



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORES:

Ortiz Agurto, Cristina Luz América (ORCID: [0000-0002-3712-6366](https://orcid.org/0000-0002-3712-6366))

Sánchez Rivera, Andrea Elizabeth (ORCID: [0000-0002-3199-5640](https://orcid.org/0000-0002-3199-5640))

DOCENTE:

Ing. Valdiviezo Castillo, Krissia Fátima (ORCID: [0000-0002-0717-6370](https://orcid.org/0000-0002-0717-6370))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

PIURA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Para nuestros padres por su apoyo incondicional en este camino hacia nuestra formación como profesionales, por no dejarnos caer jamás y siempre apoyarnos en este sendero, para cada persona que nos acompañó en este camino para convertirnos en profesionales, y en especial a Dios que siempre nos ha sostenido en los momentos más difíciles de esta lucha diaria.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Jehová, por permitirnos estar con vida, salud y tener sabiduría para cumplir las metas y objetivos trazados a medida que nos vamos formándonos como futuros ingenieros civiles, y un agradecimiento especial a nuestros padres y familiares en general por la motivación para seguir adelante a pesar de las dificultades que se nos puedan presentar en el camino.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	14
3.6. Métodos de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Dotaciones de agua de una vivienda multifamiliar	7
Tabla N°2: Cantidad de agua utilizada en Nvo. Horizonte	22
Tabla N°3: Datos recolectados en las encuestas	23
Tabla N°4: Dotación y capacidad de cochera y áreas verdes	24
Tabla N°5: Datos Recolectados	25
Tabla N°6: Porcentaje de ahorro Hídrico	26
Tabla N°7: Parámetros del suelo en la zona de estudio	28
Tabla N°8: Cantidad de consumo en lavamos	29
Tabla N°9: Cantidad de consumo en duchas	29
Tabla N°10: Cantidad de consumo de lavandería	29
Tabla N°11: Cantidad de consumo de la lavadora	30
Tabla N°12: unidad de descarga	30
Tabla N°13: unidad de descarga	31
Tabla N°14: Diámetro de montante	32
Tabla N°15: Anexo 1 RNE I.S 010	34
Tabla N°16: unidad de gasto	34
Tabla N°17: Anexo 3 RNE I.S 010	35
Tabla N°18: Anexo 5 RNE I.S 010	36
Tabla N°19: Cálculo de pérdida de carga en el tramo A-B	37
Tabla N°20: Cálculo de pérdida de carga en el tramo C-D	38
Tabla N°21: Cálculo de pérdida de carga en el tramo E-F	38
Tabla N°22: Cálculo de pérdida de carga en el tramo G-H	39
Tabla N°23: Cálculo de pérdida de carga en el tramo I-J	39
Tabla N°24: Cálculo de pérdida de carga en el tramo K-L	40
Tabla N°25: Cálculo de pérdida de carga en el tramo M-N	40
Tabla N°26: Cálculo de pérdida de carga en el tramo Ñ-O	41
Tabla N°27: Cálculo de pérdida de carga en el tramo P-Q	41
Tabla N°28: Cálculo de pérdida de carga en el tramo R-S	42
Tabla N°29: Cálculo de pérdida de carga en el tramo T-U	42
Tabla N°30: Cálculo de pérdida de carga en el tramo V-W	43
Tabla N°31: Cálculo de pérdida de carga en el tramo X-Y	43
Tabla N°32: Cálculo de pérdida de carga en el tramo A´-B´	44

Tabla N°33: Cálculo de pérdida de carga en el tramo C'-D'	44
Tabla N°34: Cálculo de pérdida de carga en el tramo E'-F'	45
Tabla N°35: Cálculo de pérdida de carga en el tramo G'-H'	45
Tabla N°36: Cálculo de pérdida de carga en el tramo I'-J'	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura N°1: Escasez de agua en la actualidad	5
Figura N°2: Vivienda Multifamiliar	6
Figura N°3: Condiciones para autorizar el reusó de aguas residuales tratadas	7
Figura N°4: Trampa para sólidos	9
Figura N°5: Filtro percolador anaerobio	9
Figura N°6: Tratamiento aerobio	10
Figura N°7: Módulo de perfeccionamiento de agua	10
Figura N°8: planta de tratamiento de agua residuales	10
Figura N°9: Red de distribución de agua tratada en una vivienda multifamiliar	11
Figura N°10: Foto satelital de zona de estudio	17
Figura N°11: Plano de distribución del primer nivel	18
Figura N°12: Plano de distribución del segundo y tercer nivel	18
Gráfico N°1:Resultado de encuesta	19
Gráfico N°2:Resultado de encuesta	20
Gráfico N°3: Resultado de encuesta	20
Figura N°13: esquema de PTAR	32
Figura N°14: Plano de agua residual del sistema de PTAR	47
Figura N°15: Plano de agua tratada del sistema de PTAR	48
Figura N°16: Plano de agua tratada del sistema de PTAR	48
Figura N°17: Plano de agua tratada del sistema de PTAR	49
Figura N°18: Plano de agua tratada del sistema de PTAR	49
Figura N°19: isométrico del sistema de PTAR	50

RESUMEN

El presente proyecto de investigación lo iniciamos con ideales de concientizar a la población, sobre las mejoras de la calidad de vida y sobre el cuidado del recurso principal como lo es el agua para cada ser humano. Investigamos cómo disminuir el desperdicio de las aguas residuales en los alrededores habitacionales del sector Nuevo Horizonte Nuevo Sullana en la provincia de Sullana.

Es por ello que se tuvo como objetivo general “Realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”, cuyas aguas son generadas de las duchas, lavamanos y lavandería; por las cuales nos servirán para abastecer el tanque del inodoro, para limpieza del hogar, lavadora y también pueda ser empleada en los jardines.

En este sentido nuestra investigación pertenece a un enfoque cuantitativo, del diseño experimental correspondiente a un alcance de estudio descriptivo, y el estudio de esta investigación fue del tipo aplicada.

Palabras Claves: Reutilización, Aguas residuales, Diseño de Sistema de tratamiento, Vivienda multifamiliar.

ABSTRACT

We started this research project with the ideals of raising awareness in the population, about improving the quality of life and about caring for the main resource such as water for each human being. We investigate how to reduce wastewater waste in the residential surroundings of the Nuevo Horizonte Nuevo Sullana sector in the province of Sullana.

That is why the general objective was "To design a system for the treatment and reuse of wastewater for domestic use in a multi-family home in the province of Sullana-Piura, 2021", whose waters are generated from showers, sinks and laundry; For which they will serve us to supply the toilet tank, for household cleaning, washing machine and it can also be used in the gardens.

In this sense, our research belongs to a quantitative approach, of the experimental design corresponding to a descriptive scope of study, and the study of this research was of the applied type.

Keywords: Reuse, Wastewater, Treatment System Design, Multifamily Housing.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad estamos enfrentándonos a una pandemia y el acceso al agua potable es un servicio indispensable para contrarrestar esta, debido a que lavarse las manos es una de las herramientas más eficientes para minimizar contagios. En este sentido (Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019) indica que más de 2.000 millones de personas viven en países que están padeciendo una gran escasez del recurso hídrico, y hay un aproximado de 4.000 millones de personas sufren una fuerte escasez del recurso hídrico en periodo al menos de un mes al año. La situación del problema de escasez va a seguir creciendo a medida que aumente la demanda de agua.

Este problema ocurre debido a que el 70% de las aguas residuales no pasan por un tratamiento previo, y esto hace que sea difícil lograr el ciclo del agua (Larios Fernando 2015).

Y pues generalmente en Piura como en otras ciudades, la cantidad de aguas residuales procedentes de las actividades domésticas son llevadas a través de los sistemas de alcantarillado de la ciudad hacia diversos puntos de recepción públicos como privados y es allí donde se realizan diferentes procesos de tratamiento antes de su disposición final (Ramos Ivan 2011).

Sin embargo, en la ciudad de Sullana todas las sustancias las cuales muchas veces están con bacterias y también las aguas residuales van directamente a la red de alcantarillado doméstico a red pública, sin un previo tratamiento y provocando que los ciudadanos y usuarios estén en grave peligro debido a que finalmente terminan en las aguas del río Chira (Nizama María 2015).

Por ello se hizo referencia a la reutilización de aguas residuales, estas tienen un rol importante en la Gestión del Ciclo Integral del Agua ya sea en un corto periodo tal y como lo indican en los países avanzados que proponen de forma sería el impacto económico y ambiental del recurso hídrico (Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios 2016)

Además cabe mencionar que según la (Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios 2016) "Existen algunas forma de usar el agua

diariamente las cuales no exigen de un buena calidad de agua como la potable y es ahí donde las aguas residuales procedentes de duchas y lavamanos, tratadas apropiadamente, son una opción eficaz y adecuada para diferentes usos, entre las principalmente están: el uso para la cisterna del inodoro, riego de áreas verdes, limpieza doméstica e industrial, etc.”

Debido a lo anteriormente mencionado se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cómo realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura? Así mismo se presentó los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles son características del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura?, ¿Qué procedimientos técnicos son utilizados para realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura? y ¿Qué ventajas económicas y ambientales trae consigo re00alizar un diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura?.

Siguiendo con el trabajo de investigación se tuvo: la **justificación teórica** del presente trabajo surgió debido a la demanda del uso del recurso hídrico, ya que este es indispensable no solo para el riego de cultivo, sino que además para uso doméstico, sin embargo, muchas viviendas en la provincia de Sullana tanto alrededor del Perú y todo el mundo no tienen accesibilidad al agua potable, de modo que esto puede tener como resultado conflictos sociales, económicos y ambientales. Sumando a esto, la escasez del agua ha resultado que no contribuye a contrarrestar la pandemia que nos encontramos enfrentándonos, es por ello es que vimos la necesidad de diseñar un sistema para una vivienda multifamiliar como alternativa de solución frente a este problema. **La justificación práctica** se sostuvo en el planteamiento del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana- Piura que aporte favorablemente para así optimizar la calidad de vida de las personas y disminuir enfermedades. **La justificación metodológica** de la

presente investigación es científica, se sustentó con la validez de especialistas en el tema, así mismo se usaron técnicas cualitativas para el proceso de recolección de información y de la revisión sistemática para el proceso de abstracción de la misma.

Por ello el objetivo general de esta investigación fue “Realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”, y los objetivos específicos fueron: “Determinar las ventajas ambientales y económicas del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”, “Determinar las características del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021” y “Determinar los procedimientos técnicos utilizados en el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”.

Después de haber visto los desafíos que la humanidad se encuentra enfrentando debido a la escasez hídrica se tomó en cuenta alternativas que existen para el tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en Piura- Sullana. Entre las opciones de tratamiento que existen se encuentran las físico-químicas, biológicas e inclusive hay la posibilidad de reutilizar de forma directa, utilizar filtros e implementar sistemas sencillos y de costo mínimos. Por ello se planteó la siguiente hipótesis general: “Es posible que al realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura ayudará a conocer más del tema, de esta manera sea tomado en cuenta y se realice continuamente al diseñar y construir edificaciones para una mejor calidad de vida”.

y así mismo se plantearon las siguientes hipótesis específicas: “Es posible que para realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura contribuirá a reducir la escasez del recurso hídrico y mejorará la calidad ambiental y además este reduce costos debido al ahorro del recurso hídrico lo cual se

considera una ventaja económica” y “Es posible que para realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura se pueda conocer las características principales de este” “Es posible que al realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura tanque de almacenamiento de agua residual, planta de tratamiento de agua residuales, tanque de almacenamiento de agua tratada y redes de distribución (tuberías montante y tubería de impulsión) cuentan como alternativa para el procedimiento técnico”.

II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de garantizar calidad en la prestación de servicios de agua a nivel mundial, se han definido parámetros, estándares de integridad a favor de los recursos naturales, como el agua. (CASTELLANOS y GARCÍA, 2015)

Debido actualmente la escasez de agua en el mundo es un problema que se puede ver tanto en los entornos locales, nacionales e internacionales. (RECURSOS HÍDRICOS 2019).



Figura N°1: Escasez de agua en la actualidad

Fuente: propia

El presente trabajo de investigación tiene antecedentes de universidades a nivel internacional, Nacional y local, a continuación se hace mención a unas de las investigaciones usadas en el presente estudio, como antecedente Internacional el cual tenemos en Chile, a Machado Rivas Marcia que propuso “AQUA, Sistema de Reutilización de agua para las diferentes construcciones con red de agua potable y alcantarillado” en esta investigación ella nos dice que AQUA es un sistema de consumo eficiente del recurso agua para viviendas y todo tipo de construcciones con agua potable y alcantarillado el cual conecta el lavamanos con el inodoro permitiendo reutilizar las aguas del lavamanos previo filtrado en el inodoro, lo cual puede ahorrar hasta un 30 % del gasto por este (Machado Rivas Marcia 2019).

Así mismo, se tiene el Antecedente Nacional: En Tacna el Ing. Paolo Jesús Loza Delgado de la Universidad Privada de Tacna propuso “Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017” el Ingeniero

Propuso poner en práctica un sistema de reutilización de aguas grises en una edificación, donde el agua de las duchas, lavamanos y de la lavadora puedan abastecer la cisterna del retrete, para el aseo del hogar y también se pueda emplear para un sistema de riego en los jardines (Loza Delgado, Paolo 2017).

Y por último se tiene el antecedente local: En Piura los jóvenes Saba Zapata, Pedro Emilio y Trelles Duque, José Antonio en el 2020 presentaron “Diseño del sistema de reciclado de aguas grises en los conjuntos habitacionales del distrito 26 de octubre, Piura – 2020”, en este proyecto se buscó reducir el residuo de las aguas grises en los conjuntos habitacionales. En el cual su objetivo general era llevar a cabo el diseño del sistema de reciclado de aguas grises en el bloque 3C, de Los Parques de Piura, reutilizando las aguas grises que producen las viviendas que se originan por duchas, lavamanos, lavandería; las cuales sirve para suministrar el tanque del retrete, para limpiado de pisos y sea usada para el riego de los espacios ajardinados de dicho lugar (Saba Pedro y Trelles José 2020).

Como es evidente según la (NORMA A.020) una vivienda multifamiliar se define así cuando se habla de dos o más viviendas en una sola edificación y donde el terreno es de propiedad común.

Estas viviendas multifamiliares como lo indica la tabla de dotaciones de la (NORMA OS.100) deberán contar con una dotación de agua determinada por departamentos y por número de dormitorios.

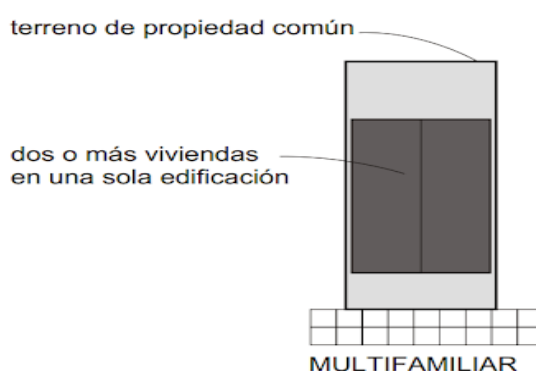


Figura N°2: Vivienda Multifamiliar

Fuente: RNE Norma A.0.20

Números de dormitorios por departamento	Dotación por departamento L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

Tabla N°1: Dotaciones de agua de una vivienda multifamiliar

Fuente: RNE Norma O.S.100

Las normas aplicables para reutilizar las aguas residuales a nivel domiciliario en el Perú son limitadas, una de ellas es la (LEY N° 29338) de Recursos Hídricos en su artículo 82° específicamente habla acerca de cómo reutilizar el agua residual, así también aperturaron los del ANA en el año 2009 una norma sobre la disposición para implementar el otorgamiento de autorizaciones del reúso de agua residual tratada (DIGESA, 2011).

Es necesario recalcar que cuando hablamos del agua para consumo humano nos referimos al agua que sirve para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluso la higiene personal (DIGESA, 2011).



Figura N°3: Condiciones para autorizar el reúso de aguas residuales tratadas

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, Artículo 13°

Por todo esto se hace mención a las aguas residuales que según la (NORMA OS 0.90), es la que será usada por la comunidad que contiene materiales orgánicos e inorgánicos disueltos, por esto el tratamiento de las aguas residuales tienen como objetivo mejorar su calidad para cumplir con las normas de reutilización.

Además de contar con una guía técnica internacional la cual es la Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios donde encontramos cálculo donde se indica en qué tipos de necesidades y demanda estimada del agua tratada, además de cuál sería la producción estimada de agua residual tratada según la aplicación que se le va a dar (Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios 2016).

Por otro lado, económicamente el objetivo principal de la reutilización de agua residual en diferentes tipos de edificaciones es reducir la necesidad del agua potable en al menos un 50%, para la descarga de aparatos sanitarios y el riego de jardines, y a su vez un costo reducido (EPA 2015).

Cabe recalcar que cuando se trata de costos que se requiere para instalación del sistema de tratamiento es más provechoso aplicar el sistema en toda la vivienda multifamiliar para minimizar costos y así sea factible; en lo referente a el mantenimiento que se realiza cada mes, es más cómodo que el costo de SEDAPAL (VALERA 2017).

Desde el punto de vista ambiental, según (EPA 2015), las ventajas ambientales que trae consigo realizar un diseño de tratamiento y reutilización de agua residuales son: El uso de agua residual permite la liberación de volúmenes de agua incrementando los flujos vitales para los ecosistemas; la creación o mantenimiento de hábitat en ríos y humedales; y reducir la contaminación.

Por otro parte, la implementación de una planta de tratamiento y reutilización de aguas residuales beneficia ya que da solución al problema hídrico en las instalaciones aportando así con el medio ambiente y cubre la demanda por descarga de los aparatos sanitarios de las viviendas, lo cual genera un ahorro económico del 67% al año aproximadamente (ESPINOZA 2018).

Mientras tanto las alternativas que encontramos como procedimientos técnicos para el tratamiento de aguas residuales para el uso doméstico, el agua de duchas, de lavamanos, de la lavandería va hacia un tanque de almacenamiento de agua residual para posteriormente ser tratada.

En la cual el proceso inicia desde la trampa de sólidos que es una alternativa ideal para el sector de alimentos, ya que este atraparía los desechos arrojados en el suelo. (Warren Group 2019).



Figura N°4: Trampa para sólidos

Fuente: SYNERTECH Water Technologies

Tenemos el filtro percolador anaerobio en este las aguas residuales pre tratadas se rosean sobre el filtro, iniciando así en contacto con las bacterias que destruyen la contaminación. (ROTOTEC 2019)



Figura N°5: Filtro percolador anaerobio

Fuente: SYNERTECH Water Technologies

Luego tenemos el tratamiento aerobio, en este paso se estabilizan los desechos orgánicos por acción de microorganismos en presencia de oxígeno (NORMA OS 0.90 2015).



Figura N°6: Tratamiento aerobio

Fuente: SYNERTECH Water Technologies

Posteriormente va hacia la cámara de decantación secundaria donde circula a través de un panel lamelar, finalmente pasa a la cámara de bombeo y estabilización donde es bombeada hasta el módulo de perfeccionamiento de agua donde terminará su tratamiento. El agua ya tratada estaría en un tanque de almacenamiento que es necesario para cumplir con una gran variedad de aplicaciones exigentes el cual posteriormente será para reutilizar el agua tratada para el uso de lavaderos, lavadoras y agua para el inodoro (Pérez Luis Roberti 2020).

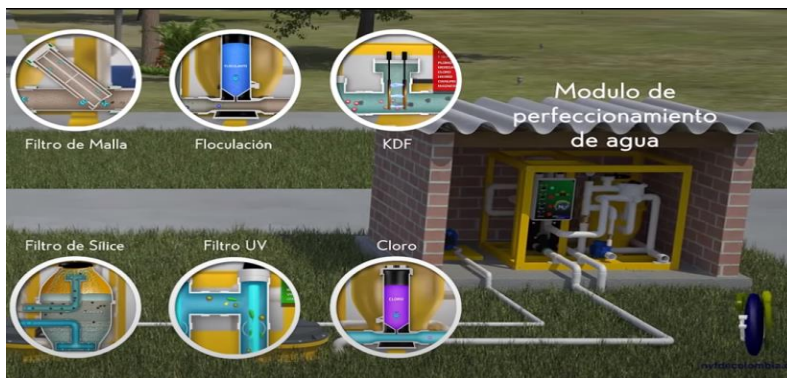


Figura N°7: módulo de perfeccionamiento de agua

Fuente: SYNERTECH Water Technologies

Todo proyecto que tenga relación con aguas residuales tiene dentro de su sistema la instalación y funcionamiento de una Planta de Tratamiento (PTAR), la cual tiene como función depurar las aguas residuales con el objetivo de recoger las aguas de una vivienda y así eliminar las sustancias contaminadas de esta para, posteriormente, ser reutilizada en el edificio (Chavez Edward y Mayhua Christian 2019).



Figura N°8: planta de tratamiento de agua residuales

Fuente: SSWM, publicado por Luis Roberti Pérez

Por otra parte, para realizar la distribución de agua residuales se toman en cuenta estudios básicos o disposiciones específicas para diseños como estudios de mecánica de suelo donde se contemplan el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características (NORMA OS 0.70 2015). Las características de las PTAR varían en relación al tipo de aguas que ingresan para su tratamiento correspondiente, cantidad de caudal y ubicación geográfica (CHÁVEZ EDWARD Y MAYHUA CHRISTIAN 2019).

Y para el cálculo se toma en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (NORMA I.S. 010), para calcular el número total de Unidades de Descarga, determinar el diámetro de la tubería de impulsión y succión.



Figura N°9: red de distribución de agua tratada en una vivienda multifamiliar

Fuente: ANDERSON ARCINIEG

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La tesis presentada fue diseñada en base a los parámetros siguientes:

El enfoque de investigación fue de enfoque cuantitativo porque buscó una explicación de la realidad social desde una perspectiva externa y objetiva. Su propósito fue encontrar la precisión de los indicadores sociales o indicadores para generalizar los resultados a una gran población o situación. Básicamente, funcionaron con datos cuantificables (Galeano 2016).

Además, cabe resaltar que es cuantitativo debido a que nuestra hipótesis fue demostrada cuando se realizó el diseño en AutoCAD de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar.

Por otra parte, el tipo de estudio aplicada: para (Lozada José 2015), ya que buscó la generación de conocimiento aplicando directamente a las problemáticas de la sociedad. Esta investigación se centró en el proceso de relacionar la teoría y los productos basados en hallazgos técnicos de la investigación básica.

Así mismo, el tipo de estudio de esta investigación fue aplicada, ya que se puso en práctica los conocimientos que se van adquiriendo por medio de las investigaciones, por ende, se usó la tecnología para la recopilación de datos sistemáticos, encuestas, estudios de mecánica de suelos y como resultado de esto se realizó el diseño en AutoCAD de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar y así se obtuvieron resultados que den por acertada esta investigación.

El alcance de investigación: Para (Ruiz Carlos 2010), fue descriptiva porque buscó identificar las características, atributos y propiedades clave de todos los fenómenos que se analizaron y así se explicó las tendencias en la población del grupo.

En tal sentido se consideró el alcance de esta Investigación descriptiva, puesto que tiene como propósito describir si un sistema de tratamiento de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar es una muy buena alternativa sostenible para reducir el consumo de agua potable y al mismo tiempo una solución frente a la problemática de la escasez del recurso hídrico.

El diseño de investigación: Según (Federación Científica Europea 2019), fue de tipo experimental ya que consistió en una serie de actividades sistemáticas y técnicas que se llevan a cabo para recopilar la información y los datos necesarios sobre el tema de la investigación y el problema a resolver.

En tal sentido se consideró el diseño de esta Investigación experimental del tipo experimental puro, ya que intentan establecer una relación de causa-efecto. Más detallado se buscó estudiar como una variable independiente (causa) cambia una variable dependiente (efecto) (Gustavo Ramon 2017).

En este caso las variables independientes que son tratamiento de aguas residuales y reutilización de aguas residuales modificaron a la variable dependiente que fue una vivienda multifamiliar.

3.2. Variables y operacionalización

El presente proyecto de investigación tuvo como variable independiente uno al tratamiento de aguas residuales y como variable dos a la reutilización de aguas residuales y como variable dependiente tiene una vivienda multifamiliar.

Las variables de Investigación Independiente y Dependiente se operacionalizan tal y como se muestran en el Anexo 2.

3.3. Población, muestra y muestreo

Para (López Luis 2015) la población es un grupo de personas y cosas que se necesita saber en una indagación, en nuestro campo pueden ser artículos, editoriales, libros, videos y por supuesto personas.

Para la presente Tesis, la población estuvo conformada por el conjunto de viviendas de la Nuevo Horizonte Nuevo Sullana en la provincia de Sullana- Piura, las cuales fueron 100 viviendas.

Para (López Luis 2015) la muestra fue el subconjunto o parte de la población para la que se realiza un análisis. El proceso para obtener la cantidad de un componente en la muestra se llama ecuación. La muestra es una parte típica de la población.

La muestra para el presente proyecto de investigación fue seleccionada teniendo en cuenta el problema actual el cual es la escasez del agua potable en las viviendas del Nuevo Horizonte Nuevo Sullana en la provincia de Sullana- Piura, por lo tanto,

se tomó como parte de estudio realizando una encuesta al 10% de la población, las cuales fueron 10 viviendas de dicho lugar.

Como unidad de análisis se tomó una vivienda la cual es de 164 m².

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se usaron en la presente investigación es la recolección tesis, libros, reglamentos nacionales e internacionales, y se tuvo en cuenta que las fuentes sean evaluadas, recomendadas y aprobadas por especialistas, de modo que fueron confiables en comparación a una investigación convencional (Anexo 4)

Por otra parte, además se utilizó la técnica de la encuesta, la observación y se ha recolectó información a través de un cuestionario y una ficha de observación los cuales fueron los instrumentos, (anexo 5).

3.5. Procedimientos

Para la recolección de las fuentes, se hizo una búsqueda de tesis, libros, reglamentos nacionales e internacionales y guías técnicas con la finalidad de obtener la mayor información directa con el tema de estudio, además esto se consultó con un especialista en el tema.

Cabe recalcar que para facilitar la búsqueda se utilizó diferentes herramientas, como son los filtros, los cuales clasificaron los documentos, para esto también se tomó en cuenta que por lo menos el 70% del total de los trabajos fueron de los últimos 7 años. Es necesario resaltar que, debido a que se utilizó por lo menos el 40% de tesis en inglés, se buscó la manera de facilitar el proceso de análisis de dichos documentos, utilizando en primera instancia traductores recomendados los cuales nos permitieron traducir los archivos de manera correcta.

Se analizó la información obtenida y después se obtuvieron datos puntuales como el autor, año, aportes principales, resumen, indexado y el enfoque empleado, todo ello separado correctamente por categorías e indicadores del trabajo de investigación y se colocó todo en un cuadro el cual fue anexado, destacando que esta estrategia que permitió conocer aquellas tesis más beneficiosas para la investigación.

Por otro lado, el cuestionario se aplicó a los vecinos del sector del Nuevo Horizonte Nuevo Sullana en la provincia de Sullana- Piura para obtener opiniones que aporten significativamente al trabajo de investigación, se encuestó a 100 viviendas, las preguntas que se presentó en la encuesta estuvieron relacionadas a las variables del proyecto de investigación.

3.6. Métodos de análisis de datos

El análisis de los datos, estuvo relacionado con las variables de estudio, definición y además con los siguientes métodos.

Los ensayos de mecánica de suelos, ayudaron a medir y recolectar datos a través de fichas técnicas, este estudio nos permitió elaborar los planos para el área de investigación.

Por otro lado, se aplicó una encuesta de satisfacción y una observación, por medio de un cuestionario y por consiguiente una ficha de observación, el cual se aplicó al sector de la urbanización nuevo horizonte y conocer sus opiniones acerca de este tipo de sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales, también a través de estas se conoció la demanda de agua que requieren y la cantidad de agua que se puede reutilizar, y con la ficha de observación se pudo verificar algunas características.

Por otra parte, se realizó una comparación presupuestal de la inversión inicial y el ahorro de costos en un cierto periodo de tiempo y se vio si este sistema es económicamente factible para la población.

Por consiguiente, se hizo una evaluación de confiabilidad y validez por juicio de expertos y preparación de resultados, teniendo como referencias las Norma Técnicas OS.030, OS.070, OS.090, OS.100, I.S. 020, las cuales comprende el reglamento nacional de edificaciones y Norma Digesa que están incluidas en el reglamento de calidad de agua residuales, además de una Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios.

Como resultado después de lo anteriormente mencionado se realizó el diseño del área en investigación.

3.7. Aspectos éticos

Al investigar vemos que se asumió el compromiso de evidenciar los principios éticos que requiere una investigación, tales como: respeto hacia las personas y medio ambiente, justicia y beneficios.

Se planteó una intervención que conduzca en las condiciones de calidad de vida, bienestar social y ambiental de la población que se pueda obtener conocimiento que aporte nuevas oportunidades.

Verificando todo tipo de fuentes, sin omitir el autor y dar los créditos por medio de las referencias, de tal forma que se pudo registrar y citar autores que van a consultar cuyas ideas textuales van hacer citadas, tarea que se realizó con respeto, y de la mano de reglas internacionales para la redacción de trabajos de investigación (ISO).

IV. RESULTADOS

Para el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para uso doméstico.

En lo cual como unidad de análisis se tomó en cuenta una vivienda que se encuentra ubicada en la Urbanización Nuevo Horizonte, Sector "B" Mz H1- lote 15 Provincia de Sullana, Departamento de Piura y tiene un área de 164 m².

