



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de una PTAR para riego de áreas verdes en el centro  
poblado de Roma, provincia de Ascope - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Arana Linares, Alan Miguel (ORCID: 0000-0003-0861-2549)

**ASESOR:**

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, Manuel Jesús Arana Tafur y Ana Esther Linares Ramos y a los demás integrantes de mi familia que por su apoyo constante he podido culminar esta etapa de mi vida y empezar mi largo camino profesional.

**Arana Linares, Alan Miguel**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por darme la oportunidad de poder estudiar una carrera profesional, por confiar en que siempre he seguido y seguiré los valores que ellos me enseñaron a lo largo de mi vida.

Al señor alcalde Jhon Vargas Campos actual alcalde provincial de Ascope y a sus trabajadores quienes me facilitaron la información para el exitoso desarrollo de este proyecto.

Al ingeniero Alex Arquímedes Herrera Viloche que fue quien me asesoró en el lado práctico del desarrollo de mi proyecto de investigación.

Al ingeniero Marlon Farfán Córdova que me asesoró en la parte metodológica para realizar mi investigación.

A la profesora Patricia Gálvez quien fue la que me inculcó los conocimientos básicos para desarrollar un proyecto de investigación en el curso de MIC.

A las ingenieras Patricia Paredes Álvarez y Angélica Carbajal Jacobo quienes a lo largo de mi vida universitaria ellas me apoyaron en el ámbito laboral y emocional para nunca darme por vencido y estaré eternamente agradecido de ellas, mis hermanas.

Y finalmente un gran agradecimiento a la Universidad César Vallejo por haberme permitido ser parte de su comunidad, a las personas que laboran en ella y quienes apoyaron en el proceso, gracias a todos ustedes que con su aporte por mínimo que sea me ayudaron a culminar mi estancia en la universidad.

**Arana Linares, Alan Miguel**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	11
3.2. Variables y operacionalización: .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo: .....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	12
3.5. Procedimientos:.....	12
3.6. Método de análisis de datos: .....	13
3.7. Aspectos éticos:.....	13
IV. RESULTADOS .....	14
4.1. Estudio topográfico .....	14
4.1.1. Generalidades.....	14
4.1.2. Ubicación .....	14
4.1.3. Reconocimiento de la zona .....	14
4.1.4. Metodología de trabajo.....	14
4.1.4.1. Softwares utilizados.....	14
4.1.4.2. Procedimientos .....	15
4.1.4.3. Datos de georreferenciación.....	15
4.2. Estudio de mecánica de suelos .....	15



4.2.1. Alcance .....	15
4.2.2. Objetivos .....	16
4.2.3. Sismicidad.....	16
4.2.4. Descripción del proyecto .....	17
4.2.5. Descripción de los trabajos .....	17
4.2.5.1. Resultados de los ensayos de laboratorio.....	17
4.3. Análisis de aguas residuales domésticas .....	20
4.3.1. Caracterización ambiental de la PTAR de Puerto Malabrido .....	20
4.3.1.1. Resultados.....	20
4.4. Diseño de la planta de tratamiento .....	24
4.4.1. Generalidades .....	24
4.4.2. Funcionalidad.....	25
4.4.3. Cálculo del caudal de aguas residuales evacuadas.....	25
4.4.4. Diseño de la red de riego .....	28
4.4.5. Sistema de red de agua .....	33
4.4.6. Cálculo de la capacidad del reservorio.....	33
4.4.8. Plantas que fueron beneficiadas .....	35
4.4.9. Red de distribución.....	35
4.4.9.1. Tipo de red de distribución .....	35
4.4.9.2. Tipo de riego empleado .....	35
4.4.9.3. Diseño de red de agua para riego de las áreas verdes .....	36
4.4.10. Diseño del pretratamiento .....	39
4.4.11. Diseño del reactor con aireación extendida .....	43
4.4.12. Diseño del sedimentador.....	45
4.4.13. Diseño de la cámara de contacto con cloro .....	46
4.4.14. Diseño del lecho de secados .....	47
4.5. Diseño estructural de la PTAR.....	48

4.5.1. Diseño del muro del tanque de aireación .....	48
4.5.2. Diseño del muro del canal de entrada.....	50
4.5.3. Diseño del muro del sedimentador.....	52
4.5.4. Diseño del tanque de contacto con cloro .....	54
4.5.5. Diseño del muro del lecho de secados.....	56
4.5.6. Diseño del cerco perimétrico.....	58
4.5.7. Diseño de cimentación del cerco perimétrico.....	61
V. DISCUSIÓN .....	65
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio .....	17
Tabla 2. Resumen de análisis granulométrico.....	18
Tabla 3. Resumen de límites líquidos .....	18
Tabla 4. Contenido de humedad .....	19
Tabla 5. Clasificación de suelos .....	19
Tabla 6. Densidad unitaria .....	19
Tabla 7. Resumen de resultados del corte directo .....	20
Tabla 8. Coordenadas, elevación y pendiente del tramo 1 de 22.....	31
Tabla 9. Áreas y cotas de las áreas verdes del c.p. Roma .....	32
Tabla 10. Volumen del almacenamiento del reservorio.....	34
Tabla 11. Datos de diseño de la red de agua para riego.....	37
Tabla 12. Parámetros de diseño .....	43
Tabla 13 - Matriz de Operacionalización de variables .....	80
Tabla 14 - Matriz de contingencia .....	81
Tabla 15 - Densidad poblacional del centro poblado Roma adquirido en la página del INEI.....	82
Tabla 16 – Coordenadas de la poligonal 1 "Zona NO" .....	83
Tabla 17 - Coordenadas de la poligonal 2 "Zona SO" .....	84
Tabla 18 - Coordenadas de la zona donde se realizará la PTAR.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Zonas sísmicas del Perú.....	16
Figura 2. Resultados de DBO en aguas residuales.....	21
Figura 3. Resultados de DQO en aguas residuales .....	21
Figura 4. Resultados de SST en aguas residuales .....	22
Figura 5. Resultados de AyG en aguas residuales .....	22
Figura 6. Resultados de coliforme termo tolerante en aguas residuales.....	23
Figura 7. Resultados de pH en aguas residuales.....	23
Figura 8. Resultados de la temperatura en aguas residuales .....	24
Figura 9. Sección transversal A-A.....	26
Figura 10. Sección transversal B-B.....	26
Figura 11. Red de riego y poligonal del centro poblado Roma usando el software Google Earth.....	29
Figura 12. Trabajo realizado en el software Global Mapper.....	29
Figura 13. Coordenadas y elevaciones que se obtuvieron en el software Global Mapper .....	30
Figura 14. Curvas de nivel y red de riego en el software Civil 3D .....	30
Figura 15. Perfil longitudinal de cada tramo .....	31
Figura 16. Proceso propuesto .....	43
Figura 17. Proceso de lodos activados .....	47
Figura 18 - Reunión con las autoridades de la municipalidad de Ascope quienes me facilitaron el plano catastral del centro poblado Roma .....	85
Figura 19 - Plano catastral del centro poblado Roma, Ascope, La Libertad.....	86
Figura 20 - Plano topográfico del centro poblado Roma .....	87

