	0.02	3167.31	3167.29	3144.00	3138.00	23.31	29.29	10
26 - 29	0.046	0.069	80.64	3/4	0.74	5.26	0.42	3167.43	3167.00	3152.00	3150.00	15.43	17.00	10
29- 30	0.011	0.023	70.88	3/4	0.63	0.69	0.05	3167.00	3166.96	3150.00	3142.00	17.00	24.96	10
30 - 31	0.011	0.011	116.37	3/4	0.61	0.19	0.02	3166.96	3166.93	3142.00	3126.00	24.96	40.93	10
17 - 32	0.000	0.091	80.42	1	0.68	2.21	0.18	3271.81	3271.63	3224.00	3221.40	47.81	50.23	10
32 - CRP7 08	0.011	0.091	50.00	1	0.68	2.21	0.11	3271.63	3271.52	3221.40	3228.00	50.23	43.52	10
CRP7 08- 33	0.000	0.080	50.00	3/4	0.78	7.00	0.35	3228.00	3227.65	3228.00	3194.00	0.00	33.65	10
33 - 34	0.034	0.080	60.17	3/4	0.78	7.00	0.42	3227.65	3227.23	3194.00	3178.00	33.65	49.23	10
34 - 35	0.023	0.046	70.59	3/4	0.66	2.49	0.18	3227.23	3227.05	3178.00	3177.00	49.23	50.05	10
35 - 36	0.023	0.023	65.00	3/4	0.67	0.69	0.04	3227.05	3227.01	3177.00	3178.00	50.05	49.01	10

TRAMO (redes)	L(m) TRAMO REDES	DIAMET. (pulg.)
RE 01 - 01	100.00	1 1/2
01-02	220.30	1
02 - CRP 01	20.00	1
03 - 04	69.00	3/4
02 - 05	125.00	1
05 - 06	64.30	3/4
05 - 07	155.00	1
07 - CRP 02	40.00	1
08- CPR 03	100.69	3/4
09 - 10	80.91	3/4
10 - CRP7 04	60.56	3/4
07 - 12	195.03	1
12 - 13	135.15	1
13 - CRP7 05	80.23	1
CRP7 05 - 15	124.35	3/4
CRP7 05 - 16	130.47	3/4
01 - 17	20.00	1 1/2
17 - CRP7 06	40.56	1 1/2
18 - 19	70.71	1
19 - 20	110.28	1
20- 21	80.51	3/4
21 - 22	95.12	3/4
18 - 23	110.00	1
23 -24	40.69	1
24 - 25	45.94	1
25 - CRP7 07	60.26	1
26 - 27	80.71	3/4
27 - 28	104.93	3/4
26 - 29	80.64	3/4
29- 30	70.88	3/4
30 - 31	116.37	3/4
17 - 32	80.42	1
32 - CRP7 08	50.00	1
33 - 34	60.17	3/4
34 - 35	70.59	3/4
35 - 36	65.00	3/4

Diametro	Longitud (m)
1 1/2"	103.00
1"	1539.01
3/4"	1455.20
TOTAL	3097.21

ANEXO 8. PLANOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS DEL CASERIO GOMISPAMPA, DISTRITO SARIN, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, LA LIBERTAD 2022.", cuyo autor es GAMBOA CARRANZA RONALD ANIBAL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES DNI: 18210638 ORCID: 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 30- 11-2022 18:36:29

Código documento Trilce: TRI - 0443907