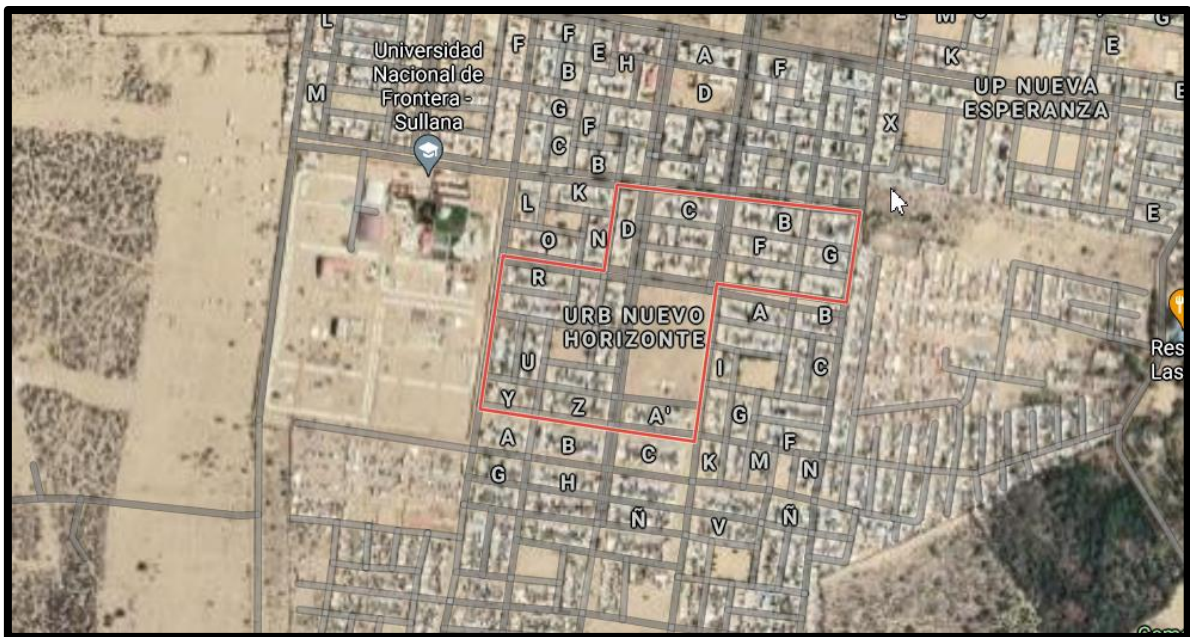


Figura N°10: Foto satelital de la zona de estudio

Fuente: Google Earth

Como modelo de departamento en la vivienda multifamiliar se planteó uno que pueda satisfacer las necesidades para familias de 3 a 4 integrantes en la cual estará distribuida de la siguiente manera:

- 01 sala
- 01 cocina
- 01 dormitorio principal con baño
- 01 dormitorio secundario
- 01 baño para visitas

01 lavandería

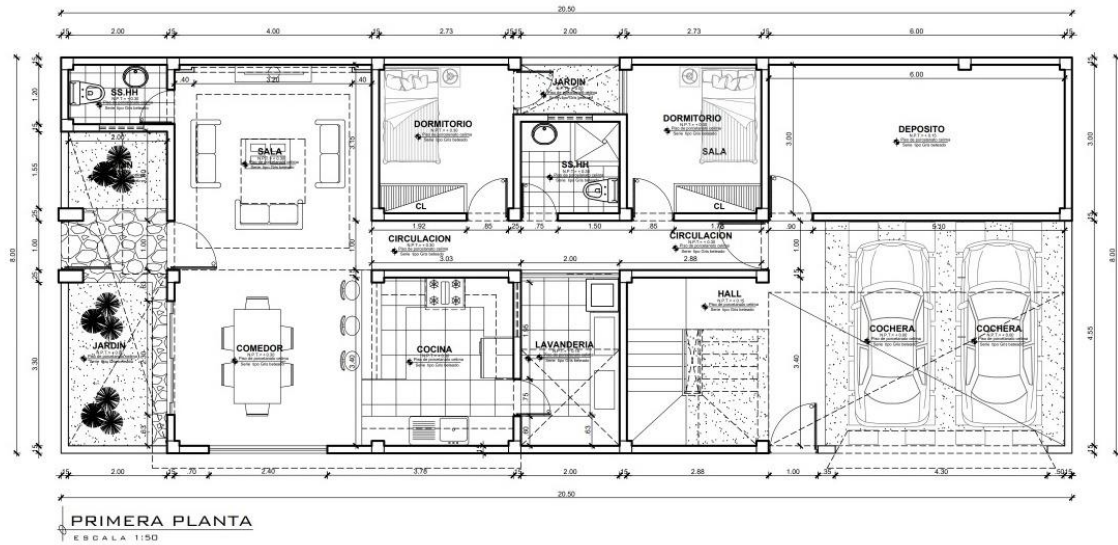
01 estacionamiento para dos autos (con las áreas mínimas)

El 30% del área total, destinada a área libre (segundo y tercer nivel)

El 30% del área libre, destinada a área verde (primer nivel)

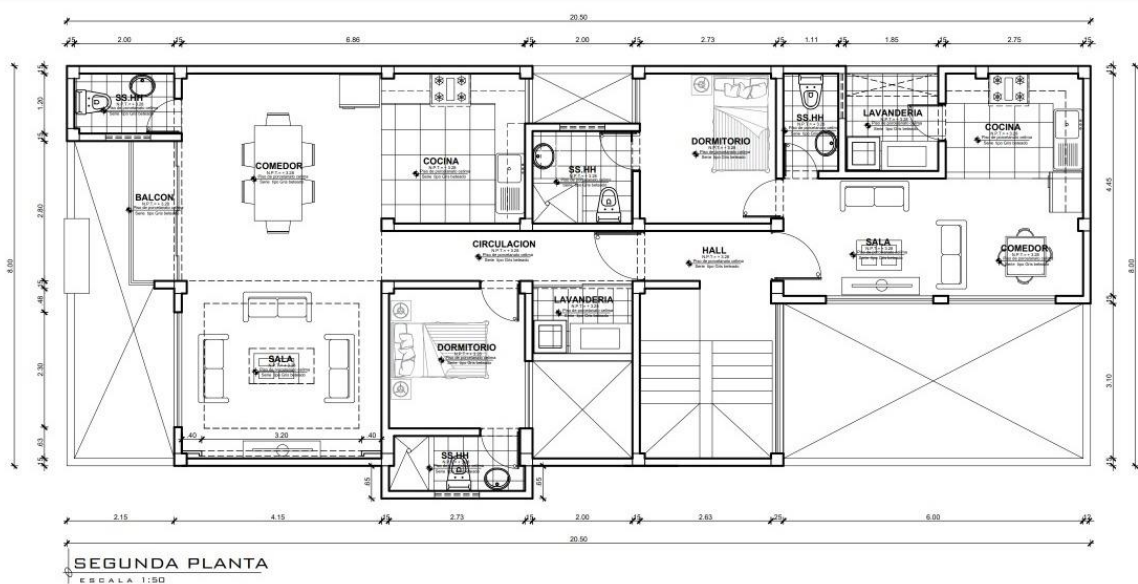
Deposito (cuarto de máquinas para el sistema de la PTAR)

Figura N°11: plano de distribución de ambientes del primer nivel de la vivienda a diseñar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: plano de distribución de ambientes del segundo y tercer nivel de la vivienda a diseñar.



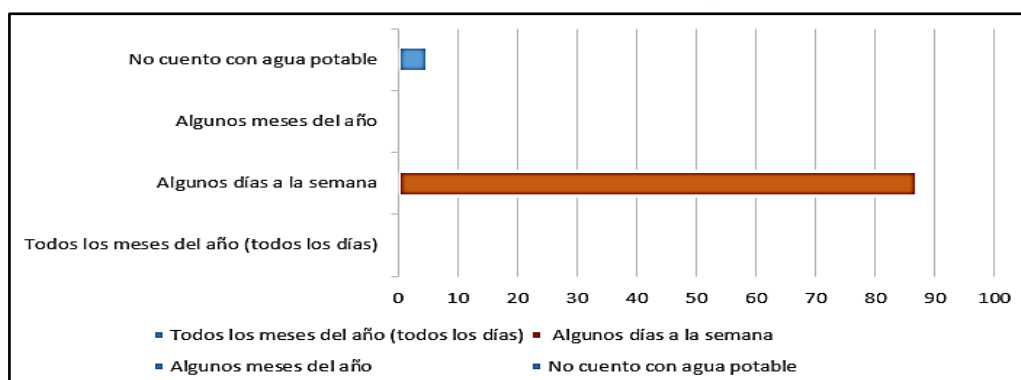
Fuente: Elaboración propia

Como primer objetivo tuvimos que determinar las ventajas ambientales y económicas del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura.

En principio se realizó una encuesta de satisfacción a 100 habitantes de nuestro centro de estudio para medir en promedio a los habitantes que, si optarían por una planta de tratamiento y reutilización de aguas residuales en su vivienda, en el cual nos responde a nuestro primer objetivo:

Después de obtener los datos de las encuestas de nos indicaron los siguientes resultados:

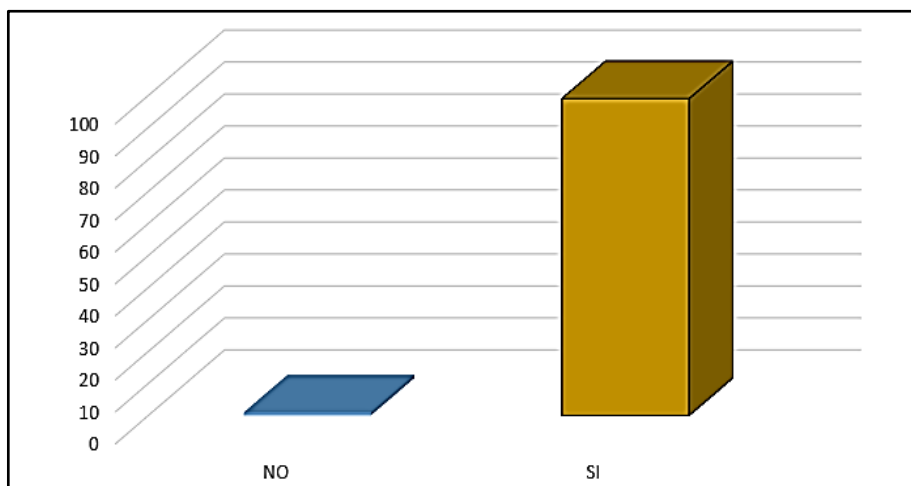
En el Gráfico N°1: ¿Con qué frecuencia cuenta con agua potable en su vivienda?



Fuente: Elaboración propia

Según las encuestas realizadas se hizo representación gráfica en el cual se obtuvo 100 habitantes encuestadas 87 personas cuentan con agua potable algunos días a la semana en su vivienda y 3 personas no cuentan con agua potable en sus viviendas. Es muy importante recalcar que las personas que cuentan con agua potable, se han visto en la necesidad de comprarla frecuentemente debido a que algunos días no llega el agua a sus viviendas.

Gráfico N°2: ¿Cree que se puede reutilizar el agua residual para fines domésticos?



Fuente: Elaboración propia

Según las encuestas realizadas se hizo representación gráfica en el cual se obtuvo que de 100 personas encuestadas 98 personas creen que se puede reutilizar el agua residual, para fines domésticos y 2 creen que no se puede reutilizar el agua residual, para fines domésticos.

En la cual las 98 personas creen que, si se puede reutilizar el agua residual en Aseo del hogar, llenado de cisterna del inodoro o riego de plantas.

Gráfico N°3: Como habitante del Sector nuevo horizonte, ¿Le gustaría implementar en su vivienda un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales?



Fuente: Elaboración Propia

Según las encuestas realizadas se hizo representación gráfica en el cual se obtuvo que, de 100 personas encuestadas 98 personas les gustaría implementar un

sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales y 2 no están interesados en este tipo de sistema.

En la cual las 98 personas les gustaría implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales debido a la fuerte escasez que existe, además creen que sería una solución hacer una inversión y que ésta brinde resultados positivos, de este modo se evitarían comprar agua diariamente.

Después de haber visto las opiniones acerca del sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales se puede decir que al realizar este tipo de sistema trae consigo ventajas económicas y ambientales.

Posteriormente, para que esta afirmación tenga más relevancia se procedió a realizar el cálculo y para ello fue necesario tener como dato la cantidad de aguas residuales que se producen y qué cantidad de agua podría tener un nuevo uso para equilibrar así la cantidad de agua que se elimina y la que se podría reutilizar. Es por eso que se aplicó una encuesta a 10 viviendas la cual fue un instrumento de ayuda para la recolección de los datos requeridos. Y después de aplicar ésta se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N°2: Datos recolectados de la encuesta viviendas del Nuevo Horizonte.

VIVIENDAS /USOS	USO DE DUCHA	USO DE LAVADERO DE MANOS	USO DE LAVANDERIA	USO DE LAVADOR A	USO DE INODORO	LIMPIEZA DEL HOGAR
VIVIENDA N°1	180 min	80 min	10 L	2 veces	650 L	11 L
VIVIENDA N°2	160 min	60 min	180 L	3 veces	620 L	100 L
VIVIENDA N°3	120 min	30 min	320 L	1 vez	350 L	14 L
VIVIENDA N°4	210 min	95 min	0 L	4 veces	320 L	10 L
VIVIENDA N°5	175 min	85 min	150 L	3 veces	520 L	15 L
VIVIENDA N°6	160 min	65 min	130 L	3 veces	510 L	20 L
VIVIENDA N°7	175 min	65 min	900 L	0 veces	600 L	30 L
VIVIENDA N°8	180 min	75 min	0 L	4 veces	660 L	15 L
VIVIENDA N°9	120 min	30 min	100 L	3 veces	500 L	20 L
VIVIENDA N°10	135 min	40 min	200 L	2 veces	370 L	15 L

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se realizó un muestreo del consumo de agua por minuto en el grifo de la lavandería, lavadero de manos, ducha, y el consumo de agua en la lavadora por un periodo completo de lavado, esto se aplicó a las 10 viviendas que fueron encuestadas, además de esto se verificó el gasto de agua por lavado de vehículos con manguera y el agua que se utiliza en áreas verdes según RNE este muestreo lo haremos aplicando el método volumétrico el cual consiste en llenar un caudal en un recipiente en el cual su volumen sea conozca y cronometrar el tiempo total en el que se llena el recipiente, teniendo estos resultados:

Tabla N°3: Datos recolectados en las encuestas

CONSUMO DE AGUA EN PUNTO DE MUESTRA		
PUNTO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN
LAVADERO DE MANOS	Se aplica el método volumétrico el cual consiste en llenar un caudal en un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en el que se llena el depósito.	25 litros por minuto
DUCHA	Se aplica el método volumétrico el cual consiste en llenar un caudal en un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en el que se llena el depósito.	20 litros por minuto
GRIFO DE LAVANDERÍA	Se aplica el método volumétrico el cual consiste en llenar un caudal en un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en el que se llena el depósito.	25 litros por minuto
LAVADORA	Se aplica el método volumétrico el cual consiste en llenar un caudal en un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en el que se llena el depósito.	140 litros por minuto
ÁREAS VERDES	De acuerdo a RNE subcapítulo III.3 I.S. 010 Nos proporciona la dotación para riego de área verdes	2 litros/día/min
LIMPIEZA DEL HOGAR	Se aplica el método volumétrico el cual consiste en llenar un caudal en un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en el que se llena el depósito.	180 litros por auto

Fuente: Elaboración propia

Para una vivienda multifamiliar consta de 5 departamentos en total.

Tabla N° 4: Dotación y capacidad de cochera y áreas verdes

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	DOTACIÓN	AGUA EMPLEADA (litros)
RIEGO DE ÁREAS VERDES	m2	37.56	2	75.12
LAVADO DE AUTOS	AUTO	2	180	360

Fuente: Elaboración propia

Con ayuda de los instrumentos para recolección de datos (Tabla 1) y la (Tabla 2) en lo cual se logró tener los resultados del consumo de agua en los puntos de muestra se consiguió la cantidad de agua potable que se necesita en cada piso de la vivienda multifamiliar, posteriormente en la tabla que se presenta a continuación se resaltó de color amarillo los puntos que generarán aguas residuales y que serán tratadas, siendo así las aguas del lavamanos, lavandería, ducha, y lavadora; y tomara en cuenta de color naranja los diferentes puntos donde el agua potable se sustituirá con agua tratada; teniendo como resultado:

Tabla N°5: Datos recolectados de las encuestas y ficha de observación

	Litros/min	Vivienda N°1	Vivienda N°2	Vivienda N°3	Vivienda N°4	Vivienda N°5	Vivienda N°6	Vivienda N°7	Vivienda N°8	Vivienda N°9	Vivienda N°10	Agua consumida	Agua consumida diariamente
Uso de ducha	20	180	160	120	210	175	160	175	180	120	135	3230	461.43
Uso de lavadero	25	80	60	30	95	85	65	65	75	30	40	1562.5	223.21
Uso de lavandería	1	10	180	320	0	150	130	900	0	100	200	199	28.43
Uso de lavadora	140	2	3	1	4	3	3	0	4	3	3	364	52
Uso de inodoros	1	650	620	350	320	520	510	600	660	500	370	510	72.86
Limpieza de pisos	1	11	100	14	10	15	20	30	15	20	15	25	3.57
TOTAL AGUA CONSUMIDA POR DEPARTAMENTO (litros)												5890.5	841.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°6: Porcentaje de ahorro hídrico

DESCRIP.	PTO	CONSUMO DIARIO POR DPTO. (litros)	CONSUMO DIARIO DE AGUA EN EDIFICACIÓN (litros)	TOTAL, DE AGUA CONSUMIDA	PORCENTAJE DE AHORRO
AGUAS RESIDUALES QUE SERÁN TRATADAS	LAVAMANOS	223.21	1116.05	3825.35	30%
	LAVANDERÍA	28.43	142.15		
	LAVADORA	52	260		
	DUCHA	461.43	2307.15		
AGUA QUE SERÁN REEMPLAZADAS POR AGUA TRATADA	INODORO	72.86	364.3	817.27	
	LIMPIEZA PISOS	3.57	17.85		
	RIEGO DE ÁREAS VERDES	75.12	75.12		
	LAVADO DE AUTOS	360	360		

Fuente: Elaboración propia

Por ende, se tiene que existe un promedio de 817.27 litros se requieren diariamente en la edificación para poder emplearlo en el uso de recarga de inodoros, limpieza de pisos, lavado de vehículos y riego de áreas verdes; se obtuvo un 30% de ahorro en el consumo de agua potable. Teniendo un ahorro de 24,518.10 litros mensualmente lo cual se considera como ventaja ambiental debido al ahorro hídrico.

Por consiguiente se desarrolló el siguiente objetivo el cual fue determinar las características del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana, en primera instancia se debe conocer las características de la vivienda y área donde está situada del estudio, para ello se realizó un estudio de mecánica de suelos y con el fin de ubicar las zonas de excavación de las calicatas en el terreno se realizó un reconocimiento y su capacidad admisible, realizando la excavación de una (01) calicata, llegando a la profundidad de tres metros (3.00m) ubicadas en el área a cimentar. En la calicata excavada, se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción. Y así se continuó a analizar las muestras disturbadas del ensayo de granulometría, densidad, Humedad, toma de muestras de suelos inalterados constituidos por monolitos que permiten obtener los parámetros por medio del ensayo de corte directo y compresibilidad del suelo.

Posteriormente se recolectaron datos a través de fichas con lo cual se obtuvo:

De acuerdo al ensayo realizado, a la muestra se han podido establecer el contenido humedad natural de (2.54%), no se encontró presencia de nivel freático hasta donde se hizo la excavación, el peso específico con un valor 2.44 gr/cm³; en función a su contenido de minerales y mediante el análisis de granulometría se obtuvo aplicando las normas ASTM, mediante lavado o en seco permitió identificar el tipo de suelo, clasificándose como arenas pobremente graduadas de grano fino friccionante. Se obtuvo el límite de Consistencia AASHO 89 – 60 con las fracciones que pasan el tamiz N° 40, se realizaron ensayos, dando como resultado no plásticas.

Con el fin de tener los parámetros del ángulo de rozamiento interno (ϕ) y la cohesión de los materiales se realizaron ensayos de corte, en muestras inalteradas en los

suelos del tipo arenoso con poca capacidad ubicada en el terreno, estos valores están entre 1.00 m. a 3.00m. de profundidad.

Además de acuerdo a la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron:

Tabla N°7: Parámetros del suelo en la zona de estudio

Factores	Valores
Parámetros de zona	Zona 4
Factor de zona	Z (g) = 0.45
Suelo Tipo	S-3
Amplificación del suelo	S= 1.10
Periodo predominante de vibración	Tp 1.0 seg
Sísmico	TL =1.6 seg
Uso	U= 1.0
Categoría de la Edificación	C
Sistema Estructural	Ro= 7

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos en proceso de la excavación de las calicatas, hasta la profundidad de 3.00m., a través del estudio nos permite saber cómo debería ser el diseño de la vivienda en el cual podemos decir que al no contar con presencia capa freática superficial nos permitió tener en cuenta que es poco probable que sucedan fenómenos de la licuación de arenas ante el suceso de un sismo de gran magnitud.

Por otra parte, ya que el sector de la zona del estudio son arenas pobremente graduadas, estos suelos ante una carga estructural sufrirían asentamientos inmediatos, por ello es necesario mejorar el suelo de cimentación colocando material granular del tipo Boloneria (Over) de 5-6" de tamaño en un espesor de 10 cm y encima de este colocar material de afirmado en un espesor de 20 cm en dos capas de 10 cm compactado al 90% de la máxima densidad seca y la humedad óptima del Proctor modificado.

Se tiene que la profundidad mínima de cimentación medida a partir del terreno natural no menor de 1.80m con ancho de 1.60m siendo su capacidad admisible de 1.22 kg/cm.

Cimiento corrido medida a partir de terreno natural no menor de 1.20 de profundidad con un ancho de 0.60 su capacidad admisible es de 0.70 kg/cm. (VER ANEXO 11)

Después de conocer las características de la vivienda se siguió desarrollando nuestro objetivo y pues bien ahora se cree necesario conocer las características del sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para ello se realizó el cálculo de la tubería (montante) por el cual se recolectarán las aguas residuales y para esto necesitaremos calcular en primer lugar las unidades de descarga es decir de todos los puntos que abastecerán estas aguas residuales:

Tabla N°8: Cantidad de Lavamanos:

PISO	LAVATORIO POR DPTO	N° DPTO	LAVATORIO POR PISO
1	2	1	2
2	2	2	4
3	2	2	4
TOTAL			10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°9: Cantidad de Duchas

PISO	DUCHAS POR DPTO	N° DPTO	DUCHAS POR PISO
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	2	2
TOTAL			5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°10: Cantidad de Lavanderías:

PISO	LAVANDERIAS POR DPTO	N° DPTO	LAVANDERIAS POR PISO
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	2	2
TOTAL			05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°11: Cantidad de Lavadoras:

PISO	LAVADORAS POR DPTO	N° DPTO	LAVADORAS POR PISO
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	2	2
TOTAL			05

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos estos resultados se tuvo la siguiente tabla de guía.

Tabla N°12. Unidades de Descarga

TIPOS DE APARATOS	DIÁMETRO MÍNIMO DE LA TRAMPA (mm)	UNIDADES DE DESCARGA
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque de descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida)	75 (3")	4
Bidé	40 (1 1/2")	3
Lavatorio	32-40 (1 1/4"-1 1/2")	1-2
Lavadero de Cocina	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios	50 (2")	3
Lavadero de ropa	40 (1 1/2")	2
Ducha privada	50 (2")	2
Ducha pública	50 (2")	3
Tina	40-50 (1 1/2"-2")	2-3
Urinario de pared	40 (1 1/2")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida	75 (3")	4
Urinario corrido	75 (3")	4
Bebedero	25 (1")	1-2
Sumidero	50 (2")	2

Fuente: Anexo 6 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010

La Tabla 12 calculó el número total de Unidades de Descarga.

Después de haber realizado el cálculo del total Unidades de descarga se halló el diámetro de la tubería, guiándonos del Anexo 8 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010:

Tabla N°13: de Unidades de Descarga

NIVEL	APARATO SANITARIO	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	SUBTOTAL DE UNIDADES DE DESCARGA
1ER PISO	LAVATORIO	4	2	
	DUCHA	3	2	6
	LAVANDERÍA	1	2	2
	LAVADORA	1	2	2
2DO PISO	LAVATORIO	4	2	2
	DUCHA	4	2	8
	LAVANDERÍA	2	2	4
	LAVADORA	2	2	4
3ER PISO	LAVATORIO	4	2	8
	DUCHA	4	2	4
	LAVANDERÍA	2	2	4
	LAVADORA	2	2	4
TOTAL, UNIDADES DE DESCARGA				50

Fuente: Elaboración propia

Con esta tabla se pudo organizar los datos de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones, se obtuvo las unidades de descargas por piso y las unidades de descarga total fueron 54.

Según Tabla 13 estaría entre 42 Unidades de descarga y 60 Unidades de descarga, dándonos como resultado un montante de diámetro máximo de 3".

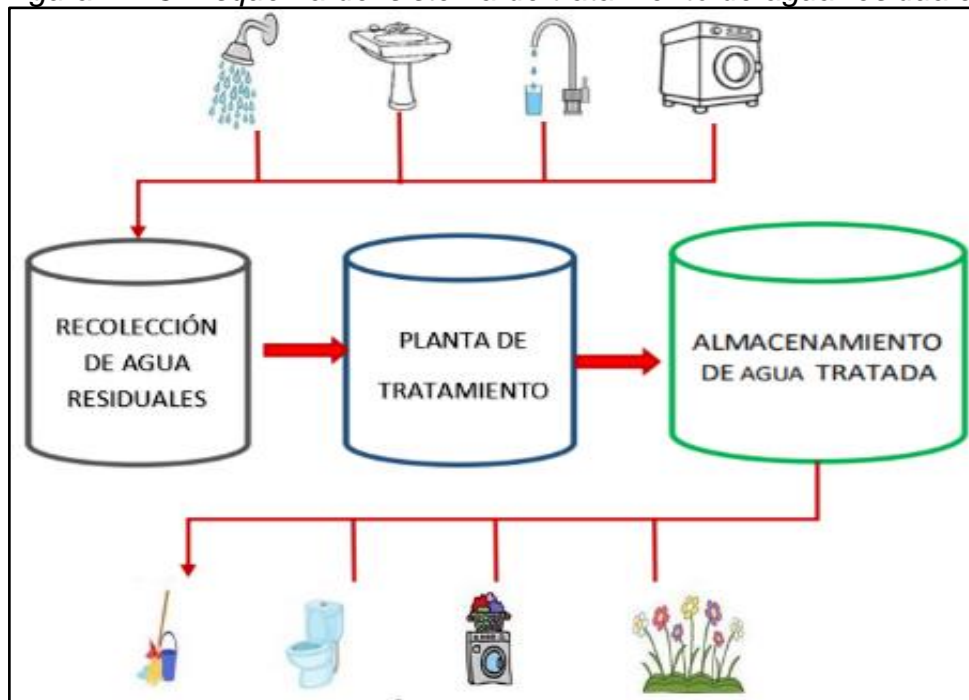
Tabla N°14: Diámetros de montante

DIÁMETRO DEL TUBO	CUALQUIER HORIZONTAL DE DESAGÜE	MONTANTES DE 3 PISOS DE ALTURA	MONTANTES DE MÁS DE 3 PISOS	
			TOTAL, EN LA MONTANTE	TOTAL, POR PISO
32 (1 1/4")	1	2	2	1
40 (1 1/2")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 1/2")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	160	240	500	90
125 (5")	360	540	1100	200
150 (6")	620	960	1900	350
200 (8")	1400	2200	3600	600
250 (10")	2500	3800	5660	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones Norma I.S. 010

Posteriormente para la reutilización se diseñó un tanque de almacenamiento de agua tratada para ello necesitaremos el Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice que la capacidad del tanque de almacenamiento debe ser menor al volumen equivalente a 12 hrs del gasto promedio diario.

Figura N°13: Esquema del sistema de tratamiento de agua residuales



Fuente: propia

En este caso se obtuvo que el gasto diario en promedio de la edificación es de 817.27 lts, se estimó que en 24 hrs en la edificación se necesitará 818 m³ de aguas tratadas que en 12 hrs brindaría 409 m³ y ya que también se consideró recipientes prefabricados para el almacenamiento de estas aguas residuales se va requerir de un depósito con capacidad de 800 litros lo cual es el más común en el mercado.

$$V.C = Dot * Tr * Fs$$

Dónde:

V.C = volumen de cisterna

Dot = Dotación diaria

T.r = Tiempo de retención

F.s = Factor de seguridad

Reemplazamos:

$$V.C = \frac{818 \text{ m}^3}{24} * 12h * 1.2 = 490.8m^3$$

Para el cálculo del tanque de almacenamiento de aguas tratadas se consideró como mínimo el volumen de dotación diaria; siendo esta la dotación diaria de 817.27 litros requerirían una cisterna de aguas tratadas de la misma capacidad, por ser las más comerciales se diseñó la cisterna con una capacidad de 1.2 m³ (1200 litros) y el tanque de 1.1m³ (1100 litros)

$$V.C = Dot * Tr * Fs$$

Reemplazamos:

$$V.C = \frac{818m^3}{24} * 24h * 1.2 = 981.6m^3$$

En el cálculo del Ø de tubería de impulsión, primero se calculó la máxima demanda simultánea, el cual fue el caudal máximo probable en la vivienda; como se señaló estas aguas tratadas alimentar a los retretes, limpieza de pisos, el riego de zonas verdes y para lavar los vehículos; para esto se calculó las unidades de gasto total considerando la siguiente tabla.