Figura 21 – Topografía obtenida en la zona donde se hizo el diseño de la PTAR .....	87
Figura 22 - Estudio de suelos.....	88
Figura 23 – Ubicación del canal de desemboque de aguas residuales.....	111
Figura 24 – Muestra de las estacas .....	112
Figura 25 – Clavado de estacas.....	113
Figura 26 – Templado de sogas.....	114
Figura 27 – Amarre de sogas a estaca .....	115
Figura 28 – Medición del ancho del canal .....	116
Figura 29 – Realizando las medidas de los perfiles de cada sección .....	117
Figura 30 – Medición de profundidad del canal.....	118
Figura 31 – Continuando con la medición de la profundidad del canal .....	119
Figura 32 – Liberación del primer flotador .....	120
Figura 33 – Observando que el flotador llegue al punto final .....	121
Figura 34 – Tomando nota de los tiempos obtenidos de cada flotador .....	122
Figura 35 – Calculando el caudal total de desemboque con todos los datos obtenidos en campo .....	123

## RESUMEN

Actualmente, gran parte de las localidades del Perú no poseen una planta de tratamiento de aguas residuales [P.T.A.R.] y en su mayoría las aguas negras que producen siguen siendo vertidas a los ríos, generando una contaminación de gran tamaño en el recurso hídrico. Por ese motivo nace la necesidad de realizar el diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para reusar las aguas negras en el riego de los parques y jardines en el centro poblado Roma – Ascope – La Libertad. Este proyecto de investigación es no experimental y de carácter transversal. La población viene a ser las aguas residuales evacuadas por el centro poblado Roma, la muestra viene a ser lo mismo por tratarse de una investigación descriptiva y la unidad de análisis también son las aguas residuales evacuadas por el c.p. Roma. Como técnica se utilizó la observación porque se tendrá como fin la recolección de datos topográficos y de estudio de suelos. Se determina que el diseño de lodos activados que se utiliza en la P.T.A.R. es una tecnología económica porque no ocupa demasiadas áreas geográficas. Cabe mencionar que la tecnología de lodos activados elimina el un 95% de la DBO que ingresa a la P.T.A.R. y así obtenemos un buen resultado de agua para el riego de áreas verdes. Se ha diseñado un reservorio elevado de 20m de altura para la correcta distribución del agua a los principales puntos de riego de área verdes en el centro poblado.

**Palabras clave:** Planta de tratamiento de aguas residuales, sedimentador, oxidación, lodos activados, reactor aeróbico.

## ABSTRACT

Currently, a large part of the localities of Peru do not have a wastewater treatment plant [P.T.A.R.] and its sewage continues to be discharged into rivers, generating large-scale contamination of water resources. For this reason, the need arose to design a wastewater treatment plant to reuse sewage in the irrigation of parks and gardens in the Roma - Ascope - La Libertad populated center. This research project is non-experimental and transversal in nature. The population is the wastewater evacuated by the Roma populated center, the sample is the same because it is a descriptive investigation and the unit of analysis is also the wastewater evacuated by the c.p. Rome. Observation was used as a technique because the aim will be to collect topographic data and soil study. It is determined that the activated sludge design used in the P.T.A.R. it is an inexpensive technology because it does not occupy too many geographic areas. It is worth mentioning that activated sludge technology eliminates 95% of the BOD that enters the P.T.A.R. and thus we obtain a good water result for the irrigation of green areas. A 20m high reservoir has been designed for the correct distribution of water to the main irrigation points of green areas in the populated center.

**Keywords:** Wastewater treatment plant, settler, oxidation, activated sludge, aerobic reactor.

## I. INTRODUCCIÓN

En el momento actual las plantas de tratamiento de aguas residuales nos brindan una solución para disminuir el exceso de contaminación presente en las aguas residuales que con el pasar de los años va en aumento. De acuerdo con Lario, Gonzáles y Morales (2015) la población en Latino América la encontramos concentrada en ciudades en un porcentaje mayor al del 80%. Por tal motivo el abastecimiento de agua es insuficiente o incluso más, por lo que el 70% de las aguas residuales no ha sufrido ningún tratamiento y eso perjudica el poder alcanzar el ciclo del agua necesario. Solo el 20% de las plantas de tratamiento son sostenibles porque generan ingresos en América Latina y así lograr el objetivo propuesto de tener un desarrollo sostenible es necesario tener nuevos enfoques y tener en cuenta el tratamiento de las aguas residuales en la gestión integral del recurso hídrico y con ello llegar a promover la generación de energía y recuperación de nutrientes que se encuentran en las aguas residuales (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento [MVCS], 2017).

El tratamiento de las aguas residuales tiene una cobertura baja en el Perú, el 70% de la cobertura es en el sector urbano, pero el querer incrementarla es muy costoso y a la vez complicado porque sería necesario construir plantas de tratamiento de un menor tamaño para pequeñas y medianas poblaciones, al realizar eso se incrementaría el costo unitario de la planta. Por otro lado, las PTAR existentes poseen problemas operativos y técnicos y su calidad de trabajo es deficiente, esto indica que aún no se entiende que el objetivo de una PTAR es el darle un nuevo uso al agua que fue tratada y no solo quedarse en el tratamiento. (MVCS, 2017).