Tabla N°15: Anexo N°1 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010

APARATO SANITARIO	TIPO	UNIDADES DE GASTO		
		TOTAL	AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE
INODORO	Con tanque-descarga reducida	1.5	1.5	-
INODORO	Con tanque	3	3	-
INODORO	Con válvula semiautomática y automática	6	6	-
INODORO	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	3	3	-
BIDE	-	1	0.75	0.75
LAVATORIO	-	1	0.75	0.75
LAVADERO	-	3	2	2
DUCHA	-	2	1.5	1.5
TINA	-	2	1.5	1.5
URINARIO	Con tanque	3	3	-
URINARIO	Con válvula semiautomática y automática	5	5	-
URINARIO	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	2.5	2.5	-
URINARIO	Múltiple (por m)	3	3	-

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010

Tabla N°16: Unidades de gasto para cada punto de la edificación

APARATO SANITARIO	N° DE APARATOS	UNIDAD DE GASTO	UNIDADES HUNTER
INODORO	10	3	30
LAVADERO (para limpieza de pisos)	6	3	18
LAVADERO (para riego y limpieza de autos)	4	3	12
TOTAL, DE UNIDADES HUNTER			60

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°17: Anexo 3 del RNE I.S. 010

GASTOS PROBABLES PARA APLICACION DEL METODO DE HUNTER

N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VÁLVULA		TANQUE	VÁLVULA		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83	PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA	
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

Fuente: RNE –Instalaciones Sanitarias en edificaciones

Teniendo nuestros datos de unidades Hunter se halló el Gasto Probable con el Anexo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010.

Como resultado un Gasto Probable 2.11 l/s.

Después con ayuda del Anexo 5 del RNE I.S. 010 hallaremos el diámetro de tubería de impulsión lt/s.

Tabla N°18: Anexo 5 del RNE I.S. 010

GASTO DE BOMBEO EN L/S	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN (mm)
Hasta 0.50	20 (3/4")
Hasta 1.00	25 (1")
Hasta 1.60	32 (1 1/4")
Hasta 3.00	40 (1 1/2")
Hasta 5.00	50 (2")
Hasta 8.00	65 (2 1/2")
Hasta 15.0	75 (3")
Hasta 25.00	100 (4")

Fuente: RNE I.S. 010 Anexo 5

El Gasto Probable dio como resultado 2.11 l/s; lo cual está entre 1.60 y 3.00 l/s; con tuberías entre 1 ¼" y 1 ½", usando la del inmediato superior, en el cual se obtuvo una tubería de Impulsión de 1 ½", y el diámetro de succión será el superior inmediato de la tubería de impulsión 2". Se halló también el HP de la Bomba de Impulsión.

Dónde:

PB = Potencia de la bomba

Qh = Caudal de Bombeo

HDT = Altura Dinámica Total

e = Eficiencia

Donde:

Como primer punto se tuvo un caudal de bombeo la cual fue hallado anteriormente es de 2.11 l/s, la Eficiencia de la Electrobomba es de 65% y altura Dinámica Total (HDT).

Hg= Altura Geométrica (m)

Hf= Pérdida de Carga en Tubería de Succión e Impulsión (m)

Ps= Presión de Salida (m)

Hallamos la altura geométrica:

Hg= Diferencia de Cotas – Altura de Agua de la Cisterna

Hg= 12.05m – 1.56m

Hg= 10.49m

Por consiguiente, se realizó el cálculo de la Pérdida de Carga en Tubería de Impulsión y Succión en el cual se calculó por tramos:

Tabla N°19: Cálculo de pérdida de carga en el tramo A-B

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	9	1.2	10.8
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
VALVULA COMPUERTA 1 1/2"	2	0.28	0.56
VALVULA CHECK 1 1/2"	1	3.6	3.6
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	23.74	23.74
LONGITUD TOTAL			40.71

Fuente: *Elaboración propia*

Q= 2.11 l/s = 0.00211 m³/s

C= 140 D= 1 1/2" = 0.0381 m

L= 40.71 m

Hf= 4.1562616

Tabla N°20: Cálculo de pérdida de carga en el tramo C-D

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	2	1.2	2.4
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	13.085	13.085
LONGITUD TOTAL			19.265

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \text{ 1/2"} = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 19.265 \text{ m}$$

$$H_f = 1.96684795$$

Tabla N°21: Cálculo de pérdida de carga en el tramo E-F

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	13.575	13.575
LONGITUD TOTAL			20.955

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \text{ 1/2"} = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 20.955 \text{ m}$$

$$H_f = 2.13938742$$

Tabla N°22: Cálculo de pérdida de carga en el tramo G-H

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	2	1.2	2.4
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	4	0.41	1.64
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	9.715	9.715
LONGITUD TOTAL			15.505

Fuente: *Elaboración propia*

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 15.505 \text{ m}$$

$$H_f = 1.58297313$$

Tabla N°23: Cálculo de pérdida de carga en el tramo I-J

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	11.145	11.145
LONGITUD TOTAL			17.725

Fuente: *Elaboración propia*

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 17.725 \text{ m}$$

$$H_f = 1.80962262$$

Tabla N°24: Cálculo de pérdida de carga en el tramo K-L

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	16.855	16.855
LONGITUD TOTAL			24.235

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 24.235 \text{ m}$$

$$H_f = 2.47425694$$

Tabla N°25: Cálculo de pérdida de carga en el tramo M-N

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	4	1.2	4.8
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	22.255	22.255
LONGITUD TOTAL			30.835

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 30.835 \text{ m}$$

$$H_f = 3.14807975$$

Tabla N°26: Cálculo de pérdida de carga en el tramo Ñ-O

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	2	1.2	2.4
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	16.2	16.2
LONGITUD TOTAL			22.38

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 22.38 \text{ m}$$

$$H_f = 2.28487189$$

Tabla N°27: Cálculo de pérdida de carga en el tramo P-Q

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	16.69	16.69
LONGITUD TOTAL			24.07

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 24.07 \text{ m}$$

$$H_f = 2.45741137$$

Tabla N°28: Cálculo de pérdida de carga en el tramo R-S

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	2	1.2	2.4
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	4	0.41	1.64
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	12.83	12.83
LONGITUD TOTAL			18.62

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \text{ 1/2"} = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 18.62 \text{ m}$$

$$H_f = 1.90099708$$

Tabla N°29: Cálculo de pérdida de carga en el tramo T-U

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	14.54	14.54
LONGITUD TOTAL			21.12

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \text{ 1/2"} = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 21.12 \text{ m}$$

$$H_f = 2.15623299$$

Tabla N°30: Cálculo de pérdida de carga en el tramo V-W

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	20.25	20.25
LONGITUD TOTAL			27.63

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \quad D = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 27.63 \text{ m}$$

$$H_f = 2.82086731$$

Tabla N°31: Cálculo de pérdida de carga en el tramo X-Y

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	4	1.2	4.8
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	25.65	25.65
LONGITUD TOTAL			34.23

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \quad D = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 34.23 \text{ m}$$

$$H_f = 3.49469012$$

Tabla N°32: Cálculo de pérdida de carga en el tramo A'-B'

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	5	1.2	6
TEE 1 1/2"	1	0.8	0.8
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	23.32	23.32
LONGITUD TOTAL			30.68

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 30.68 \text{ m}$$

$$H_f = 3.132255124$$

Tabla N°33: Cálculo de pérdida de carga en el tramo C'-D'

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	4	1.2	4.8
TEE 1 1/2"	1	0.8	0.8
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	2	0.41	0.82
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	15.37	15.37
LONGITUD TOTAL			21.94

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 21.94 \text{ m}$$

$$H_f = 2.23995037$$

Tabla N°34: Cálculo de pérdida de carga en el tramo E'-F'

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	4	1.2	4.8
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	16.96	16.96
LONGITUD TOTAL			24.74

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \text{ 1/2"} = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 24.74 \text{ m}$$

$$H_f = 2.52581459$$

Tabla N°35 Cálculo de pérdida de carga en el tramo G'-H'

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	6	1.2	7.2
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	27.81	27.81
LONGITUD TOTAL			37.99

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \text{ D} = 1 \text{ 1/2"} = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 37.99 \text{ m}$$

$$H_f = 3.87856493$$

Tabla N°36: Cálculo de pérdida de carga en el tramo I'-J'

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
VALVULA DE SUCCION 2"	1	4	4
CODO 2"	1	1.2	1.2
LONGITUD DE TUBERÍA 2"	1	1.99	1.99
LONGITUD TOTAL			7.19

Fuente: *Elaboración propia*

$$Q = 2.11 \text{ l/s} = 0.00211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140 \quad D = 1 \frac{1}{2}'' = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 7.19 \text{ m}$$

$$H_f = 0.180833553$$

Dándonos así un HF total de= **56.84**

Presión de Salida: En este caso trabajaremos con la Presión mínima de Salida, siendo esta 2m. Altura Dinámica Total HDT: $HG + HF + PS$, en lo cual fue 56.84, la presión de la bomba fue $P_b = Q_b \cdot HDT / 75 \cdot e$, teniendo un $P_b = 1.04 \text{ Hp}$, y por motivos comerciales se consideró una bomba de 1 Hp.

Con los datos obtenidos anteriormente finalmente se pudo determinar nuestro objetivo el cual es el procedimiento técnico que tendrá el sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales, por lo que podemos decir que el agua residual de duchas, lavamanos y lavandería es conducida a través de tuberías de 2" a una cisterna con capacidad de 800 litros, posteriormente a esto es conducida con una tubería de 2" y es bombeada con una electrobomba de 0.5 HP hacia la planta de tratamiento prefabricada.

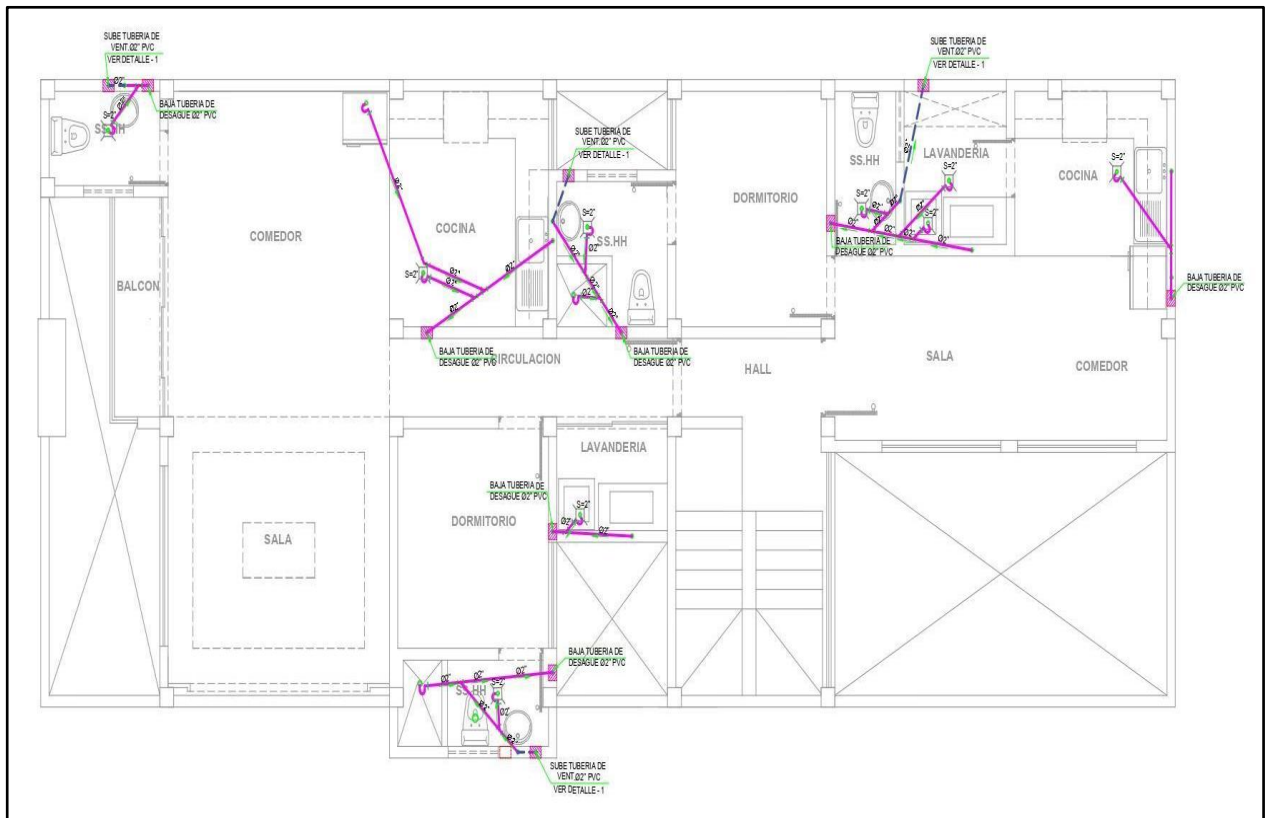
Esta planta tiene una longitud de 2.50 m de largo y diámetro de 1.50 m, con un caudal de 108 litros/ hora y un volumen de 4.4 m³, y además para el tratamiento de aguas residuales cuenta con tres cámaras como la de separación de grasas,

cámara de decantación primaria y cámara de clarificación ,luego pasa por el filtro aeróbico por goteo sobre soporte biológico.

Posteriormente a esto para completar el procedimiento el agua ya tratada es llevada con una tubería de 2" hacia la cisterna con capacidad de 1200 litros, en la cual se almacenará nuestra agua tratada y por consiguiente es bombeada con una electrobomba de 1.0 HP para ser llevada al tanque de almacenamiento, el cual tiene una capacidad de 1100 litros mismo que se encontrará ubicado en la azotea.

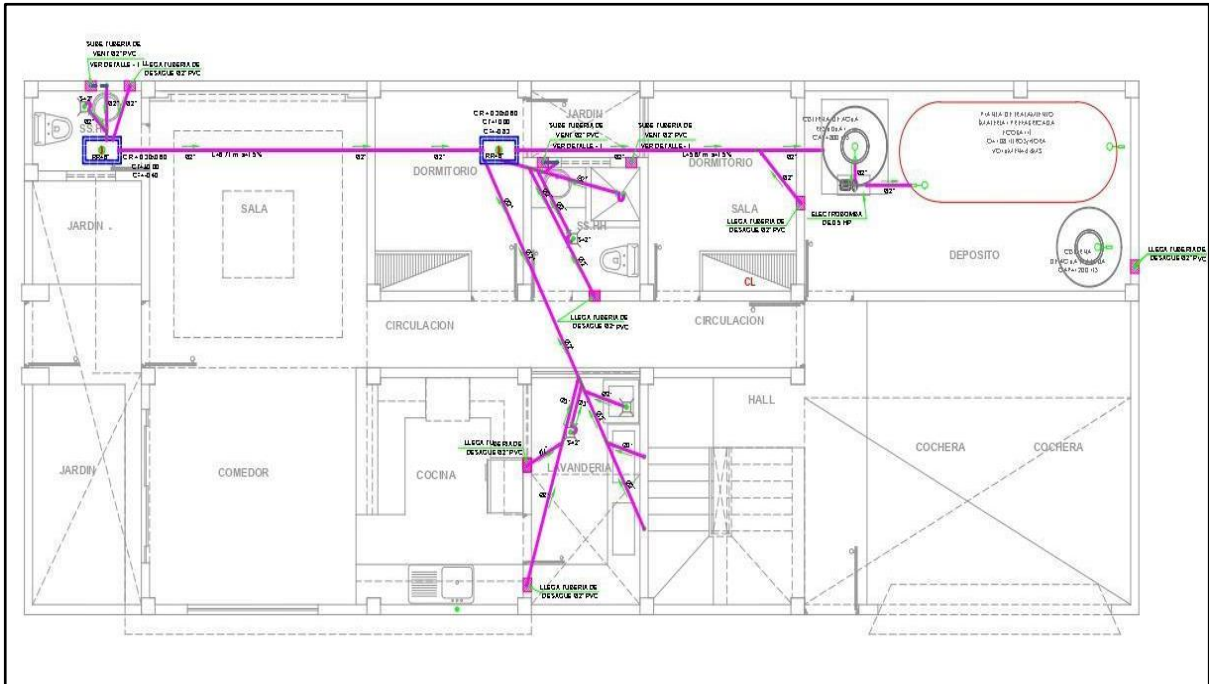
Finalmente, el agua ya tratada es llevada con tuberías montantes de 1 ½" y tuberías de ½", a los diferentes puntos donde se va a utilizar como es la lavandería, tanque de inodoro, riego de jardines, lavado de autos y aseo en la vivienda.

Figura 14: plano de sistema de agua residual del primer nivel de la vivienda a multifamiliar.



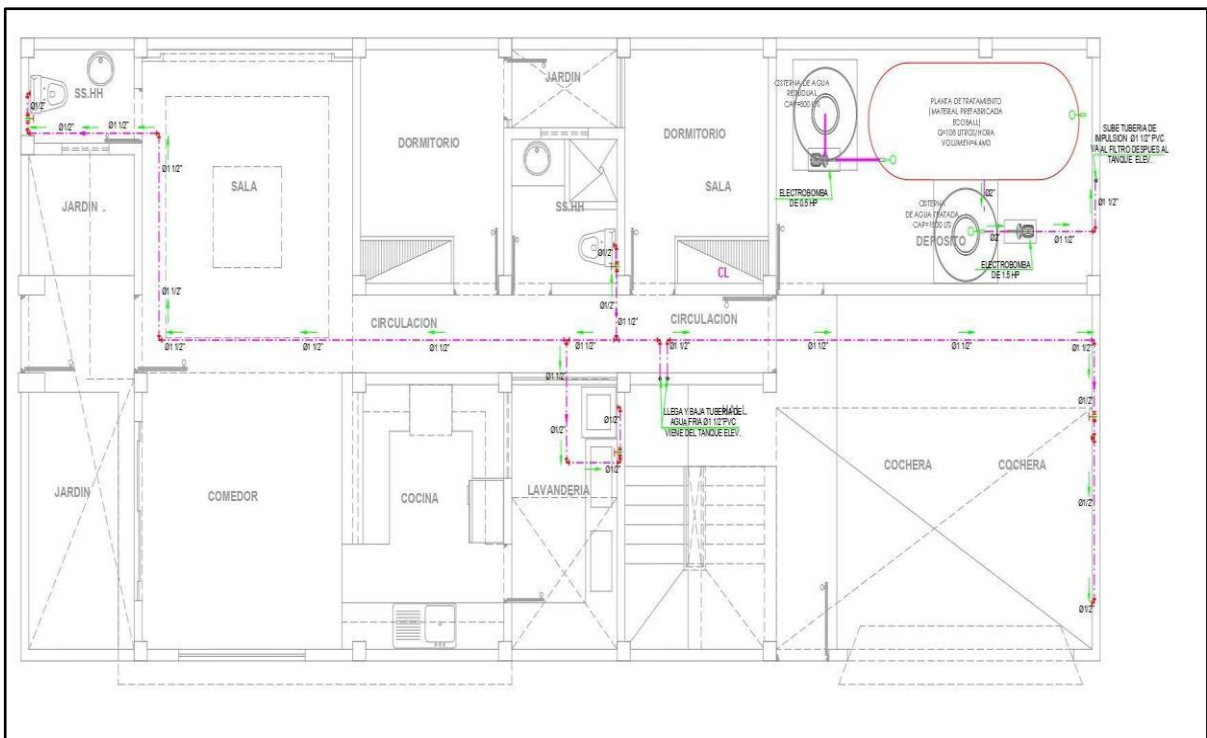
Fuente: Elaboración propia

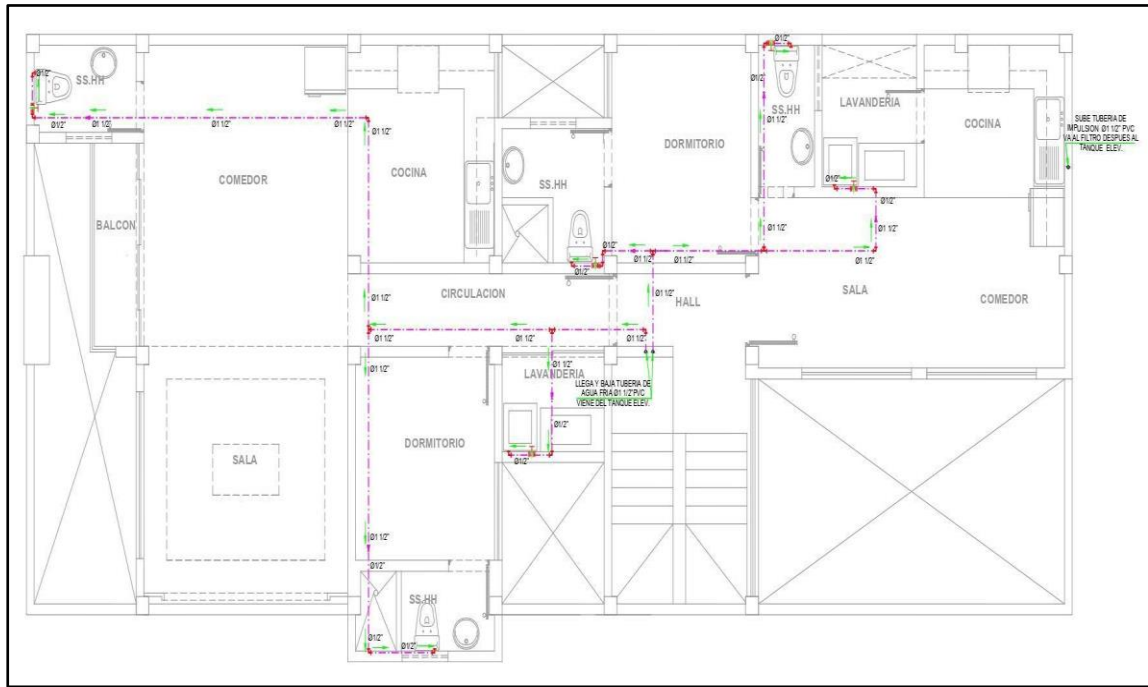
Figura 15: plano de sistema de agua residual del segundo y tercer nivel de la vivienda multifamiliar.



Fuente: Elaboración propia

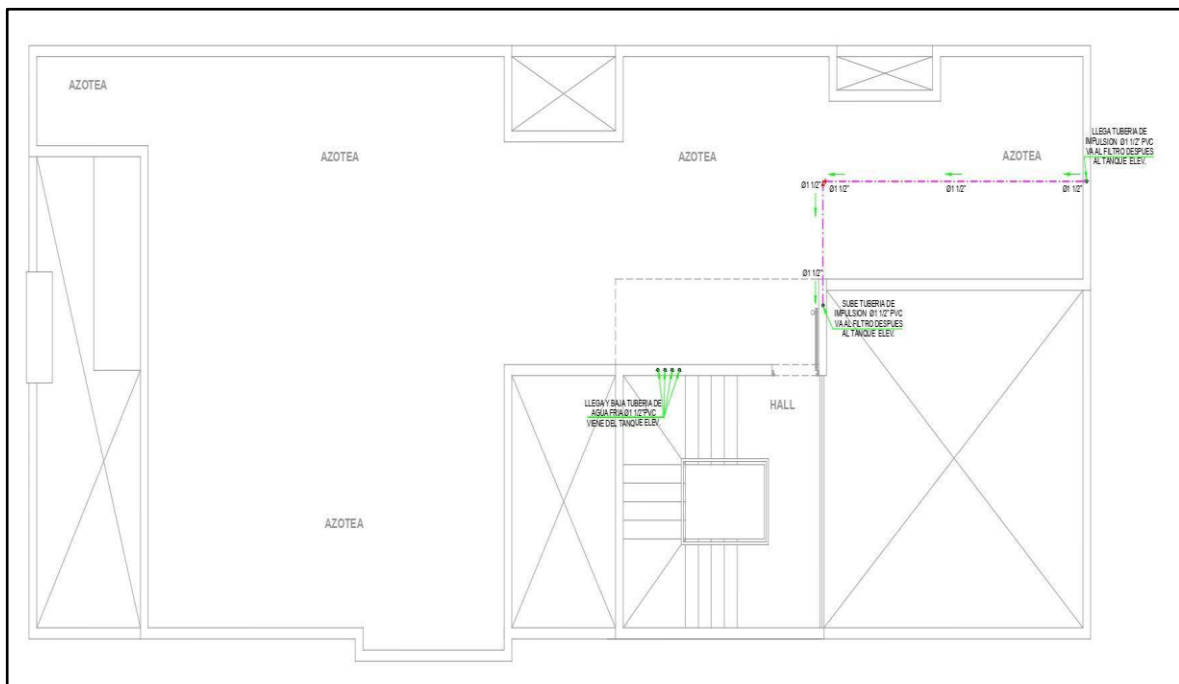
Figura 16: planos de sistema de agua tratada del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda multifamiliar.





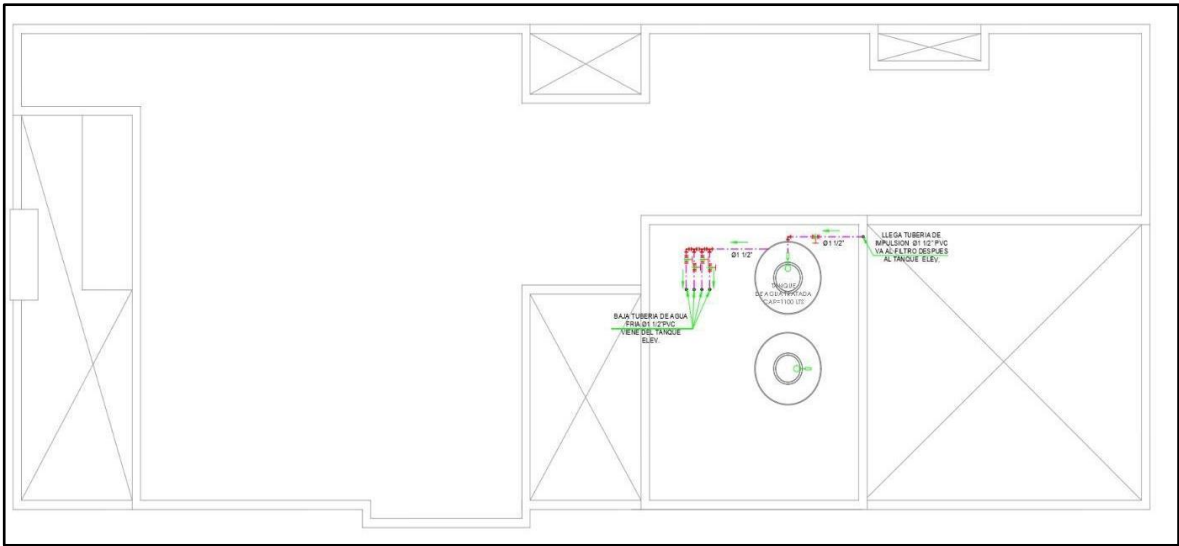
Fuente: Elaboración propia

Figura 17: plano del sistema de agua tratada de la azotea de la vivienda multifamiliar.