Por muchos años en el centro poblado Roma existe un problema con las denominadas "Aguas servidas" o también conocidas como aguas residuales. Dicho inconveniente se presenta por la falta de una PTAR. Este problema también representa un peligro constante para el medio ambiente ya que en su mayor parte son usadas para regar las áreas de sembrío de caña de azúcar de la empresa azucarera Casa Grande son vertidas sin



ningún tratamiento previo. En el centro poblado Roma las áreas verdes son regadas mediante cisternas con agua potable facilitadas por la empresa agroindustrial de Casa Grande y al hacer eso se está desperdiciando un valioso líquido elemento vital para la vida humana. Por eso este proyecto tiene la finalidad de darle un tratamiento adecuado a las aguas residuales para ser reutilizadas y así disminuir la contaminación.

De acuerdo con la revista Valle Nuestro en el año 2017 existió un problema con las aguas servidas, como se mencionó que en parte eran utilizadas para regar los campos de caña de azúcar el problema fue que dichas aguas llegaron a estancarse cerca de la entrada al centro poblado, ya que estas no tienen un tratamiento previo causaron un desborde en la carretera debido a la acumulación de heces generando la incomodidad de las personas que viajaban de Roma a Trujillo y viceversa, dando también una mala imagen al centro poblado ya que a diario ingresaban distintas empresas de transportes de pasajeros que viajaban a la ciudad de Lima. La solución a ese problema tardó varios días en llegar, pero no duró mucho tiempo porque luego de un par de meses volvió a suceder lo mismo.

Teniendo en cuenta los argumentos antes mencionados, nace la idea y necesidad de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y beneficiar en su totalidad al centro poblado Roma y con ello a la reducción de la contaminación ambiental dándole una segunda oportunidad de uso a las aguas residuales o servidas. Por tal motivo, se formula el siguiente problema de investigación: ¿Qué características tendrá el diseño de una PTAR en el centro poblado Roma, provincia de Ascope, departamento La Libertad 2021?

Este proyecto se justifica de manera teórica porque con una PTAR ayudará a la reducción de la contaminación ambiental y facilitará el segundo de las aguas residuales para riego en las áreas verdes, dando como resultado evitar que se desperdicie agua apta para el consumo humano y generar una mejor calidad de vida.

Como justificación metodológica conoceremos cómo se desarrollará esta investigación. Primero se realizará el estudio topográfico, luego el estudio de suelos, continuamos con el diseño hidráulico y finalizaremos con el diseño estructural. En el ámbito práctico, esta investigación beneficiará al centro poblado Roma porque se dará un reúso a las aguas residuales que previamente tratadas serán regadas en las áreas verdes. Con ello también contribuimos a la reducción de la contaminación ambiental. Desde el punto de vista social damos a conocer que esta investigación ayudará a reducir el desecho de aguas residuales, ya que después de su tratamiento le daremos un reúso en el riego de las áreas verdes. También evitaremos malos olores que se producen por el estancamiento y las inundaciones de las aguas residuales.

Para poder brindar una respuesta a la formulación del problema, se plantea como objetivo general diseñar una PTAR para riego de las áreas verdes en el centro poblado Roma, distrito de Casa Grande, provincia de Ascope; teniendo en cuenta la normativa técnica necesaria para su diseño. Y como objetivos específicos: Realizar un estudio topográfico, estudio de suelo, diseño hidráulico, cálculo de dotación del reservorio elevado, el diseño de la planta de tratamiento y realizar el diseño de los elementos estructurales. De acuerdo con el problema mencionado, se planteó como hipótesis que el diseño y las características de la PTAR en el centro poblado Roma, provincia de Ascope, cumple con los parámetros y estándares establecidos por las normas técnicas E-0.30 diseño sismorresistente, OS-100 consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria, OS-090 plantas de tratamiento de aguas residuales, E-0.70 albañilería, E-0.60 concreto armado, IS-010 instalaciones sanitarias para edificaciones.

## II. MARCO TEÓRICO

Para poder entender mejor el desarrollo y comportamiento de la presente investigación de investigación se tienen referencias sobre trabajos e investigaciones similares realizadas por diferentes autores a nivel internacional, nacional y local que poseen la misma finalidad de diseñar una PTAR.

Como antecedentes internacionales tenemos a Cuenca (2018), quien en su proyecto de investigación diseñó una PTAR en la parroquia de Tingo la Esperanza en el estado de Pujilí con el objetivo de depurar aguas residuales domésticas de un sistema de alcantarillado. Los sistemas anaeróbicos fueron seleccionados mediante la realización de levantamientos topográficos, estudios de suelos, caracterización de residuos, mediciones de flujo y los resultados obtenidos. Con base al caudal de diseño de 1,37 l/s, la población es conformada por 1340 habitantes y el área a implementar es de 500 m<sup>2</sup>, se han especificado las dimensiones de las unidades que componen la PTAR, canales de paso, fosas sépticas, filtros anaeróbicos, dos humedales artificiales y lechos de secado de lodos; Se espera que este diseño cumpla con los parámetros de descarga permitidos para agua dulce requeridos por las regulaciones ambientales vigentes en el Volumen 6 del Anexo 1 del "Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente".

Por su parte Galeano y Rojas (2016), afirman que no existe un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Vélez Santander, por lo que la necesidad de tratamiento de aguas residuales es muy alta. Los sistemas de alcantarillado municipales están muy contaminados. En este trabajo se propuso un diseño hidráulico de una PTAR mediante una zanja de oxidación para retirar el 80% de la carga de DBO y todos los sólidos en suspensión del agua residual final del alcantarillado urbano de Vélez Santander haciendo uso de sus normas técnicas correspondientes para el mantenimiento y operación de la PTAR; El diseño consta de varias etapas como pre-tratamiento y tratamiento secundario, el pre-tratamiento consta

de una cuenca, una estructura de tamiz y un desoxidante de flujo horizontal, y el tratamiento secundario consta de una zanja de oxidación que realiza procesos biológicos. Sedimentación secundaria y finalmente tratamiento de fangos mediante una capa de secado de arena. Concluyeron que la planta de tratamiento ofrece grandes ventajas como la eficiencia operativa. En cuanto al consumo de energía en plantas de tratamiento de aguas residuales de cuneta de oxidación, la reducción del consumo energético para este tipo de tecnología la convierten en una excelente alternativa económica para poblaciones de tamaño medio.

De acuerdo con Suárez (2014), da a conocer que las aguas residuales del centro comercial de la ciudad de Quito tienen concentraciones de DQO, DBO, grasas y sólidos suspendidos más de lo permitido por la ordenanza municipal 404 del MDMQ. La descarga de aguas residuales sin el tratamiento adecuado de las vías fluviales naturales puede causar daños ambientales que pueden afectar a la población circundante. En este proyecto se diseñará una PTAR mediante electrocoagulación y adsorción de carbón activado. Se realizaron pruebas a escala de laboratorio utilizando muestras de agua residual para determinar las condiciones operativas que eliminarían mejor los contaminantes mediante electrocoagulación. Uso de electrodos de hierro y aluminio con una densidad de corriente de 12,5 A · m, un pH natural del agua (7.3) y una distancia entre electrodos de 1.5 cm, se obtuvieron las siguientes concentraciones. DQO (114,7 mg L<sup>-1</sup>), DBO<sub>5</sub> (<2 mg L<sup>-1</sup>), sólidos en suspensión (123,3 mg L<sup>-1</sup>). Las pruebas para completar la electrocoagulación se realizaron con carbón activado de malla 8 x 20 con un índice de yodo de 523 mg de yodo · g<sup>-1</sup> ha alcanzado la concentración final de sólidos en suspensión de 13,8 mg · L<sup>-1</sup> para lograr el cumplimiento normativo. Con ordenanza municipal 404 sobre contaminantes evaluados. Para finalizar el diseño de la planta se realizó teniendo en cuenta el pretratamiento con tamices gruesos, el reactor de reacción electrolítica y el tratamiento de 90 m<sup>3</sup> de residuos por día con filtro de carbón activado.

A nivel nacional, se confirma que Ambrosio (2019), dio a conocer que su problema de investigación es ¿cuáles son los resultados de la evaluación del diseño de la PTAR con contactor biológico rotativo en comparación al filtro biológico?, el objetivo general es el siguiente: La evaluación del diseño de PTAR con contactores biológicos rotativos son superiores a los filtros biológicos. La población consistió en dos PTAR existentes en la región de Sicaya, el tipo de muestra es la no pirobalística y la muestra es una de las plantas existentes en la región de Sicaya. Se concluyó que la evaluación del diseño de una PTAR utilizando un contactor biológico rotatorio fue superior al filtro biológico en términos de tamaño y calidad de las aguas residuales en términos de costo y presupuesto. Los resultados se mantuvieron dentro de límites accesibles.

Alcocer (2019) manifiesta que a nivel de todo el Perú hay descuidos en el área de saneamiento rural y en el tratamiento de aguas residuales. Según el Censo Nacional 2017 en la Región de Junín se cuentan 374 centros poblados y en ello el 62.63% tiene el servicio de saneamiento básico también observamos que las provincias están cubiertas de la siguiente manera, Yauli 59.6%, Junín 76.7%, Tarma 82.6%, Chanchamayo 49%, Satipo 50.1%, Concepción 71.7, Huancayo 55.2%, Jauja 68.5% y Chupaca 74.6%. En conclusión, los datos y parámetros necesarios para el diseño de una PTAR en el centro poblado de Aynamayo del distrito de Vitoc – Chanchamayo – Junín se determinaron bajo las normas OS.0100 y la RM N°173-2016-Vivienda logrando el desarrollo del diseño.

Olmedo (2019) señaló que la prioridad en su investigación es analizar el buen diseño de las PTAR de los sistemas de alcantarillado. El método que se ha utilizado fue el siguiente: Tipo de investigación aplicado, nivel de descripción, diseño cuasiexperimental, composición poblacional: 63 metros cúbicos / día de aguas residuales por día, composición de muestras censales: 63 metros cúbicos / día de aguas residuales generadas en el anexo de Aska-Pukara. En resumen, el diseño de la PTAR de biodiscos incluye los siguientes componentes: cámara de malla, tanque Imhoff, lecho

de secado, biodisco y cámara de contacto y cloración. Además, el diámetro del disco biológico es de 2 m y la superficie es de 12 m<sup>2</sup>.

Localmente se tienen estudios como el de López y Herrera (2015), quienes en su proyecto diseñaron una PTAR y utilizaron el agua tratada para regar jardines y parques en la Esperanza y reducir la descarga de contaminantes al océano. Además de brindar conocimientos, pasos y/o métodos de diseño para los estudiantes y/o profesionales interesados; por lo tanto, se brinda información suficiente para completar el proyecto. Este proyecto es un método práctico para encontrar y comprender la investigación básica necesaria para comenzar el diseño de una PTAR también se han establecido los parámetros básicos de diseño. Además, discutimos, evaluamos y seleccionamos las alternativas más adecuadas para identificar las diferentes alternativas de tratamiento de aguas residuales que se pueden ofrecer inicialmente. Esto también incluye el cálculo de los costos, construcción y operación de la PTAR También mencionó el estudio de viabilidad económica del proyecto y señaló los requisitos previos para iniciar con el mantenimiento y operación de la PTAR, En definitiva, los proyectos desarrollados ayudarán a la gestión presupuestaria y harán realidad el riego de las áreas verdes utilizando las aguas que previamente fueron tratadas. Se puede evitar la contaminación y se puede reducir el costo del uso agua potable para regar parques y jardines.

En la opinión de Barriga y Sánchez (2016), expresan que su proyecto tuvo como objetivo principal realizar el diseño hidráulico de una PTAR domésticas del centro de Samne, Otuzco, La Libertad. Samne tiene actualmente 178 casas, cada una aproximadamente compuesta por 5 habitantes por vivienda (actualmente 890 habitantes), población que sufre trastornos gastrointestinales que han sufrido a lo largo de los años, esto se debe al consumo de agua sin ningún tratamiento previo. Como solución al presente problema se realizó este proyecto diseñado con el Reglamento Nacional de Construcción (RNE) y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS). También existe un estudio previo de impacto ambiental

con el objetivo de descubrir los efectos del proyecto ya sean positivos o negativos. Finalmente, trabajamos con un periodo de diseño de 20 años el cual nos ha permitido obtener los resultados de la población futura el cual será de 1134 habitantes, en comparación a los 890 habitantes que hay actualmente. Con los resultados mencionados anteriormente se calculó el caudal máximo horario que es de 3.15 l/seg, dando como resultado un caudal de contribución para Laredo y de alcantarillado 2.52 l/seg.