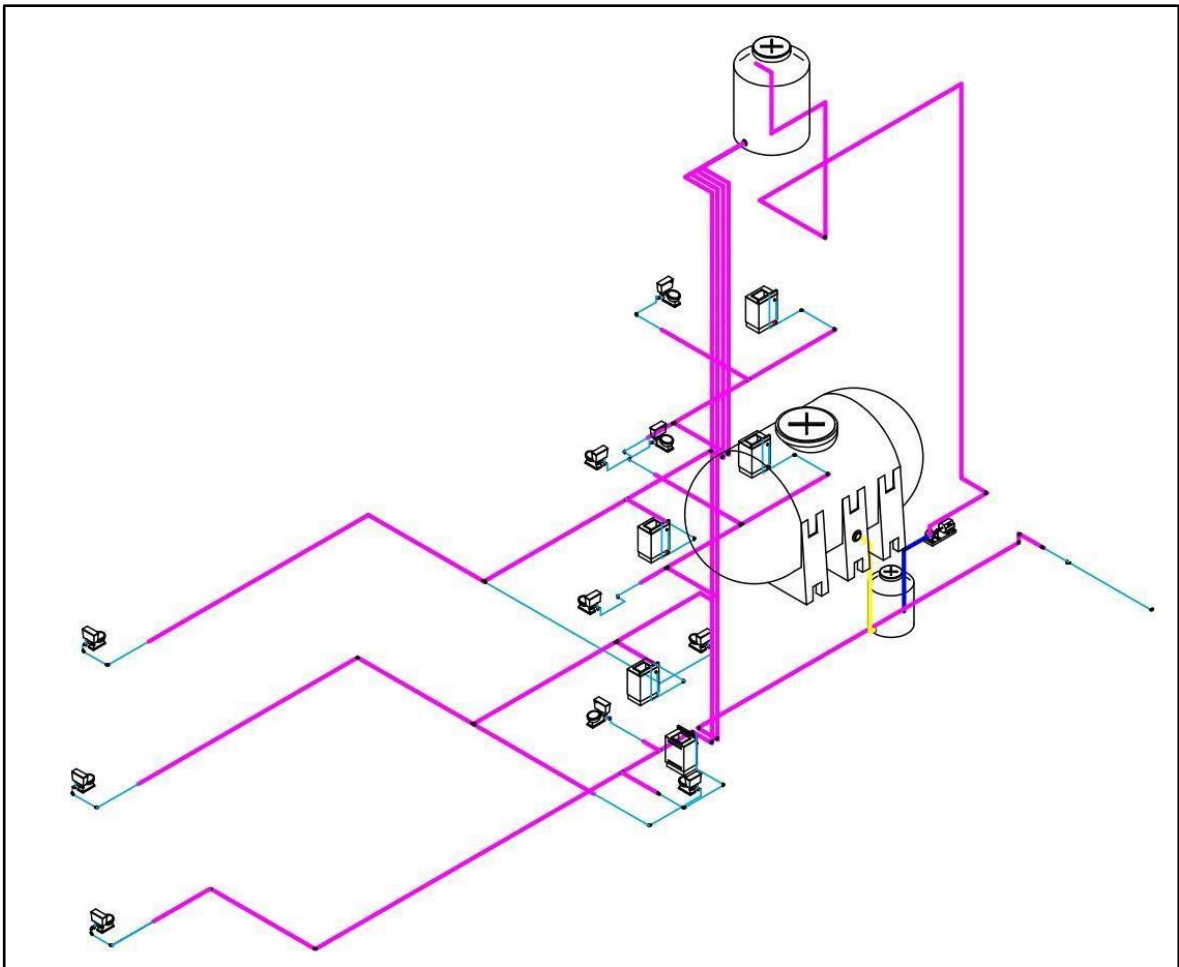
Fuente: Elaboración propia

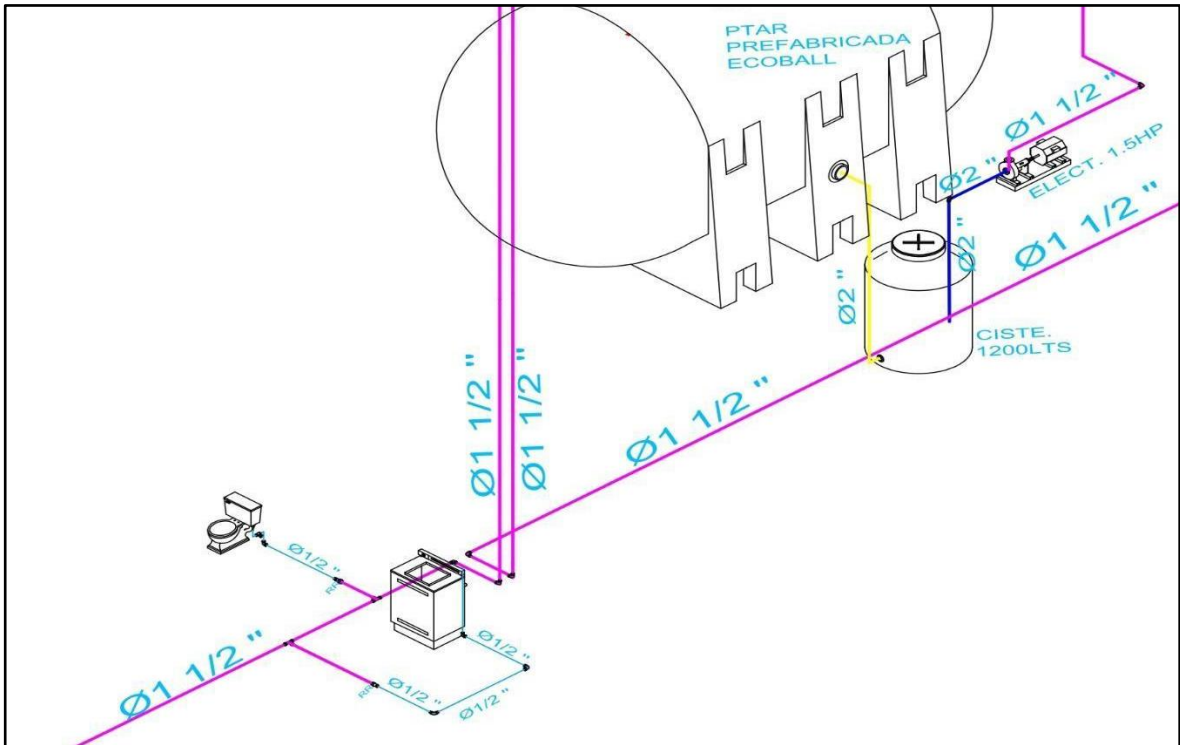
Figura 18: Plano del sistema de agua tratada del techo de la vivienda multifamiliar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: planos isométricos del sistema de tratamiento y reutilización de agua residual del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda a diseñar.





Fuente: Elaboración propia

Finalmente se hizo una comparación presupuestal de costos de inversión del sistema de tratamiento de aguas residuales con los costos que se generaría el servicio de agua potable y alcantarillado si no se fuera a reutilizar esas aguas; para ello se tuvo como guía la estructura tarifaria de agua potable y alcantarillado.

Clase	Categoría	Rango	Tarifa (S/.m3)		Cargo Fijo S/. Por mes	Asignación Maxima de Consumo (m3/mes)
			Agua	Alcantarillado		
Residencial	Social	0 a 10	0.531	0.239	2.517	40
		10 a más	1.058	0.478		
	Domestico I	0 a 8	0.531	0.239		20
		8 a 25	0.881	0.396		
		25 a más	1.058	0.478		
	Domestico II	0 a 8	1.638	0.739		25
		8 a 25	1.794	0.809		
		25 a 100	2.090	0.942		
		100 a más	3.048	1.372		
No Residencial	Comercial	0 a 50	2.675	1.204	2.517	30
		50 a 150	3.205	1.443		
		150 a más	5.836	2.630		
	Industrial	0 a 50	3.341	1.505		100
		50 a 150	4.072	1.834		
		150 a más	6.019	2.713		
	Estatad	0 a 50	1.533	0.688		50
		50 a 150	1.971	0.888		
		150 a más	2.988	1.346		

1/: Aplicable a partir del mes de Mayo 2021

Tabla N°18: Comparación presupuestal de la inversión inicial del sistema tratamiento y reutilización aguas residuales VS ahorro en Servicio de Agua Potable y Alcantarillado.

INVERSIÓN INICIAL			VS	AHORRO EN EL SERVICIO		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	S/	12,000.00		24,518.00	CONSUMO DE AGUA MENSUAL (litro)	
CISTERNA DE 1200 L	S/	939.90		24.518	CONSUMO DE AGUA MENSUAL (litro)	
TANQUE ELEVADO 1100 L	S/	599.00		1.794	costo de gua(s/ /m3)	
CISTERNA 800 L	S/	650.00		0.809	costo de alcantarillado (s/ /m3)	
1 ELECTROBOMBA 1HP	S/	640.00		63.82	SUBTOTAL DE COSTO DE SERVICIO	
ACCESORIOS	S/	440.00		11.49	IGV 18%	
TOTAL	S/	15,268.90		75.31	TOTAL	

V. DISCUSIÓN

Tras haber expuesto el análisis de los resultados de la presente investigación, se contrastaron con las diferentes teorías relacionadas, con respecto a los trabajos previos de estudio, los mismos que tuvieron una correlación de acuerdo a su planteamiento en los objetivos que fueron establecidos; mientras que el objetivo general que consistió en “Realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021” , como ya antes se había comentado que éste se iba hacer de acuerdo a las cálculos realizados, y de esta manera poder realizar los planos de en AutoCAD del sistema.

En cuanto al resultado del primer objetivo específico, determinar las ventajas ambientales y económicas del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021.

Según (EPA 2015) haciendo referencia a la ventaja ambiental, nos dice que el objetivo de la reutilización de agua residual en diferentes tipos de edificaciones es reducir la necesidad del agua potable en al menos un 50%, mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un ahorro hídrico de un 30% en una vivienda multifamiliar ubicada en sector del Nuevo Horizonte sector “B”.

Por otro lado, económicamente de acuerdo a (ESPINOZA 2018), la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales genera un ahorro económico del 67% al año aproximadamente, en cuanto al presente trabajo de investigación se estimó un ahorro económico de 75.31 soles mensuales, esto quiere decir que al año se tiene un ahorro de 903.72 soles.

Por consiguiente, el siguiente resultado que respondió al segundo objetivo el cual se basó en determinar las características del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana.

Por ello de acuerdo a como lo indica la (NORMA OS 0.70 2015), para realizar la distribución de agua residuales se toman en cuenta estudios básicos o disposiciones específicas para diseños como estudios de mecánica de suelo donde se contemplan el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características todo lo anteriormente mencionado es en relación a la vivienda multifamiliar.

Por otra parte, en cuanto a las características de las PTAR varían en relación al tipo de aguas que ingresan para su tratamiento correspondiente, cantidad de caudal y ubicación geográfica (CHAVEZ EDWARD Y MAYHUA CHRISTIAN 2019).

Es así como en el presente trabajo se exponen las características tanto como de la vivienda multifamiliar, así también como la de la planta de tratamiento y reutilización de agua residuales, los cuales en conjunto forman parte del sistema.

Para conocer las características de la vivienda multifamiliar se realizó el diseño de arquitectura en AutoCAD, contando la vivienda con un área 164 m², en el cual se realizó la siguiente distribución de ambientes 01 sala , 01 cocina, 01 dormitorio principal con baño, 01 dormitorio secundario, 01 baño para visitas, 01 lavandería, 01 estacionamiento para dos autos (con las áreas mínimas), el 30% del área total destinada a área libre (primero, segundo y tercer nivel), el 30% del área libre, destinada a área verde (primer nivel) y un depósito (cuarto de máquinas para el sistema de la PTAR).

Por otro lado, para conocer las características generales del terreno en el presente trabajo se realizó un estudio de mecánica se hizo la excavación de una (01) calicata, llegando a la profundidad de tres metros (3.00m)de suelos, obteniendo como contenido humedad natural de (2.54%),el peso específico con un valor 2.44 gr/cm³, tipo de suelo pobremente graduadas de grano fino friccional, capacidad admisible para la cimentación fue de 1.22 kg/cm y capacidad admisible para la cimiento corrido fue 0.70 kg/cm.

Así mismo se conocieron las características del sistema de la PTAR, en lo cual se indicó que la planta en primera instancia cuenta con una cisterna de almacenamiento de agua residual el cual fue de una capacidad 800 litros dado que

se calculó un gasto diario de 818 lts, luego se consideró una PTAR prefabricada con dimensiones de 2.50 m de largo y diámetro de 1.50 m, con un caudal de 108 litros/ hora y un volumen de 4.4 m³.

Por consiguiente, se propuso una cisterna con capacidad de 1200 litros y tanque elevado de 1100 lts, puesto que de acuerdo al cálculo realizado se obtuvo un gasto de 818 lts.

Mientras tanto para el cálculo de redes de distribución se toma en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (NORMA I.S. 010), para calcular el número total de Unidades de Descarga, determinar el diámetro de la tubería de impulsión y succión.

Por ende, según los cálculos realizados se tuvo en cuenta para el bombeo del sistema dos electrobombas una de 0.5 HP y otra de 1.0 HP, en cuanto a las redes de distribución se consideraron tuberías montantes de 1 ½", tuberías de 2 " y tuberías de ½" para los puntos de alimentación.

Por último, se hizo el siguiente resultado referente al tercer objetivo el cual fue determinar los procedimientos técnicos utilizados en el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021.

Según (Warren Group 2019) el proceso para el tratamiento y reutilización de aguas residuales inicia desde que el agua de duchas, de lavamanos, de la lavandería va hacia un tanque de almacenamiento de agua residual para posteriormente ser tratada, llegando hacia trampa de sólidos, luego de esto hacia el filtro percolador anaerobio, luego tenemos el tratamiento aerobio.

Posteriormente va hacia la cámara de decantación secundaria donde circula a través de un panel lamelar, finalmente pasa a la cámara de bombeo y estabilización donde es bombeada hasta el módulo de perfeccionamiento de agua donde terminará su tratamiento (Warren Group 2019).

El agua ya tratada estaría en un tanque de almacenamiento que es necesario para cumplir con una gran variedad de aplicaciones exigentes el cual posteriormente

será para reutilizar el agua tratada para el uso de lavaderos, lavadoras y agua para el inodoro (Pérez Luis Roberti 2020).

Con respecto al procedimiento segundo el presente trabajo de investigación este se expuso de la siguiente manera el agua residual de duchas, lavamanos y lavandería es conducida a través de tuberías de 2" a una cisterna con capacidad de 800 litros, posteriormente a esto es conducida con una tubería de 2" y es bombeada con una electrobomba de 0.5 HP hacia la planta de tratamiento prefabricada.

Esta planta tiene una longitud de 2.50 m de largo y diámetro de 1.50 m, con un caudal de 108 litros/ hora y un volumen de 4.4 m³, y además para el tratamiento de aguas residuales cuenta con tres cámaras como la cámara de separación de grasas, cámara de decantación primaria y cámara de clarificación, luego pasa por el filtro aeróbico por goteo sobre soporte biológico.

Posteriormente a esto para completar el procedimiento el agua ya tratada es llevada con una tubería de 2" hacia la cisterna con capacidad de 1200 litros, en la cual se almacenará nuestra agua tratada y por consiguiente es bombeada con una electrobomba de 1.0 HP para ser llevada al tanque de almacenamiento el cual tiene una capacidad de 1100 litros el cual estará ubicado en la azotea.

Finalmente, el agua ya tratada es llevada con tuberías montantes de 1 ½" y tuberías de ½", a los diferentes puntos donde se va a utilizar como es la lavandería, tanque de inodoro, riego de jardines, lavado de autos y aseo en la vivienda.

VI. CONCLUSIONES

En base al análisis de los resultados y la discusión presentada del presente proyecto de investigación, se concluyó lo siguiente:

- El diseño del sistema de tratamiento y la reutilización de las aguas residuales en una vivienda multifamiliar se llevó a cabo utilizando la técnica de la observación y la encuesta, de esta manera se recopiló información que sirvió de guía para conocer el nivel de satisfacción de los habitantes obteniendo que el 96% de la población si optaría por implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para uso doméstico.
- Sumado a esto utilizando la misma técnica se obtuvo el consumo de agua potable de la urbanización nuevo horizonte sector "b", datos que fueron necesarios en el cálculo para conocer el ahorro hídrico que se tiene al implementar este sistema cuyo resultado fue un ahorro de 30% de consumo de agua potable.
- Así mismo se realizó una comparación presupuestal entre un sistema común de agua potable; y un sistema de agua de tratamiento y reutilización de aguas residuales, obteniendo un ahorro económico de 75.31 soles mensuales, esto quiere decir que al año se tiene un ahorro de 903.72 soles al implementar este sistema.
- Por otra parte, de acuerdo a los cálculos realizados se tuvo que las características de la vivienda son, tanque elevado, cisterna, montante, redes de distribución, electrobomba, tanque de almacenamiento, que se propusieron en el diseño del sistema de tratamiento y reutilización de agua residuales cumplen con las normas de diseño de obras de saneamiento del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Finalmente se determinó el procedimiento técnico que se empleó, el cual se precisó por 4 etapas, las cuales fueron recolección y almacenamiento de agua residuales, tratamiento de agua residuales, almacenamiento de agua tratada y distribución de agua tratada.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los pobladores de la urbanización nuevo horizonte y autoridades a tener en cuenta el cuidado y reúso de agua, de tal manera que se pueda preservar el agua y evitar su escasez, además de que generaría ahorro económico para las familias.
- De la misma manera en la búsqueda de encontrar soluciones a los impactos ambientales y el cuidado del recurso hídrico, se recomienda a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil investigar acerca del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de agua residuales en viviendas multifamiliares y de este modo se pueda optimizar el cuidado y disminuir el impacto del consumo de agua potable.
- Así mismo se recomienda al órgano técnico-normativo del Ministerio de Salud del Perú (DIGESA) y a la Autoridad Nacional del agua (ANA) a promover la reutilización de agua residual de tal manera que se le pueda dar un uso doméstico y de esta forma disminuir el consumo de agua potable.
- El diseño que se ha presentado puede cubrir el consumo de un tipo de edificación multifamiliar 3 niveles, con 5 departamentos, por ello se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil interesados en realizar un diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de agua residual tener en cuenta este criterio y se realice el cálculo estimado por piso.

REFERENCIAS

- CHÁVEZ EDWARD y MAYHUA CHRISTIAN. 2019, p.10. DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES PARA UN PROYECTO URBANÍSTICO DE 12 HECTÁREAS UBICADO EN EL DISTRITO DE PIMENTEL – CHICLAYO – LAMBAYEQUE. 2019, p.10. obtenido de: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6033/chavez_aea-mayhua_bcj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CYTED. 2019 , p.4. Tratamiento anaerobio de aguas residuales. 2019 , p.4. obtenido de: http://www.cytel.org/sites/default/files/tratamiento_anaerobio_de_aguas_residuales.pdf
- DIGESTA. p.3. REÚSO DE AGUAS RESIDUALES. p.3. obtenido de: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RJ%200351-2009%20ANA-Modificacion%20RJ%200291-2009%20ANA.pdf>
[EOI. 1987,p.3. Módulo: Abastecimiento y saneamiento. 1987,p.3. obtenido](#)
- Dulce Falcon y Tamariz Muñoz. Costo de modelo de tratamiento de aguas grises domiciliarias en una vivienda unifamiliar, con fines de reutilización en inodoros 2018 (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31163>
- Escudero Villacorta y Heredia Peláez. Propuesta de utilización de un sistema de reciclaje de aguas grises en el edificio Santa Beatriz bloque II, 2019 (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) Lima: obtenido de:<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2646>
- Federación Científica Europea. 2019, p.1. investigación experimental. 2019, p.1.obtenido de: <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Investigaci%C3%B3n-experimental.pdf>
- Flores Malca Mercedes Isamar. Propuesta de un sistema de tratamiento para la reutilización de aguas residuales generadas en el servicio de lavado del Concesionario Nor Autos Chiclayo S.A.C, 2015. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/931>
- Galeano. 2016, p,24. enfoque cualitativo y cuantitativo. 2016, p,24. obtenido de:https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/cualitativo_cuantitativo_mixto.html

- Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. 2016, p.4. Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. ESPAÑA: s.n., 2016, p.4. pág. 31. 4. Obtenido de: <https://aguaespana.org/sites/default/files/documents/files/Guia.tecnica%20grises.pdf>
- Gustavo Ramon. 2017, p.2. Diseños experimentales. 2017, p.2 obtenido de: http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf
- Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. 2019,p,1. "No dejar a nadie atrás" e. PARÍS : UNESCO, 2019,p,1. 215. Obtenido de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- Laiza Otiniano Jorge Luis Emanuel. 2019, p.9. Revisión sistemática de estudios realizados sobre reutilización de aguas grises tratadas en viviendas. 2019, obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23513/Laiza%20Otiniano%20%20Jorge%20Luis%20Emanuel.pdf?sequence=5>
- LARIOS Fernando, GONZALO, Carlos, MORALES, Jennifer. 2015, p,10. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú". PERÚ : s.n., 2015, p,10. pág. 18. Vol. 2. 18. Obtenido de: <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/download/115/215>
- Leidy Castellanos, Camilo García. 2015, p.4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO AGUAS LLUVIAS EN CASA MULTIFAMILIAR PARA USO DOMÉSTICO EN EL BARRIO CONSUELO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE. 2015, p.4. obtenido de : <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2408/3/Articulo%20TDG.pdf>
- LEY N° 29338. Ley de Recursos Hídricos. obtenido de: <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29338.pdf>
- López Luis. 2015, P,3. ARTICULO POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. 2015, P,3. obtenido de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- Lopez Hernadez y Herrera Panduro. Planta de tratamiento de aguas residuales para reuso en riego de parques y jardines en el distrito de La

Esperanza, provincia de Trujillo. La Libertad, 2016. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/1981>

- Loza delgado, Paolo Jesús. 2017, p.12. Diseño de un Sistema de Reciclado de Aguas Grises y su Aprovechamiento para un Desarrollo Sostenible en una Vivienda Multifamiliar de Doce Pisos en la Ciudad de Tacna, 2017. obtenido de: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/341>
- Lozada José. 2015, p,1. Investigación Aplicada. 2015, p,1. obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Machado Rivas Marcia. 2019, p.5. AQUA, sistema de reutilización de agua para todo tipo de construcciones con red de agua potable y alcantarillado. 2019, p.5. obtenido de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2312039>
- Málaga Valera Alex. Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017 (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/16657>
- Manotupa Dueñas y Muriel Ortiz. [1] C. D. E. I. Civil et al., “Propuesta elaboración de una guía para el proceso de diseño en proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2018. obtenido de: <http://hdl.handle.net/10757/623193>
- Mazorra, Álvarez y Mosquera. Estudio de Factibilidad del Diseño de una Planta de Tratamiento, Destinada a Reutilizar el Agua de Lavado Doméstico en Casas del Barrio Belén Rincón de la Ciudad de Medellín, 2017. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <http://hdl.handle.net/10656/5652>
- NIZAMA María. 2015, p,10. “EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SECTOR URBANO DEL RÍO CHIRA POR AGUAS SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”. PIURA: s.n., 2015, p,10. pág. 143. Vol. 1. 10. Obtenido de: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1616/PMIASI-NIZ-ELI-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NORMA A.020. NORMA A.020.obtenido de: https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/01_A/RNE2006_A_020.pdf

- NORMA OS 0.90. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN S.090. obtenido de:
https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.090.pdf
- NORMA OS.100. CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA . obtenido de:
https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.100.pdf
- Olitas Santa María Juan Manuel Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6033>
- Pacheco Ortiz y Cuba Tello. Cuba, M. (2020). Tratamiento de agua residual procedente de lavadoras por el método de electrocoagulación para la reutilización en riego de vegetales - Ate Vitarte. (Tesis para optar al título de Magíster en Gestión Integrada en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente) Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. obtenido de: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11734>
- Pérez Luis Roberto. 2020, p.2. Coagulación, floculación y separación. 2020, p.2. obtenido: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/coagulaci%C3%B3n-floculaci%C3%B3n-y-separaci%C3%B3n>
- Pinedo Gonzales Alin. Propuesta para el uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda en la localidad de Pinto Recodo 2013. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/209>
- RAMOS Ivan. 2019, p.3. "PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA EMPRESA JOSCAN SA, PARA SU REÚSO EN ÁREAS VERDES". PIURA : s.n., 2019, p.3. pág. 123. Obtenido de: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1768/IND-RAM-ANC-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivadavia Huamani, Elida Luciana. 2017. EVALUACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA GRIS A NIVEL DOMICILIARIO PARA

ABASTECIMIENTO DE DESCARGA DE INODOROS EN UNA CONSTRUCCIÓN A ESCALA REAL, UBICADA EN LA CIUDAD DE JULIACA-2017. JULIACA : s.a.n., 2017 obtenido de: <https://1library.co/document/y6ewdx7z-evaluacion-recirculacion-domiciliario-abastecimiento-descarga-inodoros-construccion-juliaca.html>

- Rodas Romero Justo Claudio. 2019, p.15. Impacto del agua grises en la sostenibilidad del agua potable de la ciudad de Huancayo, 2019, obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5888/T01_0_20593010_M.pdf?sequence=1
- Rojas Lopez Kary. Diseño y aplicación de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises, para disminuir el consumo de agua potable en vivienda familiar en el distrito de Jepelacio – 2017. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <http://hdl.handle.net/11458/3098>
- ROTOTEC. 2019, p.2. FILTRO PERCOLADOR. 2019, p.2. obtenido de: <https://rototec.it/es/filtro-percolador-anaerobico/>
- Ruiz Carlos. 2017, p,80. Alcances de la investigación Cuantitativa. 2010, p,80. obtenido de: <https://carlosruiz2010.files.wordpress.com/2014/05/capitulo-5-alcances-investigacic3b3n-cuantitativa1.pdf>
- Saba Pedro y Trelles José. 2020, p.6. Diseño del sistema de reciclado de aguas grises en los conjuntos habitacionales del distrito 26 de octubre, Piura – 2020. 2020, p.6. obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59229>
- Soto Aguilar Wendy Sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas, como una alternativa para la seguridad hídrica de Tijuana, 2012. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) obtenido de: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/03/TESIS-Soto-Aguilar-Wendy-1.pdf>
- Torres Berroca. Jean Carlos. Propuesta del Sistema de Reciclaje de Aguas Grises en la Urbanización Vista Hermosa - Huamancaca – Chupaca 2017 (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) Huancayo-Perú obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1316>
- Warren Group. 2019, p.1. Tanques de Almacenamiento de Aguas Residuales. 2019, p.1. obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59229>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021”

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
<p>“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021”</p>	<p>¿Cómo realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura?</p>	<p>“Realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura”</p>	<p>“Es posible que al realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura ayudará a conocer más del tema, de esta manera sea tomado en cuenta y se realice continuamente al diseñar y construir edificaciones para una mejor calidad de vida”.</p>
	<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p>

	<p>¿Cuáles son características del diseño de un sistema de reutilización y aprovechamiento de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura?</p>	<p>“Determinar las características del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura”</p>	<p>“Es posible que para realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura se es necesario determinar las características de este”</p>
	<p>¿Qué ventajas económicas y ambientales trae consigo realizar un diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura?</p>	<p>“Determinar las ventajas ambientales y económicas del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura”</p>	<p>“Es posible que al realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura contribuirá a reducir la escasez del recurso hídrico y mejorará la calidad ambiental y además este reduce costos debido al ahorro del recurso hídrico lo cual se considera una ventaja económica”</p>

	<p>Y ¿Qué procedimientos técnicos son utilizados para realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar</p>	<p>“Determinar los procedimientos técnicos utilizados en el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar”</p>	<p>“Es posible que al realizar el diseño de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura planta de tratamiento de agua residuales, instalación de filtros, tanque de almacenamiento de agua tratada y redes de distribución cuentan como alternativa para el procedimiento técnico”</p>
--	---	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz para operacionalización de variables y dimensiones “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021”

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<p>VI1: Tratamiento de Agua residuales</p>	<p>El tratamiento de aguas residuales no contiene sustancias peligrosas, pero sí una elevada cantidad de agentes infecciosos y patógenos, ya que su principal prominencia es de los servicios sanitarios, que son aguas con mayor cantidad de amonio y nitrógeno debido a las excretas, lo que permite su tratamiento mediante diversos procesos biológicos (García Orozco (2012)).</p>	<p>La variable de tratamiento de aguas residuales, se midió en función de cada uno de los indicadores como la Encuesta de satisfacción al sector de la urbanización nuevo horizonte. (96% de la población optaría por un sistema de tratamiento de aguas residuales, la Encuesta de consumo de agua diariamente realizada a 10% de la población= 841.5lts diarios y el Cálculo del porcentaje de ahorro de agua por edificación= 30%.</p>	<p>D1: Ventaja ambiental</p>	<p>-Encuesta de satisfacción al sector de la urbanización nuevo horizonte. (96% de la población optaría por un sistema de tratamiento de aguas residuales</p> <p>-Encuesta de consumo de agua diariamente realizada a 10% de la población= 841.5lts diarios</p> <p>-Cálculo del porcentaje ahorro de agua por edificación= 30%</p> <p>-Cálculo del Ahorro Económico = 119.30 soles mensualmente incluido el 18% IGV</p>

		<p>-Cálculo del Ahorro Económico = 119.30 soles mensualmente incluido el 18% IGV</p> <p>El Cálculo de la unidad de descarga de de una vivienda multifamiliar de 3 pisos con 5 departamentos=66 und,</p> <p>El Cálculo de la montante según Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010=3”</p> <p>Luego se tendrá el Diseño de la planta de tratamiento de agua residual(1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud, cap. 4.4m³,caudal 108 lts/hora) ,el Cálculo del tanque de almacenamiento de agua residual=600 lts, el Cálculo del tanque de almacenamiento de agua tratada=1.5 m³, el Diseño de la Red de</p>	<p>D2: Características del diseño</p>	<p>-Cálculo de la unidad de descarga de una vivienda multifamiliar de 3 pisos con 5 departamento=54 und</p> <p>-Cálculo de la montante según Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010=3” -Cálculo del tanque de almacenamiento de agua residual=800 lts</p> <p>-Diseño de la planta de tratamiento de agua residual (1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud, cap. 4.4m³, caudal 108 lts/hora)</p> <p>-cálculo del tanque de agua tratada 1.1m³</p> <p>-Cálculo de la cisterna de almacenamiento de agua tratada=1.2 m³</p> <p>-Diseño de la Red de distribución tubería de distribución de 1 ½” y tubería de alimentación de ½”</p>
--	--	---	---------------------------------------	---

		<p>distribución tubería de distribución de $\frac{3}{4}$ y tubería de alimentación de $\frac{1}{2}$.</p> <p>finalmente mediremos los procedimientos técnicos, paso 1: Calculo de cisterna de agua residual</p> <p>paso 2: PTAR (1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud)</p> <p>paso 3: cálculo de cisterna para agua tratada</p> <p>paso 4: cálculo de bomba y tanque de almacenamiento de agua tratada</p> <p>paso 5: cálculo y distribución de tuberías</p>	<p>D3: procedimientos técnicos</p>	<p>paso 1: Calculo de cisterna de agua residual</p> <p>paso 2: PTAR (1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud)</p> <p>paso 3: cálculo de cisterna para agua tratada</p> <p>paso 4: cálculo de bomba y tanque de almacenamiento de agua tratada</p> <p>paso 5: cálculo y distribución de tuberías.</p>
<p>VI2: reutilización de Agua residuales</p>	<p>La reutilización del agua es un fenómeno que ocurre en la tierra desde que los seres vivos existen sobre este fenómeno se le reconoce como el Ciclo Hidrológico del agua. García Orozco (2012)</p>	<p>La Variable de reutilización de aguas residuales, se medirá en función de cada uno de los indicadores como la Encuesta de satisfacción al sector de</p>	<p>D1: ventaja ambiental</p>	<p>-Encuesta de satisfacción al sector de la urbanización nuevo horizonte. (96% de la población optaría por un sistema de tratamiento de aguas residuales</p>