Según Campos y Gutiérrez (2019), indican que el objetivo de su proyecto es diseñar una PTAR mediante lagunas facultativas, que actualmente son ineficientes en relación al número de habitantes de la zona, y reutilizar las aguas residuales de la red de alcantarillado para fines agrícolas. Se propone un nuevo diseño para el tratamiento de aguas residuales con reactores anaeróbicos de flujo ascendente. El proyecto beneficiará a 21.908 habitantes de la región de Paján y recopilará todos los datos necesarios para el diseño. Se realizó un diagnóstico de la planta de tratamiento existente mediante lagunas facultativas, inspeccionando las fallas y defectos que existían cuando estas lagunas no cumplían con los parámetros ambientales establecidos. También se han realizado estudios topográficos y suelos, y se está realizando un rediseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante un reactor ascendente anaeróbico. Posteriormente, se tuvo en cuenta el análisis físico-químico de la escorrentía y aguas residuales finales del canal. A través de este estudio, podemos saber qué propiedades serán seleccionadas para el nuevo diseño. Después de todo, este diseño será de gran ayuda para los habitantes de la región de Paján. Como resultado, mejorar la calidad de vida, mejorar el sistema de saneamiento, reducir la contaminación y reutilizar las aguas residuales para el riego de los campos de las agrícolas.

Para una mayor información sobre el desarrollo de las variables y sus dimensiones, Explico a continuación sus conceptos y funciones: El diseño de una P.T.A.R. es un compuesto de operaciones y procesos unificados que involucran origen físico, químico o biológico bajo condiciones

específicas de diseño de aguas residuales, o una combinación de estas operaciones y procesos que involucran fenómenos de transporte y tratamiento de fluidos. Generalmente, debe basarse en criterios importantes (tales como La fuente y calidad del agua a tratar), aclaran los parámetros básicos relacionados con la naturaleza del equipo de tratamiento, la mejor solución y la escala para eliminar los residuos de los contaminantes en el agua. (Super Intendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2016, p. 2).

El estudio topográfico es responsable de medir la expansión del terreno y utiliza los datos obtenidos en campo para realizar un dibujo del área donde se realizará la investigación. Asimismo, podemos señalar que la topografía determina las distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos (área de terreno de referencia), mide ángulos y establece puntos mediante los llamados ángulos y distancias de replanteo. El conjunto de procedimientos necesarios para establecer la posición de un punto y luego representar el punto en un plano se denomina levantamiento topográfico. (Gámez, 2015, p. 10).

El estudio de suelos es muy importante porque su objetivo es decidir las propiedades de la formación por medio de muestras analizadas en el laboratorio y detectar el tipo de suelo por medio de sus características físicas y mecánicas. Por medio de la averiguación del suelo, se tienen la posibilidad de revelar las características, o sea, la estructura del suelo. En la mayoría de los casos, se necesita que conozcan el tipo de cimentación más idónea para la obra a edificar, de esta manera evitar daños a futuro como los son asentamientos, agrietamientos, erosión del terreno etcétera. (Braja, 2014, p. 20).

El diseño estructural incluye la forma, material y tipo de estructura a diseñar, su análisis también incluye el modelado estructural, calculando la deformación y fuerzas internas de sus elementos, la fase de diseño incluye estructura, análisis y dimensionamiento. Es decir, su propósito es brindar



una estructura segura y económica para satisfacer necesidades específicas, por lo que es comprensible que la seguridad de la estructura se base en un servicio libre de problemas durante toda su vida útil. (Riddellc, Hidalgo, 2014, p. 10).

En el diseño hidráulico tiene la finalidad de calcular los diámetros y las longitudes de los diferentes tipos de tuberías que conformaran el proyecto, bajo el criterio estructural. Por ende, se debe analizar por lo menos 2 tipos de criterios básicos: Las secciones que deben funcionar con la uniformidad de la emisión, y la velocidad de la red de tuberías. Es decir, que, para conseguir un diseño eficiente, debemos adaptar cada tramo de acuerdo a las condiciones de la topografía para garantizar una diferencia de caudal y una variación de presión uniforme. (Jiménez, 2015, p. 2).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

La presente investigación fue de tipo aplicada porque se presenta una alternativa de solución inmediato a los problemas cotidianos (Murillo, 2008); según la temporalidad de esta investigación es transversal porque como resultado sólo se realizó una medición que será las que se obtuvieron al final del diseño (Cataldo, Arancibia, Stojanova y Papuzinski, 2019) y es descriptiva porque al tener el diseño final se tuvo como resultado sus características y descripciones (Luque, Rodríguez y Romero, 2005).

El diseño de investigación fue considerado no experimental porque no existe manipulación de las variables de estudio (Hernandez, Fernández y Baptista y 2014) cuyo esquema es el siguiente:



Dónde:

M: Total de aguas residuales evacuadas por el centro poblado Roma.

O: Toma y verificación de datos topográficos.

#### 3.2. Variables y operacionalización:

La variable de estudio fue el diseño de una PTAR clasificada según su naturaleza como cuantitativa. Además, las dimensiones que comprende son: estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidráulico y diseño estructural. La matriz de operacionalización de variables y de contingencia se encuentran en las tablas 13 y 14.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo:

Para la población se tomó en cuenta las aguas residuales evacuadas por el centro poblado Roma que en la actualidad cuenta 6388 habitantes, valor obtenido de la base de datos en formato .xls que se adquirió en la página del INEI (Instituto Nacional de Estadística e

Informática) ver tabla 15, igualmente sucede con la muestra que fue el total de las aguas residuales evacuadas por el centro poblado Roma.