		<p>la urbanización nuevo horizonte. (96% de la población optaría por un sistema de tratamiento de aguas residuales, la Encuesta de consumo de agua diariamente realizada a 10% de la población= 841.5lts diarios y el Cálculo del porcentaje ahorro de agua por edificación= 30%.</p> <p>-Cálculo del Ahorro Económico = 119.30 soles mensualmente incluido el 18% IGV</p> <p>El Cálculo de la unidad de descarga de de una vivienda multifamiliar de 3 pisos con 5 departamentos=66 und,</p> <p>El Cálculo de la montante según Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010=3''</p> <p>Luego se tendrá el Diseño de la planta de tratamiento de agua</p>		<p>-Encuesta de consumo de agua diariamente realizada a 10% de la población= 841.5lts diarios</p> <p>-Cálculo del porcentaje ahorro de agua por edificación= 30%</p> <p>-Cálculo del Ahorro Económico = 119.30 soles mensualmente incluido el 18% IGV</p>
			<p>D2: Características del diseño</p>	<p>-Cálculo de la unidad de descarga de una vivienda multifamiliar de 3 pisos con 5 departamento=54 und</p> <p>-Cálculo del montante según Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010=3''</p> <p>-Cálculo del tanque de almacenamiento de agua residual=800 lts</p> <p>-Diseño de la planta de tratamiento de agua residual (1.5 m de</p>

		<p>residual (1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud, cap. 4.4m³,caudal 108 lts/hora) ,el Cálculo del tanque de almacenamiento de agua residual=600 lts, el Cálculo del tanque de almacenamiento de agua tratada=1.5 m³, el Diseño de la Red de distribución tubería de distribución de ¾ y tubería de alimentación de ½ .</p> <p>finalmente mediremos los procedimientos técnicos, paso 1: Calculo de cisterna de agua residual</p> <p>paso 2: PTAR (1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud)</p> <p>paso 3: cálculo de cisterna para agua tratada</p> <p>paso 4: cálculo de bomba y tanque de almacenamiento de agua tratada</p>	<p>diámetro, 2.5 m de longitud, cap. 4.4m³, caudal 108 lts/hora)</p> <p>-cálculo del tanque de agua tratada 1.1 m³</p> <p>-Cálculo de la cisterna de almacenamiento de agua tratada=1.2 m³</p> <p>-Diseño de la Red de distribución tubería de distribución de 1 ½" y tubería de alimentación de ½</p>	
			<p>D3: procedimientos técnicos</p>	<p>paso 1: Calculo de cisterna de agua residual</p> <p>paso 2: PTAR (1.5 m de diámetro, 2.5 m de longitud)</p> <p>paso 3: cálculo de cisterna para agua tratada</p> <p>paso 4: cálculo de bomba y tanque de almacenamiento de agua tratada</p> <p>paso 5: cálculo y distribución de tuberías.</p>

		paso 5: cálculo y distribución de tuberías.		
VD1: una vivienda multifamiliar	Según la (NORMA A.020) una vivienda multifamiliar se define así cuando se trata de dos o más viviendas en una sola edificación y donde el terreno es de propiedad común.	La Variable dependiente de una vivienda multifamiliar, se medirá en función de Estudios de mecánica de suelo (Tipo suelo arenosos (S-3) , contenido humedad natural de =2.54%, capacidad admisible=1.22 kg/cm, zapata no menor 1.80m, cimiento corrido no menor a 1.20m de profundidad. Vivienda multifamiliar de 3 pisos, 5 departamentos con un área total de 164 m2.	D1: Características de diseño	-Estudios de mecánica de suelo (Tipo suelo arenosos (S-3), contenido humedad natural de =2.54%, capacidad admisible=1.22 kg/cm, zapata no menor 1.80m, cimiento corrido no menor a 1.20m de profundidad. -Vivienda multifamiliar de 3 pisos, 5 departamentos con un área total de 164m2.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Recolección y organización de datos “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021”

Objetivos Específicos	Fuente	Técnica	Instrumento	logro se redacta en futuro
“Determinar las características del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura 2021”	Criterios de diseño	Análisis documental	Reglamento nacional de edificaciones y reglamento de la calidad del agua para consumo humano ds n° 031-2010-sa.	Determinar los criterios que se van a emplear para la elaboración del sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales.
“Determinar las ventajas ambientales y económicas del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”	ventajas ambientales y económicas del diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021	Encuesta	Cuestionario	Se quiere lograr recolectar opiniones de los vecinos del sector con el fin de saber que saben acerca de los beneficios de un sistema de tratamiento y reutilización de agua residuales.
“Determinar los procedimientos técnicos utilizados en el diseño de un sistema de	Tipos de sistemas empleados para tratamiento	Análisis documental	Tesis	Realizar el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización

tratamiento y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021”	y reutilización de aguas residuales para el uso doméstico en una vivienda multifamiliar en la provincia de Sullana-Piura, 2021			de aguas residuales
---	--	--	--	---------------------

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: John Franco Rodríguez Meca con DNI N°: 45663925 ing. Civil N° CIP: 130716, de profesión Ingeniero Civil actualmente se encuentra trabajando en la constructora js Arquitectura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Encuesta y Ficha de Observación.

Ficha de observación.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el 20 de diciembre del 2020.

Ing. : John Franco Rodríguez Meca

DNI : 45663925

Especialidad : Ingeniero Civil

E-mail : ingjohnfranco@gmail.com

John Franco Rodríguez Meca
Ingeniero Civil
CIP. 130716

Anexo 5: Instrumento de recolección de datos cuestionario aplicado a 100 vecinos del sector Nuevo Horizontes Nuevo Sullana en la provincia de Sullana- Piura.

ENCUESTA:

PROYECTO	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SULLANA-PIURA, 2021”
AUTORES	<ul style="list-style-type: none">● ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA● SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH

NOMBRE:

1.-DE LA ESCALA DE 1 AL 5, DONDE 1 ES POCO Y 5 ES BASTANTE, ¿QUÉ TAN IMPORTANTE CREE QUE ES CONTAR CON AGUA POTABLE?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

2.- ¿CON QUÉ FRECUENCIA CUENTA CON AGUA POTABLE EN SU VIVIENDA?

- a) Todos los meses del año (todos los días)
- b) Algunos días a la semana
- c) Algunos meses del año
- d) No cuento con agua potable
- e) Solo los fines de semana

3.- ¿CONSUME AGUA POTABLE a DIARIO?

- a) SI
- b) NO

4.- ¿EN EL RANGO DE QUÉ HORARIOS CONSUME AGUA POTABLE AL DÍA?

- a) 6 a.m. – 10 a.m.

b) 2 p.m. – 6- p.m.

5.- ¿TIENE CONOCIMIENTO ACERCA DEL TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES?

a) No conozco del tema

b) Conozco lo básico del tema

c) Si conozco muy bien del tema

6.- ¿CREE QUE SE PUEDA REUTILIZAR EL AGUA RESIDUAL, PARA FINES (USOS) DOMÉSTICOS?

a) No, no se puede reutilizar para fines domésticos

b) Sí, claro que se puede reutilizar para fines domésticos

7.- POR FAVOR PODRÍA SUSTENTAR EL "POR QUÉ" DE SU RESPUESTA ANTERIOR

8.- ¿CONSIDERA QUE REUTILIZAR EL AGUA RESIDUAL TIENE VENTAJAS ECONÓMICAS?

a) SI

b) NO

9.- ¿CONSIDERA QUE REUTILIZAR EL AGUA RESIDUAL TIENE VENTAJAS AMBIENTALES?

a) SI

b) NO

10.- ¿SABÍA QUE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUALES EN VIVIENDA, REDUCE COSTOS DEBIDO A QUE SE REDUCE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE Y A SU VEZ ESTO APORTA SIGNIFICATIVAMENTE AL MEDIO AMBIENTE?

a) SI

b) NO

11.- TENIENDO YA UN PREVIO CONOCIMIENTO DE UNA DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y AMBIENTALES, ¿CREE USTED EN FUTURO TENER EN CUENTA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN SU VIVIENDA?

a) SI

b) NO

12.- ¿CÓMO HABITANTE DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE NUEVO SULLANA, LE GUSTARÍA A USTED, ¿IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES?

a) SI

b) NO

13.- SI EN LA PREGUNTA ANTERIOR SU RESPUESTA FUE SÍ, INDIQUE EL ¿POR QUÉ? LE GUSTARÍA IMPLEMENTAR ESTE TIPO DE SISTEMA

14.- ¿CONSIDERA QUE ESTE SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PODRÍA SER BENEFICIOSO EN EL SECTOR DE NUEVO HORIZONTES NUEVO SULLANA?

a) SI

b) NO

15.- SI EN LA PREGUNTA ANTERIOR SU RESPUESTA FUE SÍ, INDIQUE EL "POR QUÉ" ESTE SISTEMA SERÍA BENEFICIOSO EN SU SECTOR.

FUENTE: Propia

Anexo 5: Instrumento de recolección de datos cuestionario aplicado a 10 viviendas del sector Nuevo Horizontes Nuevo Sullana en la provincia de Sullana- Piura.

ENCUESTA:

PROYECTO	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SULLANA-PIURA, 2021”
AUTORES	<ul style="list-style-type: none">● ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA● SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH

NOMBRE Y APELLIDO DEL JEFE DE FAMILIA:

N° DE INTEGRANTES DE LA FAMILIA: _____

TIPO DE VIVIENDA: _____ **N° DE VIVIENDA:** _____

¿DE DONDE OBTIENE EL AGUA DE CONSUMO?

Red Pública

Carro Repartidor

Pozo

Otros

¿CON QUE TIPO DE INSTALACIÓN CUENTA LA VIVIENDA

Inodoro y Alcantarillado

Inodoro y Pozo Séptico

Inodoro y Pozo Ciego

Letrina

¿CONSIDERACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE?

Bueno

Regular

Malo

¿CONSIDERACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO?

Bueno

Regular

Malo



CONSUMO DE AGUA POTABLE:

USO DE DUCHA:

	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO DE USO	TIEMPO TOTAL DE USO
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

USO DE LAVADERO DE MANOS:

	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO DE USO	TIEMPO TOTAL DE USO
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

USO DE LAVADERO (LAVANDERÍA):

	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO DE USO	TIEMPO TOTAL DE USO
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

USO DE LAVADORA:

	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO DE USO	TIEMPO TOTAL DE USO
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES:

TANQUE DEL INODORO:

	VOLUMEN DEL TANQUE	N° DE VECES QUE TIRA DE LA CADENA	CANTIDAD TOTAL DE AGUA REQUERIDA
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

LAVADO DE PISOS:

	VOLUMEN DEL TANQUE	N° DE VECES QUE TIRA DE LA CADENA	CANTIDAD TOTAL DE AGUA REQUERIDA
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

NOTA:

EN ESTE INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS SE ESTÁ CONSIDERANDO EL CONSUMO SEMANAL DE AGUA POTABLE DEL GRUPO FAMILIAR

FUENTE: Propia

Anexo 6: Instrumento de recolección ficha de observación aplicado a 10 viviendas del sector Nuevo Horizontes Nuevo Sullana en la provincia de Sullana- Piura.

FICHA DE OBSERVACIÓN

PROYECTO	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SULLANA-PIURA, 2021”
AUTORES	<ul style="list-style-type: none">● ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA● SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH

N° DE VIVIENDA:

¿La vivienda cuenta con cisterna para el almacenamiento de agua?

SI

NO

¿La vivienda cuenta con tanque elevado?

SI

NO

¿Tiene buzón para el alcantarillado?

SI

NO

¿Cuenta su vivienda con medidor de agua?

SI

NO

FUENTE: Propia

Anexo 7: Foto tomada en el sector nuevo horizonte.

En la foto se puede visualizar a los integrantes del grupo aplicando la encuesta de satisfacción.



Fuente: propia

En la foto se puede apreciar la escasez de agua y los vecinos del sector de Nuevo horizonte recurren a la compra de agua.



Fuente: propia

Anexo 8: Estudios de mecánica de suelos



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y
GEOTECNIA PARA EL
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE REUTILIZACION DE
AGUAS RESIDUALES PARA USO
DOMESTICO EN UNA VIVIENDA
MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE
SULLANA – PIURA – 2021”**

PIURA OCTUBRE DEL 2021


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA PARA UN "DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA PIURA - 2021"

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

- 1.1.- INTRODUCCION
- 1.2. - OBJETIVOS DEL PROYECTO
- 1.3. - NORMATIVIDAD
- 1.4.- UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.5. - ACCESO AL AREA DE ESTUDIO
- 1.6.- CONDICIONES CLIMATICAS
- 1.7. - METODOLOGIA DE TRABAJO

CAPITULO II: GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1. - GEOLOGIA LOCAL
 - 2.1.1. - Formación Verdun
 - 2.1.2. - Formación Chira
 - 2.1.3. - Depósitos Cuaternarios
- 2.2.- FENOMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA.
- 2.3.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES

CAPITULO III.- CONTEXTO TECTONICO – ESTRUCTURAL REGIONAL

- 3.1.- ESTILO TECTONICO IMPERANTE
- 3.2.-. LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES
- 3.3.- GEOLOGIA DEL AREA DE FUNDACION DE LA ESTRUCTURA
- 3.4.- FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA.

CAPITULO IV.- FENOMENO DE GEODINAMICA INTERNA.

- 4.1.-Sismicidad y Riesgo Sísmico
- 4.2.-Parámetros para diseño Sismo Resistente
- 4.3.-Análisis de licuación de Arenas


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP. 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



CAPITULO V: ACTIVIDADES REALIZADAS

5.1. - EXPLORACION DEL SUBSUELO.

5.1.1.- Excavación de Calicatas, Muestreo de Suelos y Perfiles Estratigráficos

5.1.2. - Descripción de Calicatas

5.2. - ENSAYOS DE LABORATORIO

5.2.1.- Contenido de Humedad Natural

5.2.2.- Peso Específico

5.2.3.- Análisis granulométrico por tamizado

5.2.4.- Límite de Consistencia AASHO – 89 – 60

5.2.5.- Ensayos de Corte Directo

5.2.6.- Análisis químico por agresividad

CAPITULO VI: ANALISIS DE LA CIMENTACION DE OBRAS

6.1. - PROPIEDADES FISICO MECANICS DE LAS OBRAS

6.2. - CLASIFICACION DE SUELOS

6.3. - ANALISIS DE LA CIMENTACION

6.3.1- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

6.3.2- TIPO DE CIMENTACION

6.4. - CAPACIDAD PORTANTE

6.5. - CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

6.6. -CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

6.7. -CALCULO DE ASENTAMIENTO

6.7.1 – ASENTAMIENTOS ELASTICOS.

6.8. - CONDICIONES DE CIMENTACION


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES.

ANEXOS

- TESTIMONIO FOTOGRÁFICO

- ENSAYOS DE LABORATORIO



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TEXTO



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1.- INTRODUCCION

El presente estudio se emplaza A.A. H.H. Nuevo Horizonte - en provincia de Sullana, departamento de Piura con una altitud promedio de 65 msnm, y sus coordenadas geométricas según el sistema WGS son 4° 53' 24" Sur, y 80° 41' 15". y fue solicitado por los tesisistas Ortiz Agurto Cristina Luz América y Sánchez Rivera Andrea Elizabeth

Se realizó el estudio de suelos por medio de excavación de una (01) calicata con la finalidad de estudiar el comportamiento del suelo y del subsuelo y definir el corte de materiales sueltos y compactos, así como los parámetros físico-mecánico del terreno de fundación, dándonos información de la capacidad admisible, asentamientos y las recomendaciones generales que nos servirán para que el proyectista diseñe la cimentación.

El acceso a la zona del estudio se realizó desde la ciudad de Piura por la panamericana norte hacia la ciudad de Sullana al llegar al Ovalo Turicarami se cruza hacia la izquierda pasando la URB jardín, URB. Mariano Santos, URB. Popular Villa Primavera, URB. Popular Héroes del Cenepa hasta llegar a la A.A.H.H. Nuevo Sullana hasta llegar a la URB. Popular Nuevo Horizonte lugar del presente estudio

El suelo está representado por arenas pobremente graduadas friccionantes de grano fino y su clasificación SUCS es SP. sin presencia de napa freática.

Sullana se divide en dos climas: tropical y sabana tropical. La provincia de Sullana dice muchos, es la más cálida de la costa peruana con una temperatura promedio de 28 °C durante todo el año: temperaturas mínimas de 16 °C durante las noches del invierno y máximas de verano cercanas a los 40 °C, aunque se tiene una sensación térmica que muchas veces sobrepasa los 42 °C a la sombra debido a que el valle está ubicado por debajo del nivel del mar. Los inviernos son secos sin lluvias y más templados, aunque el sol siempre radiante, cae con dureza durante la tarde, los veranos son más húmedos con noches de lluvia. La mayor parte del año la temperatura raramente baja de los 30 °C durante el día.

El alcance del presente estudio comprende desde la evaluación del estado del suelo del área del estudio hasta la elaboración del informe final.

Los estudios se realizan con la recopilación de información, muestras decampo, procesamiento de muestras en el laboratorio, y la interpretación de los resultados.

1.2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El presente informe tiene como objetivo realizar el estudio de del proyecto **DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA – PIURA – 2021"**, provincia de Sullana, este trabajo se realizó por medio de exploración de campo (calicatas) y ensayos de laboratorio, para determinar, la estratigrafía, las propiedades físicas y mecánicas del suelo, y posibles peligros geológicos. Dándonos información de la capacidad portante y admisible, asentamientos y las recomendaciones generales que nos servirán para la


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



sobrepasa los 42 °C a la sombra debido a que el valle está ubicado por debajo del nivel del mar. Los inviernos son secos sin lluvias y más templados, aunque el sol siempre radiante, cae con dureza durante la tarde, los veranos son más húmedos con noches de lluvia. La mayor parte del año la temperatura raramente baja de los 30 °C durante el día.

Con una precipitación pluvial anual promedio de 100 mm. Sin embargo, como consecuencia del Fenómeno del Niño, se producen precipitaciones pluviales extraordinarias, con una recurrencia aproximada de 11 años, originando escorrentías y por tanto, erosión intensa y movimiento de materiales detríticos originando problemas de inundación.

1.7.- METODOLOGIA DE TRABAJO.

Para la realización del presente trabajo se ha establecido el siguiente esquema:

- Reconocimiento del terreno con fines de programar las excavaciones.
- Reconocimiento Geológico de áreas adyacentes.
- Mapeo superficial del área de influencia del proyecto con fines de establecer las diferentes unidades estratigráficas.
- Trabajos de excavación, descripción de calicatas y muestreo de suelos alterados.
- Ensayos de laboratorio y obtención de parámetros Físico- mecánicos de los suelos.
- Análisis de la Capacidad Portante de los diferentes tipos de suelos
- Redacción del informe.

CAPITULO II: GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

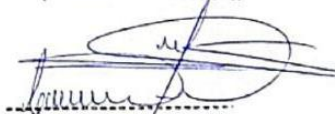
2.1.- GEOLOGIA LOCAL

El área de estudio corresponde geomorfológicamente a la denominada Cuenca Para Andina, limitada al Oeste por la Cadena denominada Los Amotapes y por el Este con los contrafuertes Andinos y se caracteriza por su topografía suave con pequeñas colinas y compuestas de materiales de edad Terciaria a Cuaternaria.

Geológicamente el área está constituida por rocas de Edad terciaria de las formaciones Chira - Verdún caracterizadas por presentar una litología compuesta por una alternancia de lutitas y areniscas de color marrón y gris verdosa respectivamente; y que conforman las pequeñas colinas que se observan a lo largo del curso inferior del Río Chira.

Suprayaciendo a la roca Terciarias, afloran depósitos Pleistocénicos constituidos por conglomerados y areniscas de matriz carbonatada, de resistencia media a alta; finalmente se encuentran los depósitos cuaternarios contemporáneos, caracterizados por presentar diversidad, destacando los depósitos aluviales, deluviales y eólicos en proceso de diagénesis.

El relieve de la zona es de una topografía moderada, formando colinas y depresiones por donde drenan las aguas durante las épocas de intensa precipitación pluvial (meses de enero a marzo).


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495



2.1.1. - Formación Verdun. –

El Eoceno Superior aflora a lo largo de toda la margen derecha e izquierda del Río Chira y está representado por las areniscas de la Formación Verdún, que, hacia el Oeste del área de estudio, descansan en disconformidad con el Grupo Talara y su contacto superior es transicional hacia la Formación Chira.

Esta Formación es reconocible por su potente espesor de areniscas masivas, con gradación vertical a areniscas poco consolidadas e intercaladas con algunos horizontes lutáceos fácilmente disgregables.

2.1.2.- Formación Chira.-

Esta formación de carácter regional aflora en mayor proporción, conformando la base de los cerros que integran los Amotapes, descansa transicionalmente sobre el Verdún y Formaciones más antiguas.

Si bien la Formación Chira tiene filiación lutácea, esta condición no implica un comportamiento similar a las bentonitas, caracterizadas por su alta expansividad y alta plasticidad.

2.1.3.- Depósitos Cuaternarios

Estos materiales in consolidados constituyen los suelos aluviales, fluviales, deluviales, proluviales y eólicos ubicados en los valles cultivados, laderas y quebradas que discurren de los cerros hacia el valle principal.

En la zona del estudio los depósitos de los suelos pertenecen a cuaternario reciente y esta clasificados como arenas pobremente graduadas sin presencia de napa freática superficial.

2.2.- FENÓMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA.

De los procesos Físico Y Geológicos Contemporáneos de Geodinámica externa, la mayor actividad corresponde a los procesos de erosión e inundación de las zonas depresivas durante los periodos extraordinarios de lluvias, relacionadas con el "Fenómeno de El Niño".

Los factores que influyen en los fenómenos geológicos mencionados son: precipitaciones pluviales, filtraciones etc.

Los fenómenos de Geodinámica externa afectan en general al área de estudio y zonas adyacentes en pocas de intensas precipitaciones pluviales; siendo el principal de ellos la inundación, y afectaran eventualmente la infraestructura a construirse durante los periodos de ocurrencia de los mismos, caso del "Fenómeno de El Niño" que es de carácter cíclico y de periodo de recurrencia de 11 a 12 años de promedio; aunque no siempre de la misma intensidad por lo que en el diseño debe considerarse un drenaje adecuado.



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



Por otro lado, por el tipo de suelo (arenas) predominante, en épocas de avenidas, la velocidad de erosión aumenta considerablemente, poniendo en riesgo la seguridad de las estructuras, para lo cual es necesario tomar las precauciones del caso.

2.3.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES.

La región donde se ubica la zona de estudio se encuentra en la depresión Para - Andina, limitada por la línea de Costa Pacífica al Oeste y las estribaciones de la Cordillera Occidental al Este, en donde se observan fallas de tipo normal. La Depresión se encuentra rellena por materiales de diferente composición, formando canteras de arcillas, arenas de origen aluvial, eólico ó marino, las que actualmente conforman la llanura costanera, en la que se observan pequeñas depresiones y colinas y que en épocas de grandes avenidas las primeras son inundadas.

CAPITULO III.- CONTEXTO TECTONICO – ESTRUCTURAL REGIONAL

3.1.- ESTILO TECTONICO IMPERANTE

Los elementos principales del régimen sismo tectónico peruano que afectan a la zona de estudio que afectan son:

La zona de subducción a lo largo de la costa oeste del Perú donde la placa Oceánica de Nazca subduce por debajo de la placa continental Sudamericana.

Cuando las placas se acercan entre sí, o convergen, la corteza se destruye a medida que una placa se superpone a la otra. Las placas oceánicas son más pesadas y más delgadas y debido a ello por lo general se desplazan hacia abajo de las placas continentales, más livianas y gruesas.

En estas zonas también hay volcanes. Cuando la corteza oceánica fría es empujada hacia abajo por una placa continental, su temperatura se eleva debido al manto caliente subyacente.

Durante millones de años, se han ido acumulando capas gruesas de sedimentos sobre el antiguo suelo oceánico de basalto. Estas capas contienen arena y lodo provenientes de los ríos y fragmentos de conchas de organismos marinos. Cuando las placas oceánicas se deslizan por debajo de las placas continentales, los sedimentos son arrastrados hacia el manto, donde se calientan, se derriten y crean una nueva clase de magma que forma un tipo de roca llamado andesita, que recibe su nombre por las montañas de los Andes en América del Sur (un ejemplo de zona de subducción). El magma ande sítico a menudo se escapa a través de grietas hacia la superficie y provoca erupciones volcánicas.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



FIGURA N° 2



Cuando las placas se acercan entre sí, en lugar de hundirse una debajo de otra, pueden "arrugarse". El resultado es la formación de montañas.

El movimiento de transformación de las placas ocurre cuando dos placas se mueven lateralmente y se rozan entre sí. El resultado muy probablemente será un terremoto

FIGURA N° 3



3.2.- LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES

La cuenca parandina, limitada por el Oeste con los Amotapes y por el Este con el estribo de la Cordillera Occidental como un arco estructural producto de las deformaciones sufridas en la zona estructural han sido intensas, habiéndose iniciado desde el Precámbrico, complicando el basamento las tectónicas posteriores, donde además se observan valles de los ríos Chira, Piura.

3.3.- GEOLOGIA DEL AREA DE FUNDACION DE LA ESTRUCTURA

Los suelos encontrados en el área de estudio son arenas pobremente graduadas SP de



baja, resistencia a la penetración sin presencia de napa freática.

CAPITULO IV FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA

4.1.- Sismicidad y Riesgo Sísmico Sismicidad

Debido a la confluencia de las placas tectónicas de Cocos y Nazca, ambas que ejercen un empuje hacia el Continente, a la presencia de las Dorsales de Grijalvo y Sarmiento, a la presencia de la Falla activa de Huaypirá se pueden producir sismos de gran magnitud como se observa en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 01
Sismos Históricos (MR > 7.2) de la región.

Fecha	Magnitud Escala Richter	Hora Local	Lugar y Consecuencias
Jul. 09 1587	---	19:30	Sechura destruida, número de muertos no determinado
Feb. 01 1645	---	---	Daños moderados en Piura
Ago. 20 1657	---	---	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Jul. 24 1912	7,6		Parte de Piura destruido
Dic. 17 1963	7,7	12:31	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Dic. 07 1964	7,2	04:36	Algunos daños importantes en Piura, daños en Talara y Tumbes
Dic. 09 1970	7,6	23:34	Daños en Tumbes, Zorritos, Máncora y Talara.

Riesgo sísmico

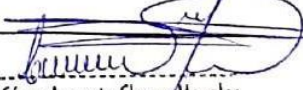
Se entiende por riesgo sísmico, la medida del daño que puede causar la actividad sísmica de una región en una determinada obra o conjunto de obras y personas que forman la unidad de riesgo.

El análisis del riesgo sísmico de la región en estudio define las probabilidades de ocurrencia de movimientos sísmicos en el emplazamiento, así como la valoración de las consecuencias que tales temblores pueden tener en la unidad analizada.

La probabilidad de ocurrencia en un cierto intervalo de tiempo de un sismo con magnitud superior a M, cuyo epicentro esté en un cierto diferencial de área de una zona sísmica que se considere como homogénea puede deducirse fácilmente si se supone que la generación de sismos es un proceso de Poisson en el tiempo cuya experiencia tiene la forma de la ecuación:

$$\text{LOG } N = a - bM$$

En este sentido, la evaluación del riesgo sísmico de la región en estudio ha sido estimada usando los criterios probabilísticos y determinísticos obtenidos en estudios de


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



evaluación previa del riesgo sísmico en el Norte del Perú, J. F. Moreano S. (trabajo de investigación docente UNP, 1994) establece la siguiente ecuación mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la ley de recurrencia : $\text{Log } n = 2.08472 - 0.51704 \text{ +/- } 0.15432 \text{ M}$. Una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el período medio de retorno para sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 Mb. se puede observar en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 02

Magnitud Mb	Probabilidad de Ocurrencia			Período medio de retorno (años)
	20 (años)	30 (años)	40 (años)	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

4.2- Parámetros para Diseño Sismo – Resistente

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica para el territorio Peruano (Normas Técnicas de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente), el área de estudio se ubica en la zona IV, cuyas características principales son:

1. Sismos de Magnitud VII MM
2. Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
3. El mayor Peligro Sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin,1978) :
 - Temblores Superficiales debajo del océano Pacífico.
 - Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
 - Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes occidentales.
 - Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y Huaypira de actividad Neotectónica.

De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio:

CUADRO N° 03

Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 4
Factor de zona	Z (g) = 0.45
Suelo Tipo	S – 3
Amplificación del suelo	S = 1.10
Periodo predominante de vibración Sísmico	Tp = 1.0 seg Tl = 1.6 seg
Uso	U = 1.0
Categoría de la Edificación	c
Sistema Estructural	Ro = 7


 César Augusto Cherre Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP 72495



áreas con condiciones geológicas similares, casos de Tumbes, Chimbote y Bayovar. Si bien, tanto el método probabilístico como determinístico tienen limitaciones por la insuficiencia de datos sísmicos, se obtiene criterios y resultados suficientes como para llegar a una evaluación aproximada del riesgo sísmico en esta parte de la región Piura.

Según datos basados en el trabajo de CIASA-Lima (1971) usando una "lista histórica" se ha determinado una ley de recurrencia de acuerdo con Gutenberg y Richter, que se adapta "realísticamente" a las condiciones señaladas, es la siguiente:

$$\text{Log } N = 3.35 - 0.68m.$$

En principio, esta ley parece la más apropiada frente a otros, con la que es posible calcular la ocurrencia de un sismo $M \geq 8$ para periodos históricos. En función de los periodos medios de retorno determinados por la Ecuación 1, y atribuyendo a la estructura una vida operativa de 50 años, es recomendable elegir el terremoto correspondiente al periodo de 50 años, el cual corresponde a una magnitud $M_b = 7.5$. Para fines de cálculo se ha tomado también el de $M_b = 8$, correspondiente a un periodo de retorno de 125 años.