El muestreo fue la totalidad de aguas residuales evacuadas por el centro poblado Roma, cuyo resultado se calculó realizando el método del flotador y las secciones transversales.

La unidad de análisis fueron las aguas residuales evacuadas por el centro poblado Roma.

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

Como técnicas de recolección de datos se ha considerado la observación directa estructurada y el análisis documental, por lo tanto, como instrumentos de recolección de datos se utilizó la revisión de planos y expedientes técnicos, aquí hubo una reunión con las autoridades de la Municipalidad provincial de Ascope y del distrito de Casa Grande (Figura 18) con el fin de solicitar la información necesaria para el desarrollo de esta investigación facilitándome el plano catastral del centro poblado Roma y su estudio de suelos figura 22.

#### 3.5. Procedimientos:

Para el diseño de la P.T.A.R. se empleó las normas técnicas E-0.30 diseño sismorresistente, OS-100 consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria, OS-090 plantas de tratamiento de aguas residuales, E-0.70 albañilería, E-0.60 concreto armado, IS-010 instalaciones sanitarias para edificaciones; el primer paso del procedimiento fue la elaboración del estudio topográfico haciendo uso del plano brindado por la municipalidad provincial de Ascope [M.P.A.] en el cual se ha georreferenciado en el software AutoCAD para obtener las coordenadas y también se hizo la visita en los puntos que se han georreferenciado para corroborar que no hubo cambio alguno. En la mecánica de suelos se solicitó el estudio en mención a la M.P.A. para identificar el estado y resistencia en la que se encuentra el suelo de la zona donde se realizó el diseño. En el estudio hidráulico se llevó a cabo

el diseño de la red de riego de las áreas y el cálculo de la dotación para el cultivo de las áreas verdes (IS 010) , ambas en (l/día) y en el diseño estructural elaboraré el diseño del desarenador, decantador, reactor biológico, tanque para el tratamiento físico químico, sistema de deshidratación de lodos y secado de lodos, todos en (m<sup>2</sup>) y el diseño del reservorio elevado en (m<sup>3</sup>) de acuerdo con la norma OS. 090 para plantas de tratamiento de aguas residuales.

### 3.6. Método de análisis de datos:

Con los datos obtenidos al georreferenciar el plano, se ubicaron los puntos donde se llevó a cabo el diseño del reservorio elevado, la P.T.A.R. y la red de riego de áreas verdes. Todo el procedimiento se llevó a cabo con la ayuda de los softwares AutoCAD Civil 3D, Global Mapper, Google Earth y Microsoft Excel.

### 3.7. Aspectos éticos:

La presente investigación se realizó de acuerdo a los procedimientos y normas establecidas por la universidad César Vallejo. La investigación se realizó con la finalidad de beneficiar el centro poblado Roma y brindar una mejor calidad ambiental. El autor se comprometió a elaborar esta investigación brindando datos reales, teniendo presente que esta investigación puede aportar al desarrollo del país y el medio ambiente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio topográfico

#### 4.1.1. Generalidades

Se planteó realizar el estudio topográfico con el propósito de obtener una representación digital del terreno a estudiar. Dentro del levantamiento se obtuvo el plano planimétrico, esto significa que se representó en un plano horizontal. El plano fue facilitado por el ingeniero civil que labora en la municipalidad de Ascope.

#### 4.1.2. Ubicación

La ubicación de la investigación fue en el c.p. Roma, Distrito de Casa Grande, Provincia de Ascope, Departamento de la Libertad. La topografía de la zona es llana porque posee elevaciones que no representa problema alguno en la elaboración del proyecto.

#### 4.1.3. Reconocimiento de la zona

Se realizó una visita al c.p. de Roma exactamente en la zona donde estará ubicada la planta de tratamiento y donde hice el cálculo de caudal del desemboque de aguas residuales totales del c.p. de Roma utilizando el método del flotador y las secciones transversales, la visita se llevó a cabo el 22 de febrero del presente año 2021.

#### 4.1.4. Metodología de trabajo

La realización del estudio topográfico se realizó de manera virtual con ayuda de softwares y el plano catastral brindado por la M.P.A.

##### 4.1.4.1. Softwares utilizados

- AutoCAD Civil 3D
- Microsoft Excel 2019
- Global Mapper
- Google Earth

#### 4.1.4.2. Procedimientos

Para obtener el estudio topográfico se utilizó el plano del c.p. Roma que fue obtenido gracias a la Municipalidad Provincial de Ascope [M.P.A.]. El plano se ejecuta en el software AutoCAD Civil 3D y usando el comando "UTM" se obtienen las coordenadas de los límites del centro poblado, luego de obtener las coordenadas, se realizó otra visita al c.p. Roma y nos ubicamos en algunos puntos estratégicos para corroborar que las coordenadas obtenidas en Civil 3D son correctas y que la zona no haya sufrido cambio alguno.

#### 4.1.4.3. Datos de georreferenciación

Al realizar el estudio topográfico se realizó 3 poligonales en las cuales se obtuvieron 78 puntos los cuales fueron divididos en 2 partes en el plano del c.p. Roma, 42 puntos se obtuvieron de la zona noroeste, 29 puntos en la zona suroeste del centro poblado Roma y los últimos 7 puntos corresponden al lugar donde se realizó el diseño de la PTAR, tal como se muestra en las tablas 16, 17 y 18, los planos topográficos del c.p. Roma y de la zona donde se realizó el diseño de la PTAR se pueden visualizar en las figuras 19 y 20

### 4.2. Estudio de mecánica de suelos

#### 4.2.1. Alcance

Mediante el estudio de suelos se llegó a conocer las características del suelo en donde se realizó el diseño. Es por ello que el estudio de suelos es de suma importancia en el diseño con la finalidad de que en el futuro no sucedan asentamientos y daños permanentes en la infraestructura de la PTAR.

#### 4.2.2. Objetivos

Con el estudio de suelos se tiene conocimiento de las propiedades y las características del suelo en el que se realizó el trabajo y en el que se instalará la PTAR.

#### 4.2.3. Sismicidad

La sismicidad llega a definirse en la probabilidad de que exista un movimiento sísmico en el lugar trabajado. Al observar en la figura 1 de la norma E 0.30, observamos que el mapa del Perú está repartido en 4 zonas sísmicas, la costa peruana se ubica como una zona de alta intensidad sísmica. Entonces tenemos en cuenta que nuestra zona de estudio la encontramos en la zona 4, el cual pertenece a la zona de alta sismicidad.



Figura 1 - Zonas sísmicas del Perú

Fuente: Norma Técnica E-0.30 Diseño Sismo resistente

#### 4.2.4. Descripción del proyecto

El proyecto se realizó en el c.p. Roma, distrito de Casa Grande, provincia de Ascope, departamento de La Libertad. La finalidad del estudio es conocer las características del suelo en el que se realizó el diseño de la PTAR con la finalidad de otorgar un segundo uso al agua en el riego de las áreas verdes.

#### 4.2.5. Descripción de los trabajos

Los resultados del estudio se obtuvieron de un proyecto realizado por la municipalidad de Casa Grande, ejecutado en el centro poblado Roma a cargo de la empresa GECONSAC, la empresa contratada tuvo el trabajo de hacer el estudio de suelos el cual se puede observar en las figuras 22.

##### 4.2.5.1. Resultados de los ensayos de laboratorio

Para este estudio sólo se realizó una calicata de las cuales se extrajeron muestras para realizar los ensayos de análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, índice plástico y corte directo. Ver tabla 1.

Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO DE AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPÓSITO ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	CLASIFICACIÓN	T88	D422	2.50 KG	determina la distribución del tamaño de las partículas
CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACIÓN		D2216	2.50 KG	
LÍMITE LÍQUIDO	CLASIFICACIÓN	T89	D4318	2.50 KG	hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
LÍMITE PLÁSTICO	CLASIFICACIÓN	T90	D4318	2.50 KG	hallar el contenido de agua entre los estados plástico y semi sólido
ÍNDICE PLÁSTICO	CLASIFICACIÓN	T90	D4318	2.50 KG	hallar el rango de contenido de agua por encima del cual el suelo está en un estado plástico
CORTE DIRECTO	CLASIFICACIÓN	T236	D3080	20.00 KG	parámetros cálculo de capacidad portante

Fuente: Estudio de suelos GECONSAC



En la tabla 2, se presenta el resumen de las características granulométricas encontradas, se debe indicar que se tomó una muestra de la calicata para clasificar el tipo de suelo y tener un sondeo de todo el perfil estratigráfico del terreno.

Tabla 2. Resumen de análisis granulométrico

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	% GRAVA	% ARENA	% FINO
PC - 1	M - 1	'-0.20 a -3.00	1.94	9.89	88.17

Fuente: Estudio de suelos GECONSAC

En el límite líquido el material dependiendo del contenido de humedad pasa por los estados líquido, plásticos y secos y cuando en el agregado ya se determina el contenido de humedad se dice que se encuentra en estado semi líquido. Mientras se le va quitando el agua va a llegar un momento en el que el suelo va a llegar a ser trabajable sin estar húmedo, debido a la consistencia que va obteniendo.

Si seguimos quitándole el agua llegará el momento donde el material se haga imposible de trabajar y se cuarteará al querer tratar de desmoldarlo, por tal motivo se indica que se encuentra en estado semi seco.

En el presente estudio el tipo de suelo la muestra MI presenta límite plástico y límite líquido. Ver tabla 3.

Tabla 3. Resumen de límites líquidos

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	L.L.	L.P.	I.P.
PC - 1	M - 1	'-0.20 a -3.00	30.71	18	12.71

Fuente: Estudio de suelos GECONSA

Para el contenido de humedad, el valor es relativo, porque todo depende del estado climático que llega a variar de un momento a otro y por eso lo conveniente realizar el ensayo y trabajarlo inmediatamente para evitar muchas distorsiones al momento de realizar los respectivos cálculos. Con los resultados del contenido de humedad

podemos observar la tabla 4 que resume el resultado de los materiales ensayados.

Tabla 4. Contenido de humedad

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)
PC - 1	M - 1	'-0.20 a -3.00	14.38

Fuente: Estudio de suelos GECONSAC

Con todos los resultados obtenidos de las propiedades y análisis granulométricos, tenemos la tabla 5 en el que se resume los principales resultados de los materiales que se han ensayado incluyendo las clasificaciones de SUCS.

Tabla 5. Clasificación de suelos

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN DE SUCS
PC - 1	M - 1	'-0.20 a -3.00	CL (Arcilla de ligera plasticidad)

Fuente: Estudio de suelos GECONSAC

Teniendo en cuenta que el peso volumétrico es una de las propiedades físicas del suelo, debe ser involucrado en un amplio criterio práctico y basarnos en la observación del comportamiento que realiza en campo. Finalmente se puede llegar a analizar la densidad del suelo como un requisito y propiedad física indispensable para el estudio. En la tabla 6 se indica el peso volumétrico de diseño

Tabla 6. Densidad unitaria

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm <sup>3</sup> )
PC - 1	M - 1	1.50	1.56

Fuente: Estudio de suelos GECONSAC

El ensayo de corte directo se obtiene por este método los parámetros de ángulo de fricción interna " $\phi$ " y la cohesión del suelo " $c$ ", debido a la compacidad del suelo, el coeficiente del ángulo de fricción se ha reducido. donde  $\phi$

= $\text{Arctg}(2/3 \text{ tg}(\emptyset))$ , en la tabla 7 se presentan los valores obtenidos para la matriz del suelo:

Tabla 7. Resumen de resultados del corte directo

<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>Y (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>∅ (°)</b>	<b>C (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>
PC - 1	M - 1	1.54	0.53	0

Fuente: Estudio de suelos GECONSAC

#### 4.3. Análisis de aguas residuales domésticas

Para poder obtener un estudio de las aguas residuales domésticas similares al del C.P. de Roma se tomó en cuenta los datos facilitados por SEDALIB, en el que se detalla el resultado del carácter ambiental de las plantas de tratamiento de La Libertad.

##### 4.3.1. Caracterización ambiental de la PTAR de Puerto Malabrigo

Se tomó en cuenta al distrito Malabrigo porque tiene similares características al centro poblado Roma. Por tal motivo los resultados de Malabrigo se utilizaron como un estudio de aguas residuales para este proyecto.