De acuerdo con Lomnitz (1974), la probabilidad de ocurrencia de un sismo de $M_b = 7.5$ es de 59% y la de un sismo de $M_b = 8$ es de 33%.

FIGURA N° 04

Mapa de intensidades sísmicas del Perú



Así mismo es necesario mencionar que las limitaciones impuestas por la escasez de información sísmica en un período estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilístico y la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una



FIGURA N° 05
Mapa de zonificación sísmica
Zona de estudio ubicada en la zona 04



El factor de reducción por ductilidad y amortiguamiento depende de las características del diseño del proyecto según los materiales usados y el sistema de estructuración para resistir la fuerza sísmica.

4.3.- Análisis de Licuación de Arenas

En suelos granulares, particularmente arenosos las vibraciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta. Esta pérdida de resistencia del suelo se manifiesta en grandes asentamientos que ocurren durante el sismo ó inmediatamente después de éste. Sin embargo, para que un suelo granular, en presencia de un sismo, sea susceptible a licuar, debe presentar simultáneamente las características siguientes (Seed and Idriss):

- ✓ Debe estar constituido por arena fina a arena fina limosa.
- ✓ Debe encontrarse sumergida (napa freática).
- ✓ Su densidad relativa debe ser baja.

Se puede afirmar que los suelos de fundación son arenas pobremente graduadas.



baja resistencia y no estando presente el nivel freático, nos permite considerar que es poco probable que ocurran fenómenos de licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud.

CAPITULO V: ACTIVIDADES REALIZADAS

Para la ejecución del presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento del terreno para programar la excavación.
- Reconocimiento Geológico de áreas adyacentes.
- Trabajos de excavación de calicatas.
- Descripción de calicata y muestreo de suelos alterados e inalterados (monolitos).
- Ensayos de laboratorio y obtención de parámetros Físico- Mecánicos de los suelos.
- Análisis de la Capacidad Portante y Admisible del terreno con fines de cimentación.
- Redacción del informe.

5.1. - EXPLORACION DEL SUBSUELO.

La exploración del Subsuelo se realizó a través de labores como son excavación de calicatas.

5.1.1. - Excavación de Calicatas, Muestreo de Suelos y Perfiles Estratigráficos.

Con la finalidad de ubicar las zonas de excavación de las calicatas en el terreno se realizó un reconocimiento de campo, determinándose la excavación de una (01) calicata, llegando a la profundidad de tres metros (3.00m) ubicadas en el área a cimentar. La calicata se excavo a cielo abierto con el objeto de verificar la estratigrafía del terreno y determinar su capacidad admisible.

En la calicata excavada, se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción. Así mismo se procedió a la obtención de muestras disturbadas para los ensayos granulométricos, peso específico, Humedad Natural, toma de muestras de suelos inalterados constituidos por monolitos que permitieron obtener los parámetros mediante ensayos de corte directo y Compresibilidad del suelo, etc. Posteriormente se realizó la descripción litológica de los diferentes horizontes.

5.1.2.- Descripción de Calicatas

Con la información obtenida mediante los análisis granulométricos, y observando el perfil estratigráfico de las calicatas, se ha establecido la siguiente columna estratigráfica:

✓ CALICATA C-1

0.00m - a 3.00 m.

Arena pobremente graduada de grano fino friccionante de color beige, bajo contenido de humedad, con grado de compacidad a la resistencia baja clasificada por SUCS como SP.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



No se encontró nivel freático.

5.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO.-

La toma de muestras disturbadas se realizó para cada horizonte, para ensayos de humedad natural, granulometría, límites de Atterberg, peso específico y muestras inalteradas para los ensayos de corte directo Contenido de Humedad Natural (ASTM D 2216)

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422)
- Peso Específico de los Suelos (ASTM D 854)
- Peso Volumétrico de los Suelos
- Corte Directo con Especímenes Remoldeados y Saturados (ASTM D3080)
- Análisis Químicos por Agresividad al Concreto (Sales Solubles Totales, Sulfatos, Cloruros y Carbonatos)

5.2.1.- Contenido de Humedad Natural. –

De acuerdo al ensayo realizado, a la muestra se han podido establecer la humedad natural de (2.54%), no se evidenció la presencia de nivel freático hasta la profundidad excavada.

5.2.2.- Peso Específico. -

El suelo ensayado tiene el siguiente valor 2.44 gr/cm^3 ; en función a su contenido de minerales.

5.2.3.- Análisis granulométrico por tamizado. -

Este ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco permite identificar el tipo de suelo, clasificándolo como arenas pobremente graduadas de grano fino friccionaste.

5.2.4.- Límite de Consistencia AASHO – 89 – 60.-

Con las fracciones que pasan el tamiz N° 40, se realizaron ensayos de límites de consistencia de las muestras, dando como resultado no plásticas.

5.2.5.- Ensayos de Corte Directo. -

Con la finalidad de obtener los parámetros del ángulo de rozamiento interno (Y) y la cohesión (C) de los materiales se programaron ensayos de corte, en muestras inalteradas en los suelos del tipo arenoso de baja compacidad ubicada en la zona del terreno, en los intervalos de 1.00 m. a 3.00m. de profundidad.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



CUADRO N° 04

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PESO VOLUMETRICO Gr/cm ³	CONTENIDO DE HUMEDAD W%
C - 1	1.00 – 3.00	30°	1.68	2.54%

5.2.6.- Análisis Químico por Agresividad

Con el fin de evaluar la agresividad de los suelos hacia el concreto se realizaron los ensayos químicos para determinar el contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos, habiéndose obtenido valores moderados, por lo que es necesario utilizar cemento tipo MS (Ver resultados en anexos).

CUADRO N° 5 CONTENIDOS DE SALES PARA LA CIMENTACION

Presencia en el Suelo de	p.p.m	Grado de Agresividad	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 – 1000 1000 – 2000 2000 - 20,000	Leve Moderado Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

- * Comité 318-83 ACI
- ** Experiencia Existente

CUADRO 06 Resultados de ensayos Químicos

Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	SALES SOLUBLES (%)	Cloruros (%)	Sulfatos (%)
C - 1	M-1/M1	0.00 ~ 3.00	0.035	0.024	0.029

De acuerdo a los valores de los sulfatos del ensayo químico por agresividad se debe trabajar para la cimentación con cemento tipo I o MS.

CUADRO N° 7 PROPIEDADES GEOMECHANICAS DEL SUELO

calicatas	GRAVAS%	ARENAS%	FINOS	I.P.%	W %
C - 1/M2	0.00	96.05	3.95	N.P.	2.54


 Cesar Augusto Cherre Morales
 INGENIERO CIVIL



CAPITULO VI: ANALISIS DE LA CIMENTACION DE LAS OBRAS.

6.1.- PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LOS SUELOS.

Las características físicas y mecánicas de los suelos que se han identificado en la zona de estudio, están relacionados con los parámetros del ángulo de fricción interna, la cohesión, densidad natural, tipos de suelos, peso específico, humedad natural, asentamientos relativos de suelos los y otras características que han permitido zonificar los diferentes tipos de suelos. Los resultados determinados mediante ensayos de laboratorio y de acuerdo a las normas técnicas establecidas, se dan en el cuadro de propiedades de los suelos en el presente estudio.

6.2.- CLASIFICACION DE SUELOS.

En la zona de estudio se han encontrado suelos que mediante los análisis de Granulometría por tamizado y los Indices de plasticidad han sido clasificados como: arenas pobremente graduadas, que han sido descrita en los perfiles estratigráfico que se acompañan al presente estudio.

6.3.- ANALISIS DE LA CIMENTACION.

En el análisis de cimentación se debe considerar los parámetros que afectan la capacidad de carga como ángulo de fricción interna (ϕ), geometría de la cimentación (largo, ancho y profundidad), estratificación del suelo, nivel freático, compacidad del suelo, peso volumétrico,

6.3.1 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, registros estratigráficos, características de las estructuras a construir y esfuerzos que transmitirá al suelo de fundación la estructura proyectada, se recomienda cimentar.

Zapatas aisladas cimentar profundidad mínima de $D_f=1.80m$ por debajo del terreno natural por debajo del terreno natural

Estas profundidades pueden ser cambiadas por el consultor de acuerdo a la carga actuante que tiene como solicitud o de acuerdo a su criterio.

6.3.2.- TIPO DE CIMENTACION

Por la naturaleza del tipo de suelo se recomienda una cimentación superficial que el Ingeniero estructural debe adecuarlos según su diseño y proyecto, ya sea con cimientos corridos, zapatas aisladas, zapatas conectadas o losa de cimentación según corresponda y a la profundidad mínima indicada. Para este caso se recomienda el uso de zapatas aisladas o criterio del proyectista.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495



6.4.-CAPACIDAD PORTANTE

Se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

Llamada también capacidad última de carga del suelo de cimentación. Es la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada. Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi 1943 modificada por Vesic 1975, para zapatas de base rugosas en el caso de un medio friccionante.

El cálculo de la capacidad portante y la capacidad admisible del suelo se ha realizado en base a las características del subsuelo de fundación y la geometría de la cimentación.

En el análisis de la capacidad última de carga para este caso se ha tenido en consideración las características de los suelos críticos encontrados en la calicata, puesto que representan toda el área del estudio.

La capacidad última de carga se ha determinado Usando la ecuación del análisis de equilibrio de Terzaghi modificado por Vesic.

FIGURA N° 06

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_\gamma N_\gamma + \gamma D_f S_q N_q$$

q_{ult} = Capacidad última de carga en kg/cm²

γ = Peso volumétrico en gr/cm³

B = Ancho de la zapata en ml.

D_f = profundidad de cimentación en ml.

N_c, N_q y N_γ = Factores de capacidad de carga

S_c, S_q y S_γ = Factores de forma.

SE HA CONSIDERADO EL AFECTO DE FALLA LOCAL

$$\phi = \text{Arctg}(2/3 * \text{tg}(\phi^\circ)) \quad \phi = \text{Arctg}(2/3 * \text{tg}(30^\circ)) \quad \phi = 21.8^\circ$$


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



6.5.- CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

La capacidad admisible de trabajo, que es la capacidad portante del suelo sobre el factor de seguridad, debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

- Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independiente de la deformación, la capacidad portante se denomina carga de hundimiento.
- Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por este, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asentamientos admisibles.

6.6.- CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Como se ha podido observar, el valor de q_{ult} es el esfuerzo límite más no el admisible o de diseño de la cimentación. Terzaghi recomienda para Q_{adm} un factor de seguridad no menor de tres. Denominado también como "carga de Trabajo" o "Presión de Diseño" es la capacidad admisible del terreno el que se deberá usar como parámetro de diseño de la estructura.

$$P_t = \frac{Q_c}{F_s}$$

Donde: P_t = Presión de trabajo (kg/cm²)
 Q_{ult} = Capacidad última de carga (kg/cm²)
 F_s = Factor de seguridad (3.0).

6.7.- CALCULO DE ASENTAMIENTO.

6.7.1.-ASENTAMIENTOS ELASTICOS.

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos Totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa 2.50cm (edificaciones), que es el asentamiento máximo para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964). Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos. El asentamiento elástico inicial será:

CALCULO DEL ASENTAMIENTO ELASTICO.

$$S_i = \frac{q_{ad} B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$$


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP. 72495



Donde:

- S_i** : Asentamiento producido en cm
- μ** : Coeficiente de Poisson = 0.25
- I_f** : Factor de forma (cm/m)
- E_s** : Módulo de elasticidad (t/m²)
- q_{ad}** : Capacidad admisible (t/m²)
- B** : Ancho de la cimentación
- L** : Longitud de la cimentación

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida; se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga

FIGURA N° 07

ASENTAMIENTO (S_i) Cimentación Cuadrada	
Presión por carga admisible	q _{adm} = 1.23 Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ = 0.2
Módulo de Elasticidad	E _s = 200 Kg/cm ²
Asentamiento permisible	S _{i(max)} = 2.5 cm
Ancho de la cimentación	B = 1.7 m
Factor de forma	I _f = 0.93 m/m
Asentamiento	S _i = 0.008 m
Asentamiento	S _i = 0.76 cm
Presión por carga	q _{adm} = 1.23 Kg/cm ²
Presión de carga asumida por asentamiento	q _{adm} = 1.0 Kg/cm ²

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}} \frac{1}{\beta_z}$$

S_i = 0.93 cm OK !
 S_i = 0.76 cm OK !


 Cesar Augusto Cherre Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 72495



FIGURA N° 08

ASENTAMIENTO (S_i) Cimentación Cuadrada	
Presión por carga admisible	q _{adm} = 1.22 Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ = 0.2
Módulo de Elasticidad	E _s = 200 Kg/cm ²
Asentamiento permisible	S _{i(max)} = 2.5 cm
Ancho de la cimentación	B = 1.6 m
Factor de forma	I _f = 0.93 m/m
Asentamiento	S _i = 0.007 m
Asentamiento	S _i = 0.71 cm
Presión por carga	q _{adm} = 1.22 Kg/cm ²
Presión de carga asumida por asentamiento	q _{adm} = 1.0 Kg/cm ²

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

S _i =	0.87 cm	OK
S _i =	0.71 cm	OK

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida; se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga. Por tanto, se tiene que:

0.93 cm < 2.50 cm.....OK

0.76 cm < 2.50 cm.....OK

0.87 cm < 2.50 cm.....OK

0.71 cm < 2.50 cm.....OK

6.8.- CONDICIONES DE CIMENTACION

De acuerdo a los resultados de las investigaciones de campo, los ensayos de laboratorio, la clasificación de suelos, la capacidad portante, los resultados de cálculos geotécnicos y el criterio ingenieril del Consultor se concluye en las condiciones de cimentación se describe a continuación:

a).- Descripción del suelo de cimentación.

El suelo de cimentación está compuesto por arenas pobremente graduadas de grano fino friccionante SP. con grado de compactación relativa a la resistencia baja y bajo contenido de humedad


 César Augusto Cherre Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 72495



b).- Condiciones de cimentación.

En base a los resultados de campo y laboratorio se determinó que en el sector donde se construirá la edificación los suelos son de baja compacidad (arenas) necesitan mejorar las condiciones del suelo de cimentación para evitar los asentamientos inmediatos

c).- Clasificación de los materiales de excavación.

Los suelos encontrados en el subsuelo de cimentación, se clasifican como Material Común (MC), de compacidad baja se puede realizar la excavación en forma manual o con maquinaria.

d).- Estabilidad de talud natural y de corte.

Durante la excavación de las calicatas, hasta la profundidad de 3.00m., presenta bajo contenido de humedad se han presentado derrumbes de las paredes, habiéndose determinado que existen ángulos de corte natural vertical de 45° que es necesario la entibación de las zanjas.

e).- Uso del material procedente de las excavaciones.

Los suelos extraídos de las zanjas de excavación, serán eliminados después de la cimentación de las estructuras superficiales que se han proyectado.

f).- Agresión química de los suelos al concreto.

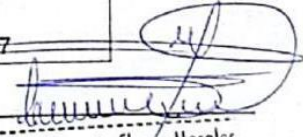
Los valores de los contenidos de cloruros, sulfatos, sales solubles y carbonatos, son relativamente bajos pudiéndose usar cemento tipo MS. Se han realizado los ensayos por contenido de cloruros, sulfatos, sales solubles y carbonatos en el laboratorio.

g).- Parámetros para diseño sismo – Resistente

De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio.

CUADRO N° 8

Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 4
Factor de zona	$Z(g) = 0.45$
Suelo Tipo	S - 3
Amplificación del suelo	$S = 1.10$
Periodo predominante de vibración	$T_p = 1.0 \text{ seg}$
Sísmico	$T_L = 1.6 \text{ seg}$
Uso	$U = 1.0$
Categoría de la Edificación	c
Sistema Estructural	$R_o = 7$


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



h).- Licuefacción de los suelos

En suelos granulares, particularmente arenosos las vibraciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta.

En este caso los suelos son granulares (arenas pobremente graduadas) pero no tienen presencia de napa freática superficial por lo tanto nos permite considerar que es poco probable que ocurran fenómeno de la licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud

i).- Problemas especiales de la cimentación.

En un sector de la zona del estudio son arenas pobremente graduadas estos suelos ante una carga estructural sufren asentamientos inmediatos por se hace necesario mejorar el suelo de, cimentación colocándole material granular del tipo Bolonería (Over) en un espesor de 10cm y encima de este colocar material de afirmado en un espesor de 20cm compactado en dos capas de 10cm al 90% de la máxima densidad seca y la humedad optima del Proctor modificado.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495

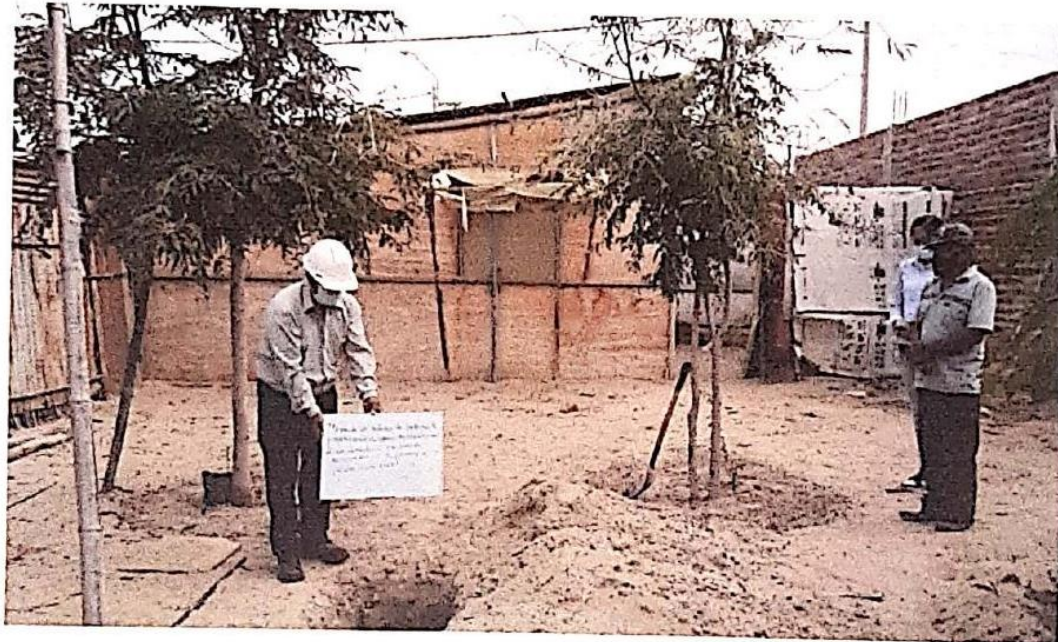


ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



VISTA PANORAMICA

VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DEL ESTUDIO DONDE SE OPUEDE OBSERVA EL AREA DEL ESTUDIO




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



CONCLUSIONES

1. En los cortes estratigráficos de la zona de estudio muestran que los materiales del subsuelo de acuerdo al sondeo registrado en la zona donde se proyectará la edificación a nivel de terreno de fundación con relación a los perfiles estratigráficos y los resultados que corresponden a la descripción de las calicatas y el análisis granulométrico.

✓ **CALICATA C-1**

0.00m - a 3.00 m.

Arena pobremente graduada de grano fino friccionante de color beige, bajo contenido de humedad, con grado de compacidad a la resistencia baja clasificada por SUCS como SP.

No se encontró nivel freático.

2. En el área del terreno donde se realizará la construcción de la edificación está en función a la densidad, ángulo de fricción interna (θ), Cohesión (c), grado de Compacidad, granulometría, etc. los suelos, son considerados como medianamente densos.
3. Las condiciones de cimentación del área estudiada se describen a continuación:
 - ❖ El suelo de cimentación está compuesto por arenas pobremente graduadas de grano fino friccionante SP. con grado de compacidad relativa a la resistencia suelta y bajo contenido de humedad
 - ❖ En base a los resultados de campo y laboratorio se determinó que en el sector donde se construirá la edificación los suelos son de baja compacidad (arenas) necesitan mejorar las condiciones del suelo de cimentación para evitar los asentamientos inmediatos
 - ❖ Los suelos encontrados en el subsuelo de cimentación, se clasifican como Material Común (MC), de compacidad baja se puede realizar la excavación en forma manual o con maquinaria.
 - ❖ Durante la excavación de las calicatas, hasta la profundidad de 3.00m., presenta regular a alto contenido de humedad se han presentado derrumbes de las paredes, habiéndose determinado que existen ángulos de corte natural vertical de 45° que es necesario la entibación de las zanjas a partir de 1.00m para evitar cualesquiera derrumbes y pueda afectar al personal de trabaja en la obra.
 - ❖ Los suelos extraídos de las zanjas de excavación, serán eliminados después de la cimentación de las estructuras superficiales que se han proyectado.
 - ❖ Los valores de los contenidos de cloruros, sulfatos, sales solubles y carbonatos, son relativamente bajos pudiéndose usar cemento tipo I o MS. Se han realizado los ensayos



ING. CESAR A. CHERE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



por contenido de cloruros, sulfatos, sales solubles y carbonatos en el laboratorio.

- ❖ De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio.

CUADRO N° 9

Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 4
Factor de zona	Z (g) = 0.45
Suelo Tipo	S - 3
Amplificación del suelo	S = 1.10
Periodo predominante de vibración	T _p = 1.0 seg
Sísmico	T _L = 1.6 seg
Uso	U = 1.0
Categoría de la Edificación	c
Sistema Estructural	R ₀ = 7

- En suelos granulares, particularmente arenosos las vibraciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta.
En este caso los suelos son granulares (arenas pobremente graduadas) pero no tienen presencia de napa freática superficial por lo tanto nos permite considerar que es poco probable que ocurran fenómeno de la licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud.
- En un sector de la zona del estudio son arenas pobremente graduadas estos suelos ante una carga estructural sufren asentamientos inmediatos por se hace necesario mejorar el suelo de, cimentación colocándole material granular del tipo Boloneria (Over) de 5 - 6" de tamaño en un espesor de 10cm y encima de este colocar material de afirmado en un espesor de 20cm en dos capas de 10cm compactado al 90% de la máxima densidad seca y la humedad optima del Proctor modificado.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495



RECOMENDACIONES

1. Para las construcciones proyectadas, las cimentaciones serán del tipo superficial de acuerdo a las características siguientes o al criterio del proyectista.

ZAPATAS AISLADAS

- Antes de desplantar la cimentación se humedecerá y se compactará el terreno al 95 % de la máxima densidad y la humedad óptima del Proctor, después hace necesario mejorar el suelo de, cimentación colocándole material granular del tipo Boloneria (Over) en un espesor de 10cm y encima de este colocar material de afirmado en un espesor de 20cm compactado en dos capas de 10cm al 90% de la máxima densidad seca y la humedad óptima del Proctor modificado.

Se sugiere la profundidad mínima de cimentación medida a partir del terreno natural no menor de 1.80m con ancho de 1.60m siendo su capacidad admisible de 1.22 kg/cm².

- Cimiento corrido medida a partir dl terreno natural no menor de 1.20 de profundidad con un ancho de 0.60 su capacidad admisible es de 0.70 kg/cm².
 - La geometría de la cimentación puede ser cambiadas por el consultor de acuerdo a la carga actuante que tiene como solicitud o de acuerdo a su criterio.
 - Se adjuntan cuadros de capacidad admisible, para que el proyectista determine la profundidad de cimentación y las dimensiones de las mismas.
2. Los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación) sea inferior ó cuando menos igual a la presión de diseño ó capacidad admisible.
 3. Si las edificaciones colindantes no tienen la misma profundidad de cimentación que la del proyecto se le debe realizar calzaduras para evitar asentamientos.
 4. El contenido de sales solubles es moderado, por lo que deberá usarse cemento portland tipo MS para el diseño del concreto.
 5. Considerando que cíclicamente se presentan fuertes precipitaciones pluviales, es necesario diseñar sistemas de drenaje que eviten la infiltración de aguas y puedan originar asentamientos futuros y dañar las estructuras proyectadas.
 6. Nunca se debe construir sobre rellenos por lo que se recomienda que se elimine el relleno existente en su totalidad.
 7. Durante el vaciado de concreto se deberá hacer prueba de Slump y diseño de mezcla.


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



verificando su resistencia con las pruebas a la comprensión.

8. Para la elaboración de los concretos se deberá diseñar con materiales de agregados de canteras que cumplan con las especificaciones técnicas para concreto previa evaluación de los materiales, durante la fase constructiva.

CUADRO N° 10

Nombre cantera	tipo de agregado	usos
JIBITO	GRUESO	CONCRETO
SANTA CRUZ	GRUESO+FINO	CONCRETO
CERRO MOCHO	FINO	CONCRETO


César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO

**SE OBSERVA LA CALICATA EXCAVADA CON LA FINALIDAD DE ESTUDIAR LOS
ESTRATOS DEL SUELO**




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 72495

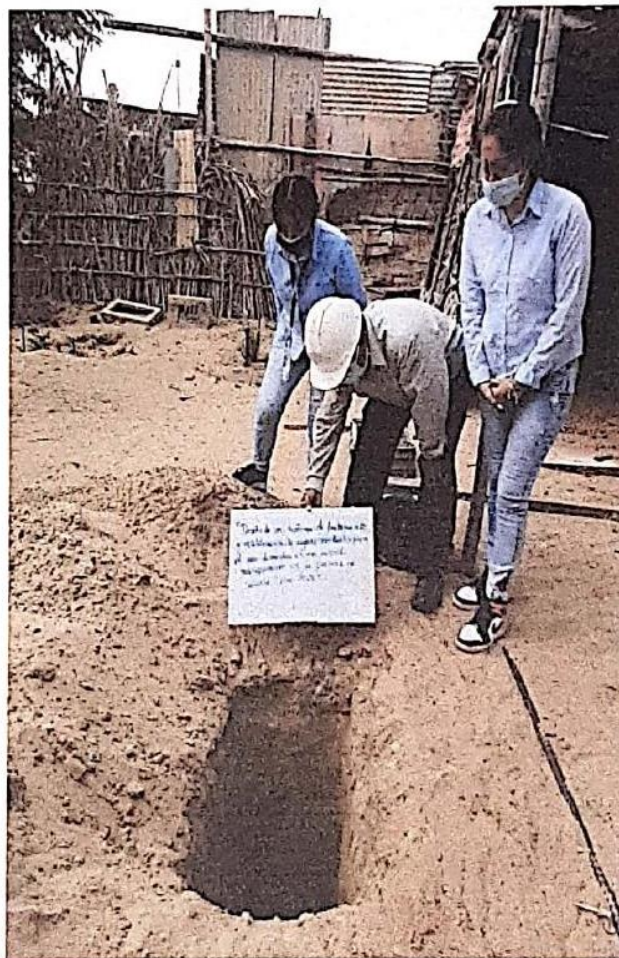


ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



TESTIMONIO FOTOGRAFICO

**SE OBSERVA LA CALICATA EXCAVADA CON LA FINALIDAD DE ESTUDIAR LOS
ESTRATOS DEL SUELO Y SUBSUELO.**




César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 72495



ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



ENSAYOS CUADROS GRAFICOS



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

HUMEDAD NATURAL

PROYECTO : DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA - 2021
 SOLICITA : TESISISTAS ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA Y SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH
 LUGAR : URB. POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
 MUESTRA : CALICATA C - 1 / M - 1
 FECHA : PIURA, OCTUBRE DEL 2021

MUESTRA	PROFUNDIDAD m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		VACIO	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 1 / M - 1	0,00 - 3,00	12A	169.30	166.10	40.00	3.20	126.10	2.54

Huamani

Dr. Hipólito Lume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604

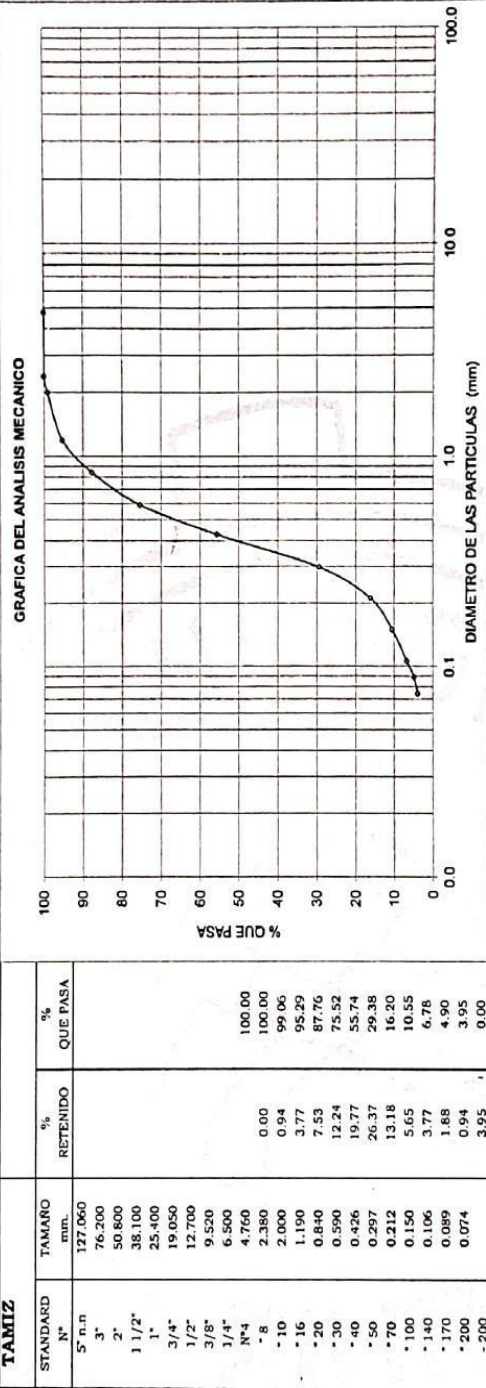




GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMÉSTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA - 2021
 SOLICITA : TESISISTAS ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA Y SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH
 LUGAR : URB. POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.
 MUESTRA : CALICATA C-17/M-1
 FECHA : PIURA, OCTUBRE DEL 2021
 PROF. 0.00 - 3.00m.



TAMIZ	TAMARO mm	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.520		
1/4"	6.500		
N°4	4.750		
N°8	2.380		
N°10	2.000		
N°16	1.190		
N°20	0.840		
N°30	0.590		
N°40	0.426		
N°50	0.297		
N°70	0.212		
N°100	0.150		
N°140	0.106		
N°170	0.089		
N°200	0.074		
GRAVAS		0.00	100.00
ARENAS		96.05	99.95
LIJOS - ARCILLAS		3.95	0.05
SUCS		SP	

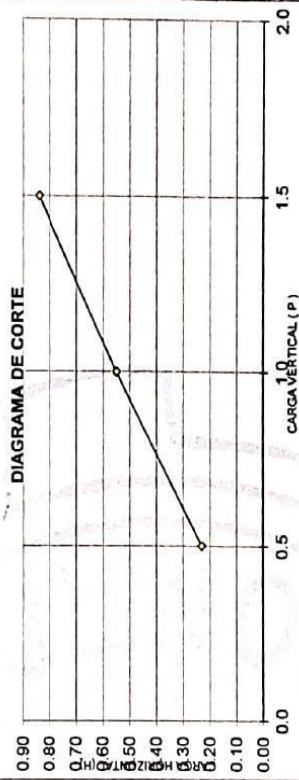
H. Hipólito Tume Chapa
 Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. Nº 17604



GEOCONSUL NORTE S.R.L.
 GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
 Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA - 2021										
SOLICITA :	TESISTAS ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA Y SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH										
LUGAR :	URB. POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA.										
MUESTRA :	CALICATA C - 1 / M - 1										
FECHA :	PIURA, OCTUBRE DEL 2021										
PROF. 1.00 - 3.00m.											
HUMEDAD NATURAL (SATURADO)											
TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	N° ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	B
40.00	169.30	166.10	3.20	126.10	2.54	8A	40.6	128.0	87.4	50.32	1.737
						12A	40.6	124.0	83.4	50.32	1.657
						15A	40.6	122.0	81.4	50.32	1.618
Observaciones											
Fecha Cons.											
Fecha Corte											
PROMEDIO HUMEDAD NATURAL 2.54 %											
PROMEDIO PESO VOLUMETRICO 1.67 gr/cm ³											
PESO VOLUMETRICO SUMERGIDO											
N° ANILLO	8A	12A	15A								
Carga vertical	0.50	1.00	1.50								
Carga horizontal	0.23	0.55	0.84								
Tangente (tg θ)	0.580										
Angulo de talud (θ)	30 °										
Cohesion (C)	0.00 kg/cm ²										



Dr. Hipólito Iume Choppa
 INGENIERO GEÓLOGO
 C.I.P. N° 17604




GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

CAPACIDAD PORTANTE y PRESION DE TRABAJO

PROYECTO	: DISEÑO DE UN SISEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA 2021
SOLICITA	: TESISTAS ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA y SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH
LUGAR	: UEB. POPULAR NUEVO HORIZONTE
MUESTRA	: CALICATA C - 1 / M - 1 PROF: 1.00 - 3.00M
FECHA	: PIURA, OCTUBRE DEL 2021

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	L m	g gr/cm ³	c Kg/cm ²	f	Qc Kg/cm ²	Pt Kg/cm ²	If m/m	SI m	SI cm	SI1 m
ZAPATA CUADRADA	1.40	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	2.88	0.96	0.93	0.0062	0.62	0.60
	1.50	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.06	1.02	0.93	0.0062	0.62	0.64
	1.60	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.24	1.08	0.93	0.0062	0.62	0.68
	1.60	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.24	1.08	0.93	0.0062	0.62	0.68
	1.70	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.42	1.14	0.93	0.0062	0.62	0.71
	1.80	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.60	1.20	0.93	0.0062	0.62	0.75
	1.90	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.78	1.26	0.93	0.0062	0.62	0.79
	2.00	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	3.96	1.32	0.93	0.0062	0.62	0.82
	2.50	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	4.85	1.62	0.93	0.0062	0.62	1.01
	3.00	1.40	1.40	1.67	0.000	21.8 *	5.75	1.92	0.93	0.0062	0.62	1.20
	1.40	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	2.91	0.97	0.93	0.0067	0.67	0.65
	1.50	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.09	1.03	0.93	0.0067	0.67	0.69
	1.60	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.27	1.09	0.93	0.0067	0.67	0.73
	1.60	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.27	1.09	0.93	0.0067	0.67	0.73
	1.70	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.45	1.15	0.93	0.0067	0.67	0.77
	1.80	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.63	1.21	0.93	0.0067	0.67	0.81
	1.90	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.81	1.27	0.93	0.0067	0.67	0.85
	2.00	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	3.98	1.33	0.93	0.0067	0.67	0.89
	2.50	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	4.88	1.63	0.93	0.0067	0.67	1.09
	3.00	1.50	1.50	1.67	0.000	21.8 *	5.78	1.93	0.93	0.0067	0.67	1.29
	1.40	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	2.94	0.98	0.93	0.0071	0.71	0.70
	1.50	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	3.12	1.04	0.93	0.0071	0.71	0.74
	1.60	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	3.29	1.10	0.93	0.0071	0.71	0.78
	1.60	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	3.29	1.10	0.93	0.0071	0.71	0.78
	1.70	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	3.47	1.16	0.93	0.0071	0.71	0.83
	1.80	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	3.65	1.22	0.93	0.0071	0.71	0.87
	2.00	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	4.01	1.34	0.93	0.0071	0.71	0.95
	2.50	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	4.91	1.64	0.93	0.0071	0.71	1.17
	3.00	1.60	1.60	1.67	0.000	21.8 *	5.80	1.93	0.93	0.0071	0.71	1.38
	1.00	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	1.79	0.60	1.17	0.0034	0.34	0.20
	1.10	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	1.95	0.65	1.17	0.0034	0.34	0.22
	1.20	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	2.11	0.70	1.17	0.0034	0.34	0.24
	1.30	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	2.27	0.76	1.17	0.0034	0.34	0.26

Hipólito Tume Chopo
 Dr. Hipólito Tume Chopo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604

Urb. Universitaria Mz.A Lote 10 Cel.:992725968 - PIURA
 E-mail: spardo_aparcana@hotmail.com - hitucha@yahoo.es




GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

CAPACIDAD PORTANTE y PRESION DE TRABAJO

PROYECTO	: DISEÑO DE UN SISEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA - PIURA 2021
SOLICITA	: TESISISTAS ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA Y SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABETH
LUGAR	: UEB. POPULAR NUEVO HORIZONTE
MUESTRA	: CALICATA C - 1 / M - 1 PROF: 1.00 - 3.00M
FECHA	: PIURA, OCTUBRE DEL 2021

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	L m	g gr/cm ³	c Kg/cm ²	f	Qc Kg/cm ²	Pt Kg/cm ²	If m/m	SI m	SI cm	SI1 m
ZAPATA CUADRADA	1.40	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	2.96	0.99	0.93	0.0076	0.76	0.75
	1.50	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	3.14	1.05	0.93	0.0076	0.76	0.79
	1.60	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	3.32	1.11	0.93	0.0076	0.76	0.84
	1.60	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	3.32	1.11	0.93	0.0076	0.76	0.84
	1.70	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	3.50	1.17	0.93	0.0076	0.76	0.89
	1.80	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	3.68	1.23	0.93	0.0076	0.76	0.93
	1.90	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	3.86	1.29	0.93	0.0076	0.76	0.98
	2.00	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	4.04	1.35	0.93	0.0076	0.76	1.02
	2.50	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	4.93	1.64	0.93	0.0076	0.76	1.25
	3.00	1.70	1.70	1.67	0.000	21.8 *	5.83	1.94	0.93	0.0076	0.76	1.47
	1.40	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	2.99	1.00	0.93	0.0080	0.80	0.80
	1.50	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	3.17	1.06	0.93	0.0080	0.80	0.85
	1.60	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	3.35	1.12	0.93	0.0080	0.80	0.90
	1.60	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	3.35	1.12	0.93	0.0080	0.80	0.90
	1.70	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	3.53	1.18	0.93	0.0080	0.80	0.94
	1.80	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	3.71	1.24	0.93	0.0080	0.80	0.99
	1.90	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	3.89	1.30	0.93	0.0080	0.80	1.04
	2.00	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	4.06	1.35	0.93	0.0080	0.80	1.09
	2.50	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	4.96	1.65	0.93	0.0080	0.80	1.33
	3.00	1.80	1.80	1.67	0.000	21.8 *	5.86	1.95	0.93	0.0080	0.80	1.57
	1.40	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.04	1.01	0.93	0.0089	0.89	0.91
	1.50	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.22	1.07	0.93	0.0089	0.89	0.96
	1.60	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.40	1.13	0.93	0.0089	0.89	1.01
	1.60	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.40	1.13	0.93	0.0089	0.89	1.01
	1.70	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.58	1.19	0.93	0.0089	0.89	1.07
	1.80	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.76	1.25	0.93	0.0089	0.89	1.12
	1.90	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	3.94	1.31	0.93	0.0089	0.89	1.17
	2.00	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	4.12	1.37	0.93	0.0089	0.89	1.23
	2.50	2.00	2.00	1.67	0.000	21.8 *	5.01	1.67	0.93	0.0089	0.89	1.49
	1.00	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	1.79	0.60	1.17	0.0034	0.34	0.20
1.10	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	1.95	0.65	1.17	0.0034	0.34	0.22	
1.20	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	2.11	0.70	1.17	0.0034	0.34	0.24	
1.30	0.60	1.00	1.67	0.000	21.8 *	2.27	0.76	1.17	0.0034	0.34	0.26	

Hipólito Tume Chopa

 Dr. Hipólito Tume Chopa
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. N° 17604

Urb. Universitaria Mz.A Lote 10 Col.:902725068 - PIURA
 E-mail: spardo_aparcana@hotmail.com - hitucha@yahoo.es



GEOCONSUL NORTE S.R.L.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA CONSULTORES NORTE S.R.L.
Especialistas en Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos

ANALISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD

PROYECTO	DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE SULLANA PIURA - 2021				
SOLICITA	TESISTAS ORTIZ AGURTO CRISTINA LUZ AMERICA Y SANCHEZ RIVERA ANDREA ELIZABE				
LUGAR	URB. POPULAR NUEVO HORIZONTE - SULLANA				
MUESTRA	CALICATA C - 1 / M - 1				
FECHA	PIURA, OCTUBRE DEL 2021				
MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %,...	SULFATOS %,	CARBONATOS %,
C - 1 / M - 1	0.00 - 3.00	0.035	0.024	0.029	0.000

Hippólito
Dr. Hippólito Lume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
C.I.P. Nº 17604



Urb. Universitaria Mz.A Loto 10 Col.:992725968 - PIURA
E-mail: apardo_aparcana@hotmail.com - hitucha@yahoo.es



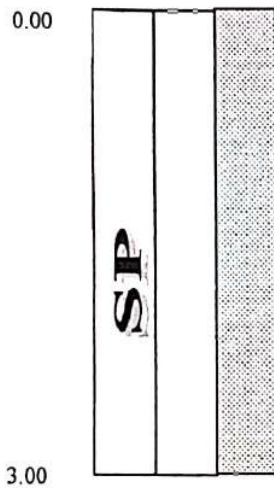
ING. CESAR A. CHERRE MORALES
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
CIP: 72495



PERFIL ESTRATIGRAFICO

CALICATA N° 01

PROF: 00 - 3.00M

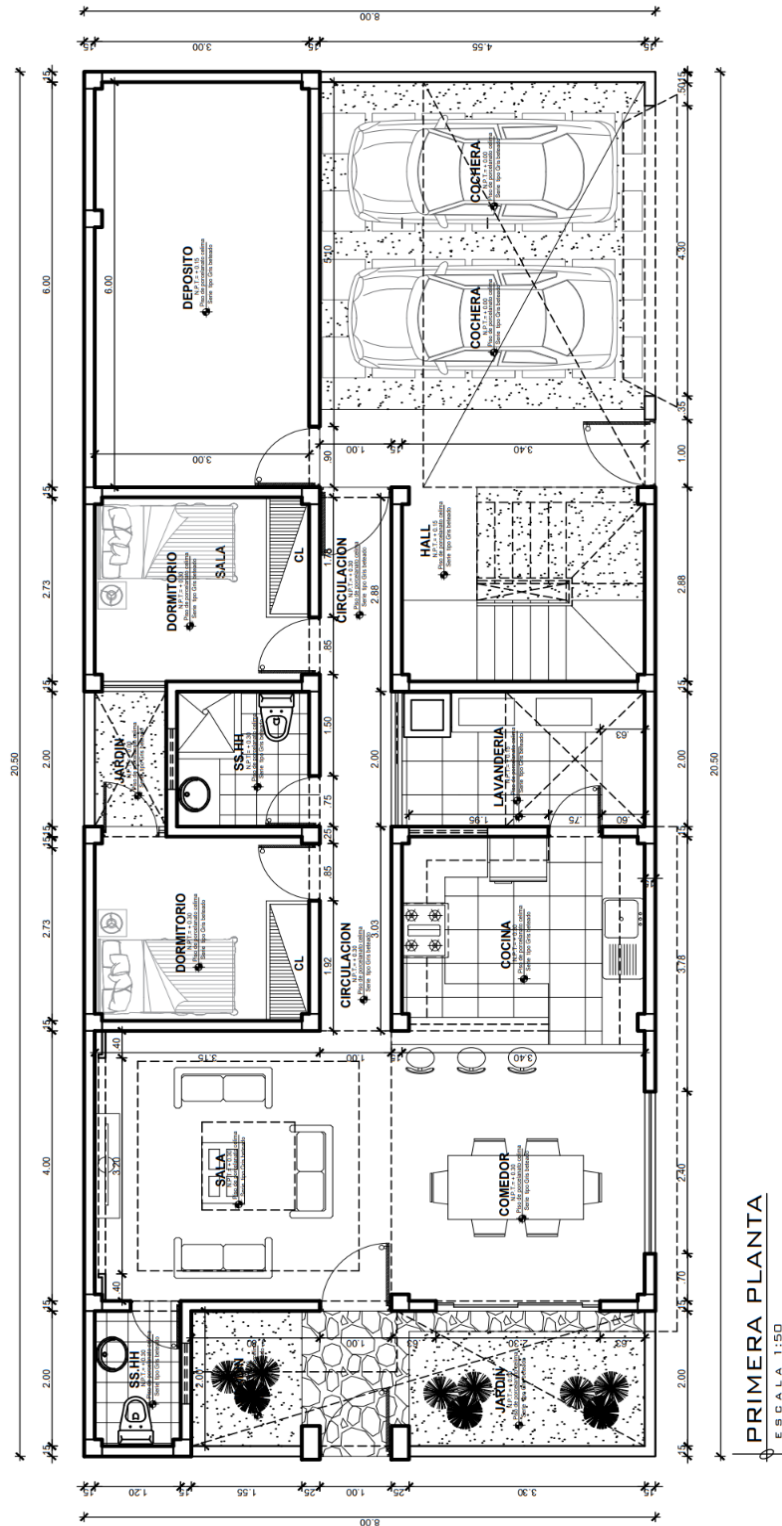


Arena pobremente graduadas de grano fino friccionante de color beige, bajo contenido de humedad, con grado de compacidad y baja clasificada por SUCS como SP.

No se encontró nivel freático.

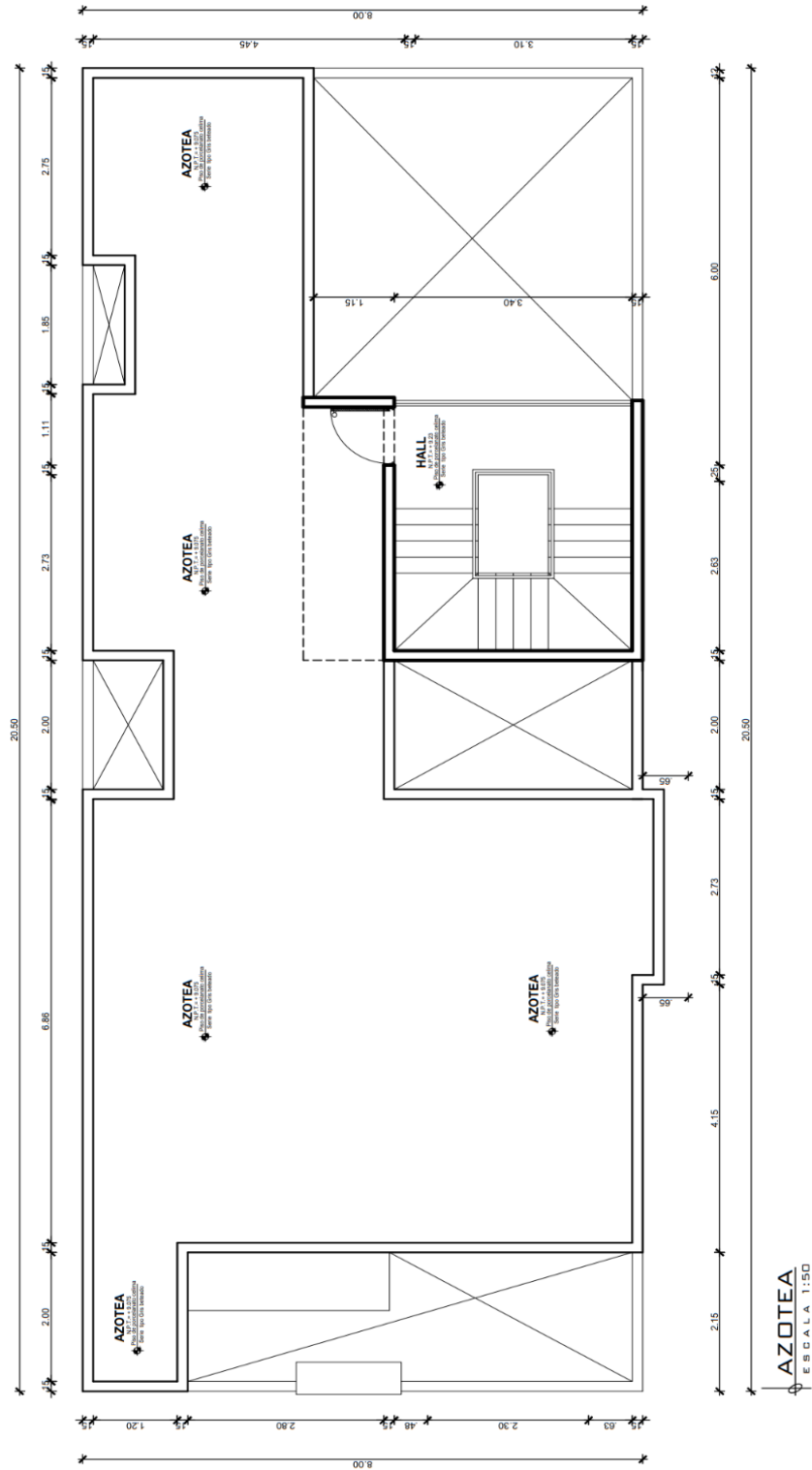

César Augusto Cherre Morales
INGENIERO CIVIL
CIP. 72495

Anexo 09: Plano de la arquitectura del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda a diseñar.

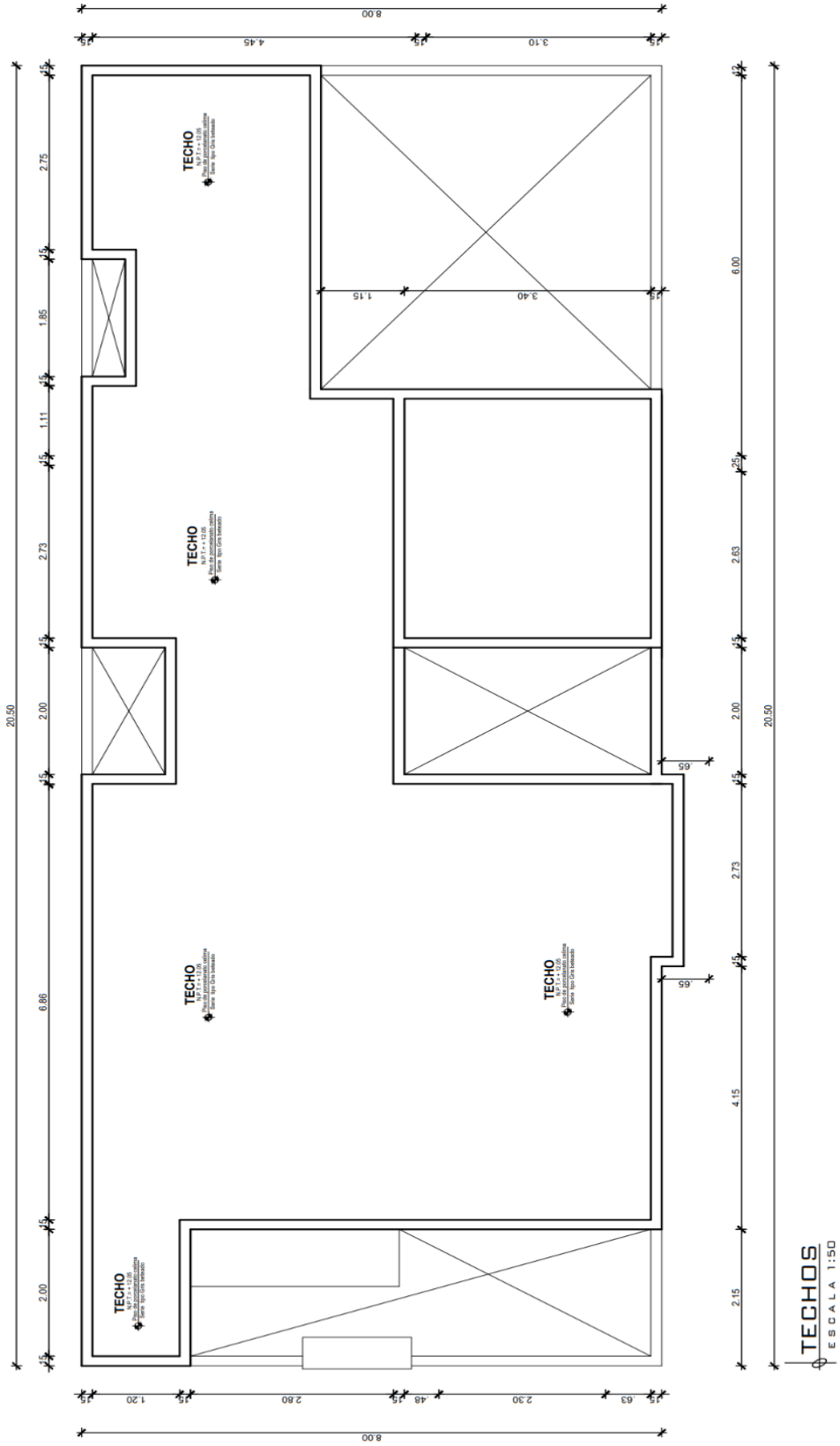


Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10: Plano de la arquitectura de la azotea y techo de la vivienda a diseñar.

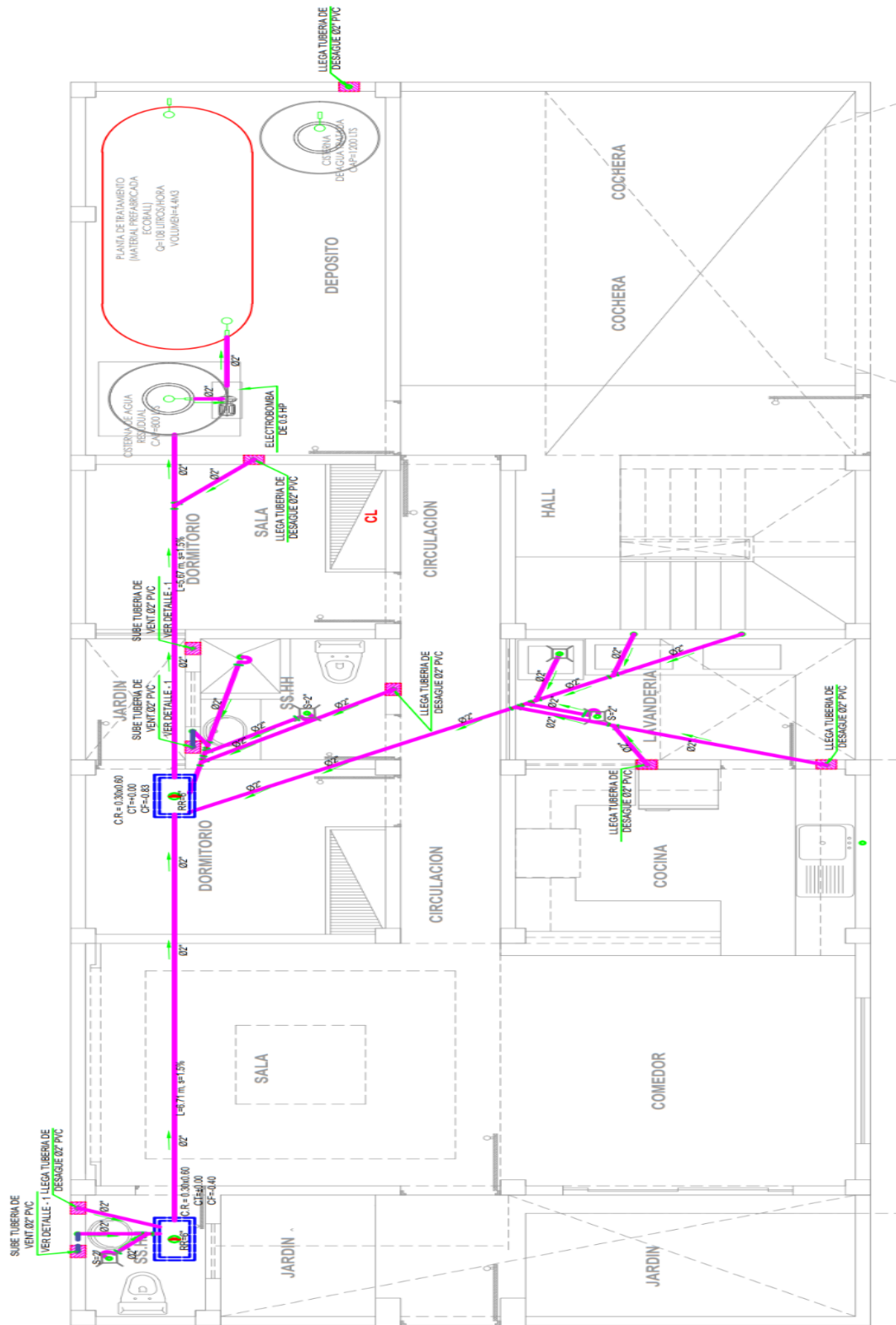


Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11: Plano del sistema de agua residual del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda a diseñar.

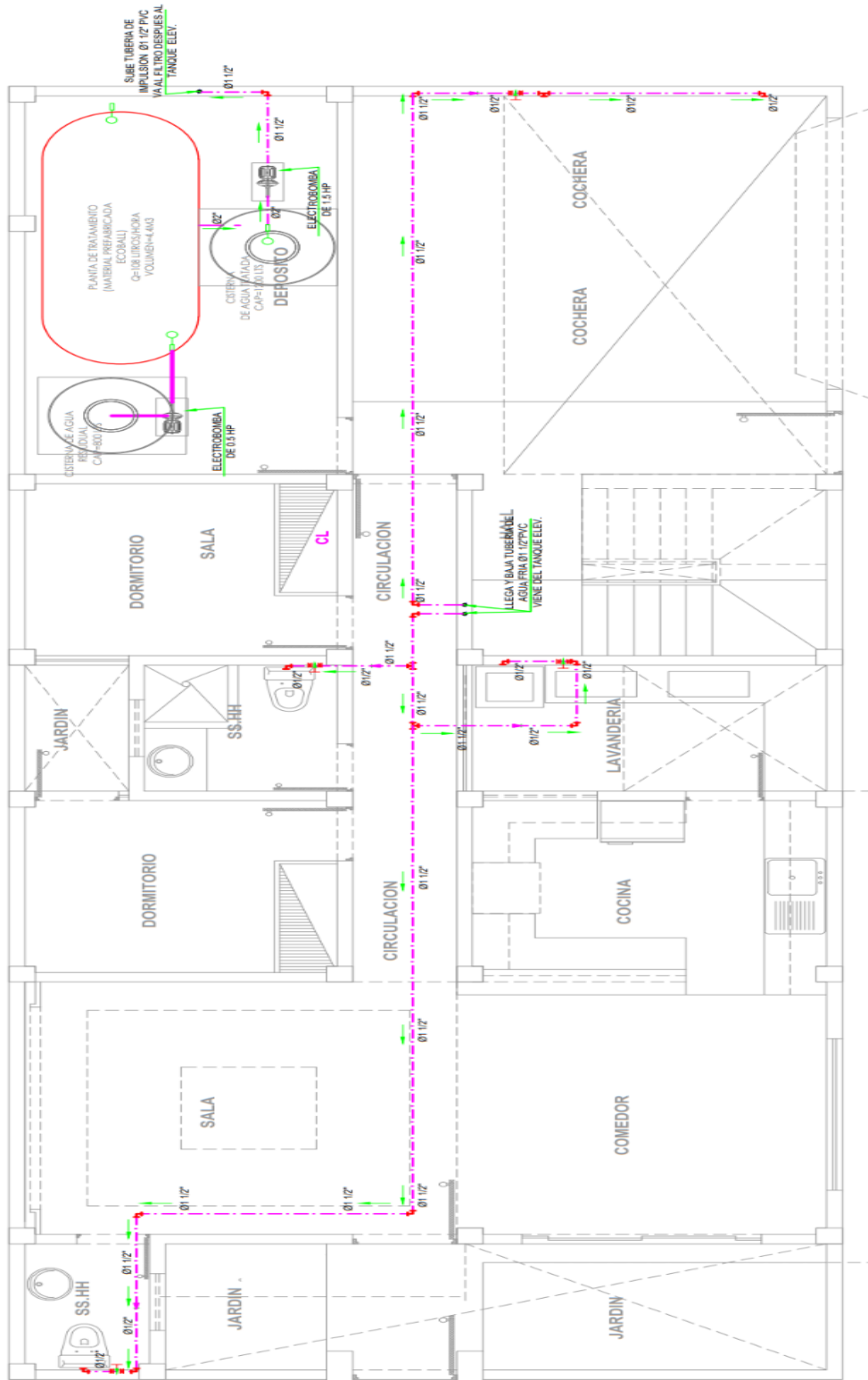


Fuente: Elaboración Propia

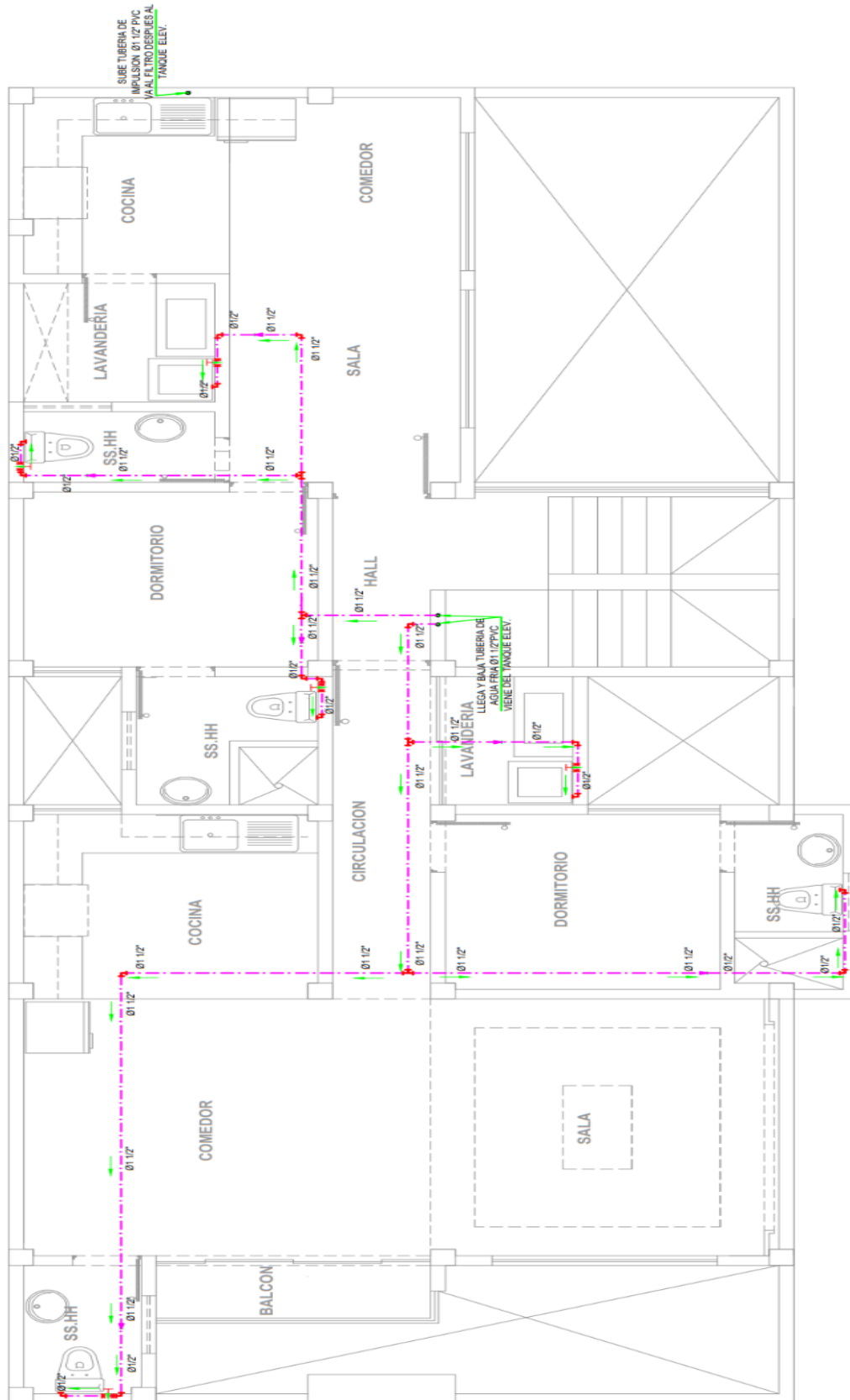


Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12: Planos de sistema de agua tratada del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda a diseñar.

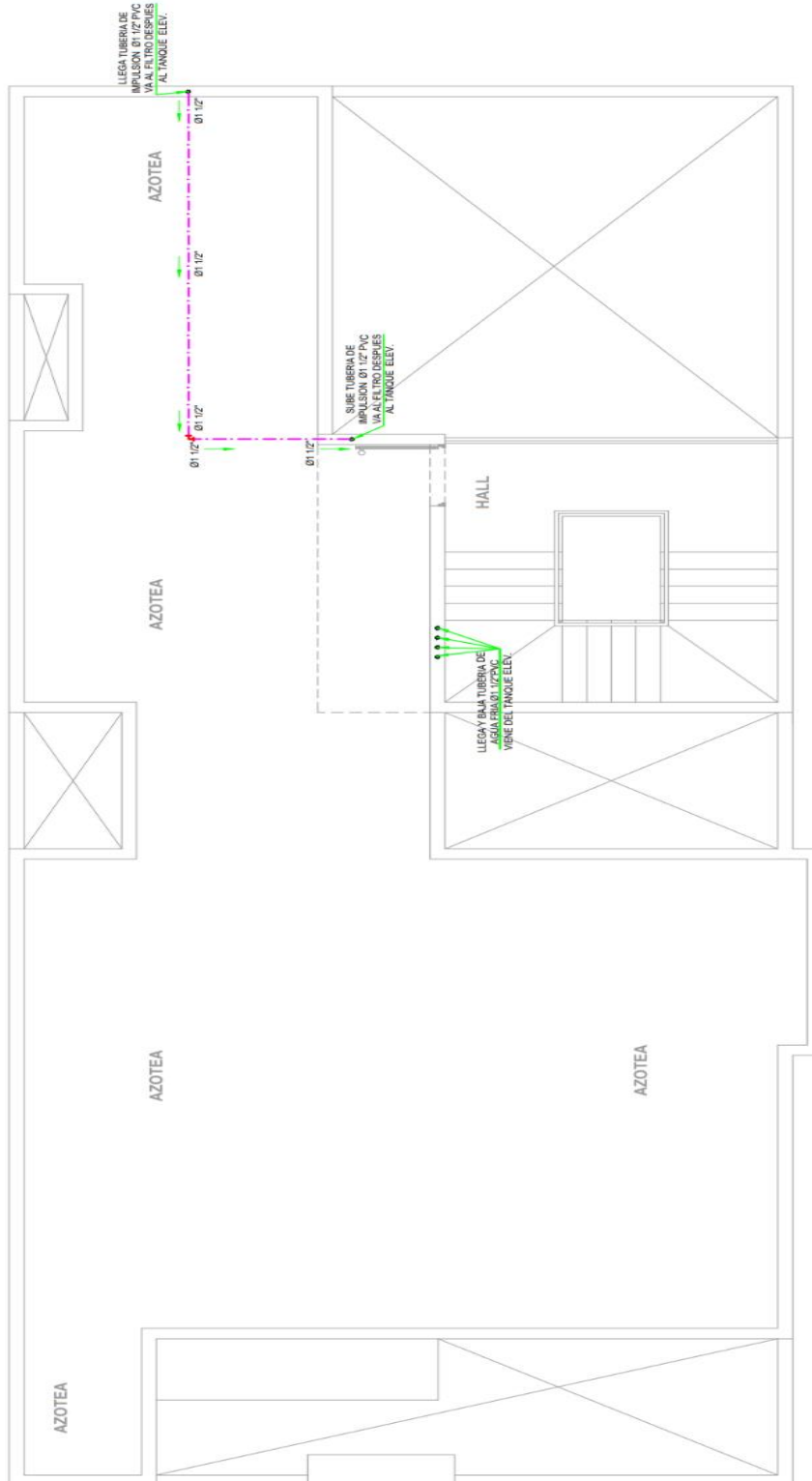


Fuente: Elaboración Propia



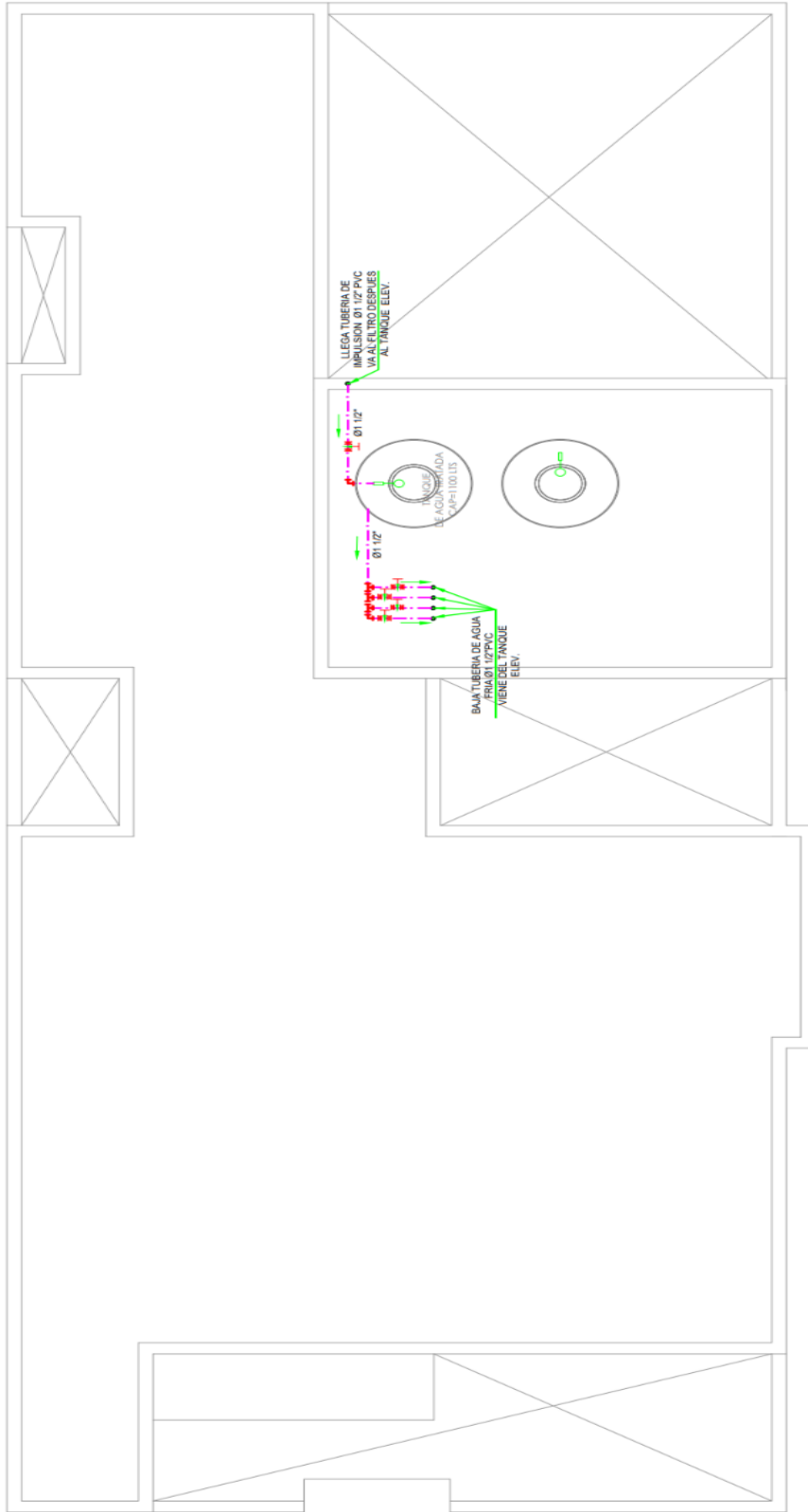
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13: Planos de sistema de agua tratada de la azotea de la vivienda a diseñar.

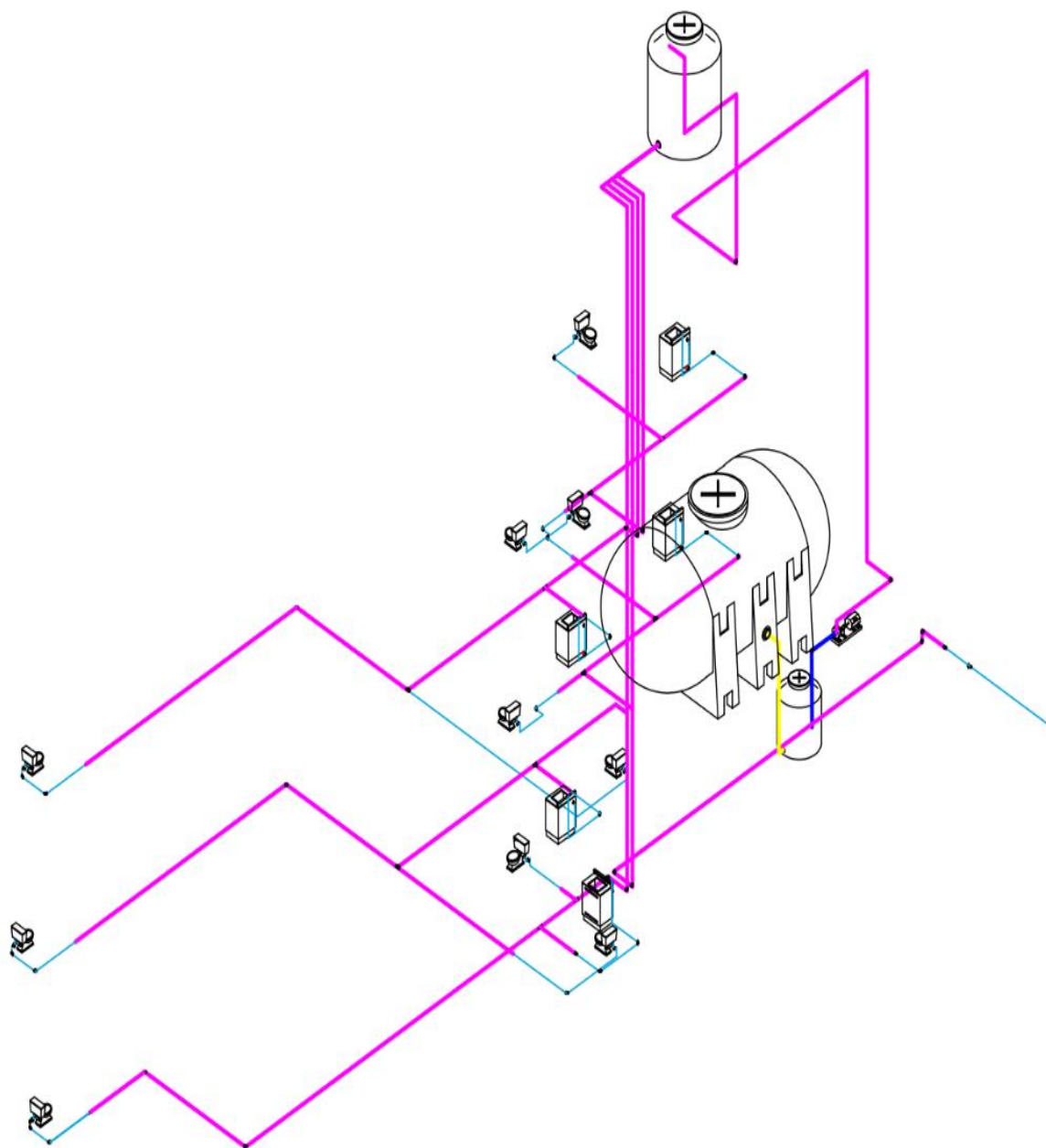


AZOTEA
ESCALA 1:50

Fuente: Elaboración Propia

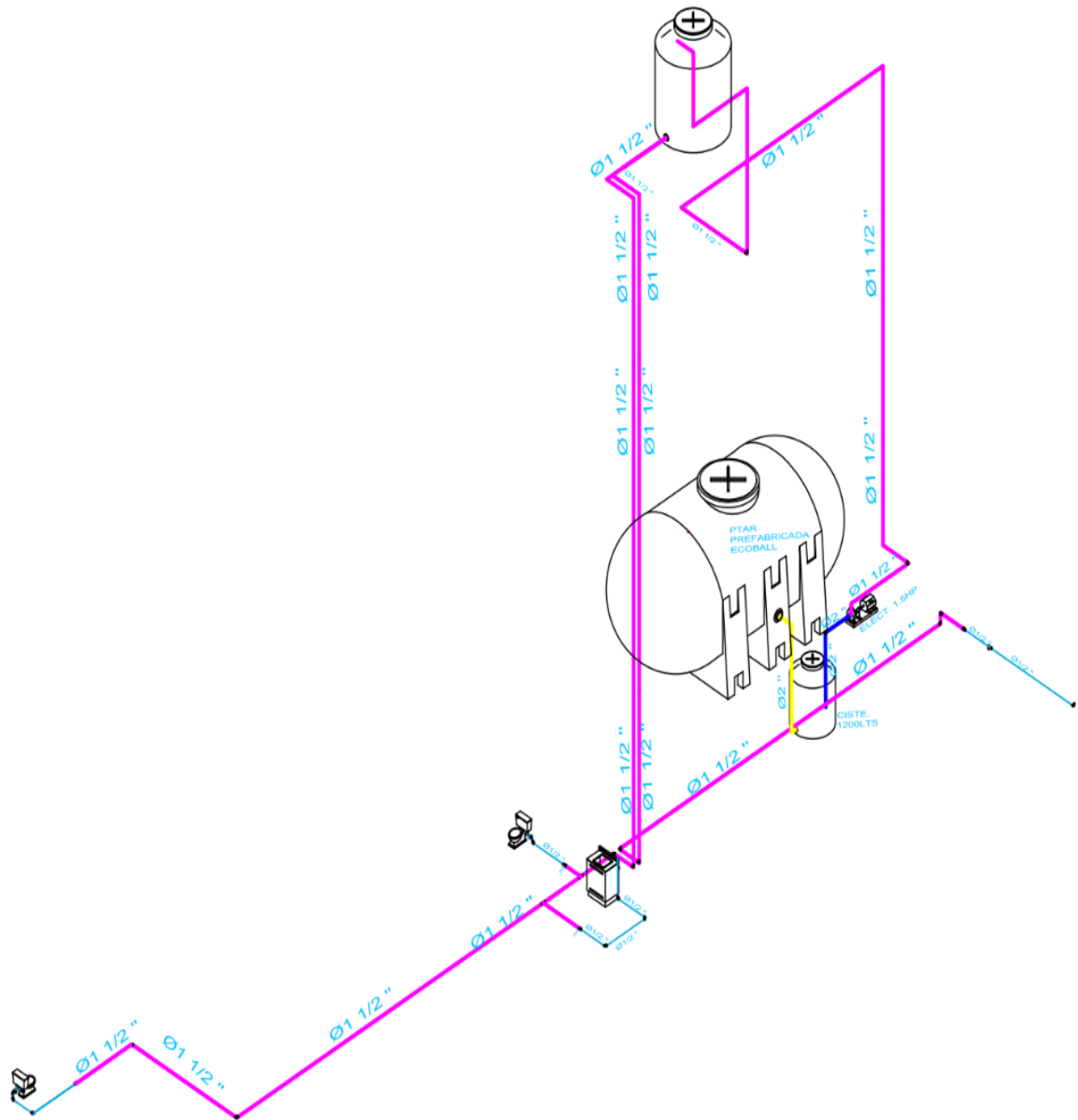


Anexo 14: Plano Isométrico de Sistema de tratamiento y Reutilización de aguas residuales



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15: Plano Isométrico del primer nivel Sistema de tratamiento y Reutilización de aguas residuales



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15: Metrado de instalaciones sanitarias (Justificación económica)

Anexo 16: Análisis de costo unitarios de instalaciones sanitarias (Justificación económica)

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0104001	JUSTIFICACION ECONOMICA:"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021"	Fecha presupuesto	25/10/2021
Subpresupuesto	004	INSTALACIONES SANITARIAS		
Partida	01.01.01.01	SALIDA DE DESAGUE PVC - SAL 2"		

Rendimiento	pto/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : pto			18.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.1600	21.83	3.49	
0101010005	PEON	hh	0.1000	0.1600	15.96	2.55	
6.04							
Materiales							
0205100020007	CODO PVC SAL 2" X 45°	und		0.4000	1.10	0.44	
0205100004	CODO PVC SAL 2"X90°	und		1.6000	1.19	1.90	
02051100010016	TEE PVC SAL 2"	und		0.5000	2.90	1.45	
02060600010001	YEE PVC-SAL 2"	und		0.1100	3.00	0.33	
0206150002	TRAMPA "P" CON REGISTRO PVC-SAL DE 2"	und		0.1500	10.00	1.50	
02150100010011	TUBERÍA PVC PARA DESAGUE NTP 399.003 CLASE PESADA D=2"	m		1.9500	2.49	4.86	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	27.40	0.55	
02460200020001	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	und		0.1300	5.00	0.65	
02461200030005	REJILLA DE BRONCE DE 2"	und		0.0200	5.00	0.10	
11.78							
Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.04	0.18	
0.18							

Rendimiento	m/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m			6.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1600	0.0640	21.83	1.40	
0101010005	PEON	hh	0.2300	0.0920	15.96	1.47	
2.87							
Materiales							
02150100010011	TUBERÍA PVC PARA DESAGUE NTP 399.003 CLASE PESADA D=2"	m		1.0000	2.49	2.49	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	27.40	0.55	
3.04							
Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.87	0.09	
0.09							

Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und			100.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.0100	0.0200	21.83	0.44	
0101010004	OFICIAL	hh	0.0100	0.0200	17.76	0.36	
0101010005	PEON	hh	0.0100	0.0200	15.96	0.32	
1.12							
Materiales							
0219150002	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE DESAGUE	und		1.0000	98.85	98.85	
98.85							
Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.12	0.03	
0.03							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0104001 JUSTIFICACION ECONOMICA:"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021"

Subpresupuesto 004 INSTALACIONES SANITARIAS Fecha presupuesto 25/10/2021

Partida 01.01.01.04 CISTERNA DE CAPACIDAD DE 800 LITROS

Rendimiento und/DIA MO. 650.0000 EQ. 650.0000 Costo unitario directo por : und 650.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0240010014	CISTENA DE CAPACIDAD DE 800 LITROS	gal		1.0000	650.00	650.00
						650.00

Partida 01.01.02.01 RED DE DISTRIBUCION INTERIOR CON TUBERIA PVC C-10 D=1 1/2"

Rendimiento m/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : m 5.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0600	0.0960	21.83	2.10
0101010005	PEON	hh	0.0100	0.0160	15.96	0.26
						2.36
Materiales						
02050900010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 90°	und		1.0000	0.80	0.80
02051100020001	TEE PVC-SAP C/R 1/2"	und		1.0000	0.80	0.80
02150100010012	TUBERÍA PVC NTP 399.166: 2008 C-10 D=1/2"	m		1.0000	0.97	0.97
						2.57
Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.36	0.07
						0.07

Partida 01.01.02.02 RED DE DISTRIBUCION INTERIOR CON TUBERIA DE PVC C-10 D=1/2"

Rendimiento m/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m 4.50

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1200	0.0533	21.83	1.16
0101010005	PEON	hh	0.1000	0.0444	15.96	0.71
						1.87
Materiales						
02050900010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 90°	und		1.0000	0.80	0.80
02051100020001	TEE PVC-SAP C/R 1/2"	und		1.0000	0.80	0.80
02150100010012	TUBERÍA PVC NTP 399.166: 2008 C-10 D=1/2"	m		1.0000	0.97	0.97
						2.57
Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.87	0.06
						0.06

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0104001 JUSTIFICACION ECONOMICA:"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021"

Subpresupuesto 004 INSTALACIONES SANITARIAS Fecha presupuesto 25/10/2021

Partida 01.01.02.03 SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 O 1/2"

Rendimiento pto/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : pto 5.04

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0100	0.0133	21.83	0.29
0101010005	PEON	hh	0.0100	0.0133	15.96	0.21
0.50						
Materiales						
02050700020024	TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m	m		3.0000	0.50	1.50
02051000010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	und		0.1400	0.80	0.11
0205100005	CODO PVC SAP C/R 1/2" X 90°	und		2.1000	0.80	1.68
02051100010001	TEE PVC-SAP S/P 1/2"	und		0.5200	0.80	0.42
0241030001	CINTA TEFLON	und		0.2000	0.20	0.04
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und		1.0300	0.20	0.21
02490700020001	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	und		1.0500	0.50	0.53
02490800010001	BUSHING DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" A 1/2"	und		0.1400	0.20	0.03
4.52						
Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02
0.02						

Partida 01.01.02.05 CISTERNA DE CAPACIDAD 1200 LITROS.

Rendimiento und/DIA MO. 939.9000 EQ. 939.9000 Costo unitario directo por : und 939.90

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0240010015	CISTENA DE CAPACIDAD DE 1200 LITROS	gal		1.0000	939.90	939.90
939.90						

Partida 01.01.02.06 TANQUE DE AGUA DE ETERNIT DE 1100 LITROS INCLUYE ACC. INTERNOS

Rendimiento und/DIA MO. 599.0000 EQ. 599.0000 Costo unitario directo por : und 599.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
02480100010001	TANQUE DE AGUA DE ETERNIT (POLIETILENO) DE 1000 LITROS und INCLUYE ACCESORIOS INTERNOS	und		1.0000	599.00	599.00
599.00						

Partida 01.01.03.01 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PRE- FABRICADA - ECOBALL)

Rendimiento und/DIA MO. 12,000.0000 EQ. 12,000.0000 Costo unitario directo por : und 12,000.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0240010016	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PRE- FABRICADA- ECOBALL, INCLUIDO ACCESORIOS)	gal		1.0000	12,000.00	12,000.00
12,000.00						

Partida 01.01.03.02.01 ELECTROBOMBA 1HP

Rendimiento und/DIA MO. 640.0000 EQ. 640.0000 Costo unitario directo por : und 640.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0258040011	ELECTROBOMBA INYECTORA 1 HP	und		1.0000	640.00	640.00
640.00						

Anexo 17: Presupuesto de instalaciones sanitarias (Justificación económica)

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0104001 JUSTIFICACION ECONOMICA:"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA EL USO DOMESTICO EN UNA VIVIENDA EN LA PROVINCIA DE SULLANA-PIURA, 2021"
 Subpresupuesto 004 INSTALACIONES SANITARIAS
 Cliente S10 S.A.C. Costo al 25/10/2021
 Lugar PIURA - PIURA - PIURA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SISTEMA DE RECICLADO DE AGUAS GRISES				19,044.59
01.01	SISTEMA RECICLADO DE AGUAS GRISES - VIVIENDA				19,044.59
01.01.01	SISTEMA DE RECICLADO - INTERIOR				2,313.22
01.01.01.01	SALIDA DE DESAGUE PVC - SAL 2"	pto	39.00	18.00	702.00
01.01.01.02	TUBERIA PVC SAL PARA DESAGUE DE 2"	m	76.87	6.00	461.22
01.01.01.03	CAJA DE REGISTRO CONCRETO 0.40X0.60 CON TAPA	und	5.00	100.00	500.00
01.01.01.04	CISTERNA DE CAPACIDAD DE 800 LITROS	und	1.00	650.00	650.00
01.01.02	SISTEMA DE AGUA FRIA (RECICLADA)				4,091.37
01.01.02.01	RED DE DISTRIBUCION INTERIOR CON TUBERIA PVC C-10 D=1 1/2"	m	466.33	5.00	2,331.65
01.01.02.02	RED DE DISTRIBUCION INTERIOR CON TUBERIA DE PVC C-10 D=1/2"	m	26.67	4.50	120.02
01.01.02.03	SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 O 1/2"	pto	20.00	5.04	100.80
01.01.02.04	CAJA ACUMULADOR - AGUA				
01.01.02.05	CISTERNA DE CAPACIDAD 1200 LITROS.	und	1.00	939.90	939.90
01.01.02.06	TANQUE DE AGUA DE ETERNIT DE 1100 LITROS INCLUYE ACC. INTERNOS	und	1.00	599.00	599.00
01.01.03	SISTEMA DE RECICLADO				12,640.00
01.01.03.01	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PRE- FABRICADA- ECOBALL)	und	1.00	12,000.00	12,000.00
01.01.03.02	OTROS				640.00
01.01.03.02.01	ELECTROBOMBA 1HP	und	1.00	640.00	640.00
	Costo Directo				19,044.59
	SON : DIECINUEVE MIL CUARENTICUATRO Y 59/100 NUEVOS SOLES				