##### 4.3.1.1. Resultados

###### a. Demanda biológica de oxígeno (DBO)

Se ha contado con la data de la demanda biológica de oxígeno anual que va desde el 2012 hasta el año 2016, el gráfico se observa en la figura 2.

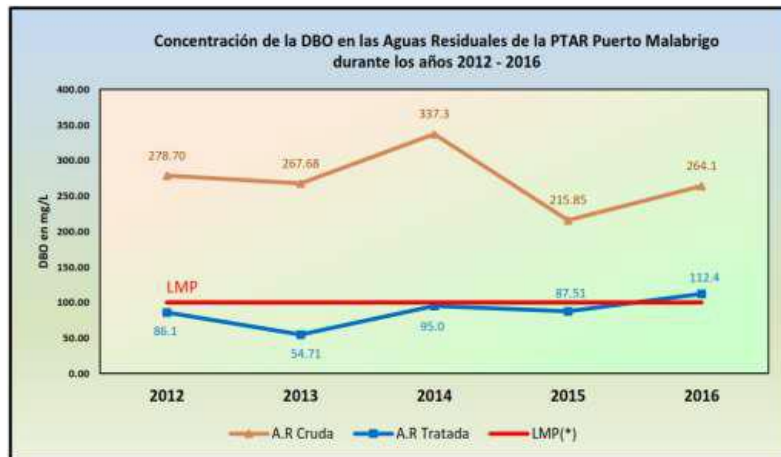


Figura 2. Resultados de DBO en aguas residuales  
Fuente: División de control de calidad de SEDALIB S.A.

b. Demanda química de oxígeno (DQO)

Se ha contado con la data de demanda química de oxígeno anual desde el 2012 hasta el año 2017, el gráfico se observa en la figura 3.

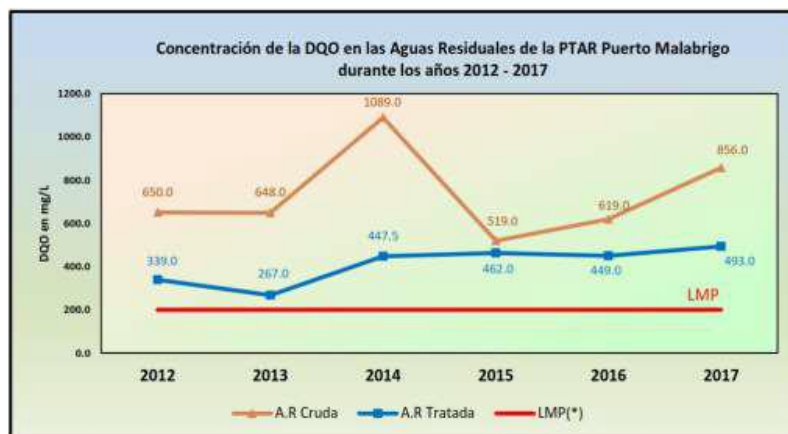


Figura 3. Resultados de DQO en aguas residuales  
Fuente: División de control de calidad SEDALIB S.A.

c. Sólidos suspendidos totales (SST)

Se ha contado con la data de sólidos suspendidos totales desde el 2012 hasta el año 2017, el gráfico se observa en la figura 4.

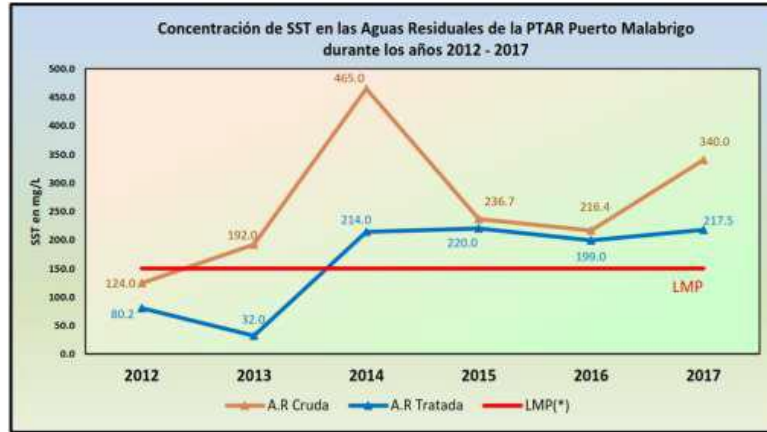


Figura 4. Resultados de SST en aguas residuales  
Fuente: División de control de calidad de SEDALIB S.A.

d. Aceites y grasas (AyG)

Se ha contado con una data de aceites y grasas desde el año 2012 al año 2017, el gráfico se observa en la figura 5.

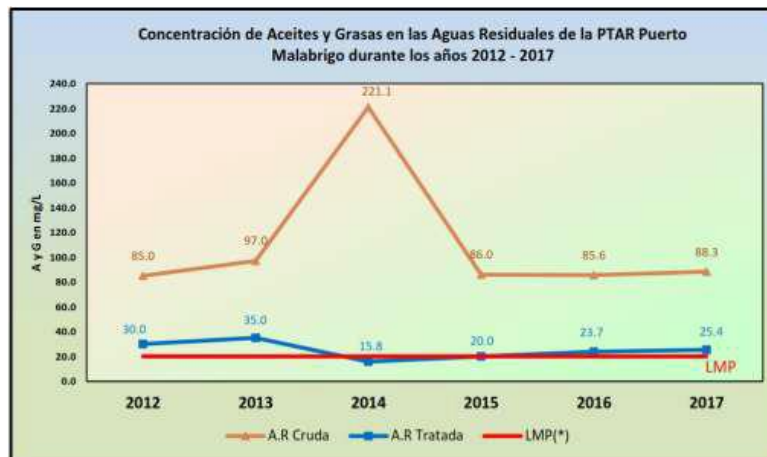


Figura 5. Resultados de AyG en aguas residuales  
Fuente: División de control de calidad de SEDALIB S.A.

e. Coliforme termo tolerantes (C. term)

Se ha contado con la data de coliforme termo tolerante desde el 2012 hasta el año 2016, el gráfico se observa en la figura 6.

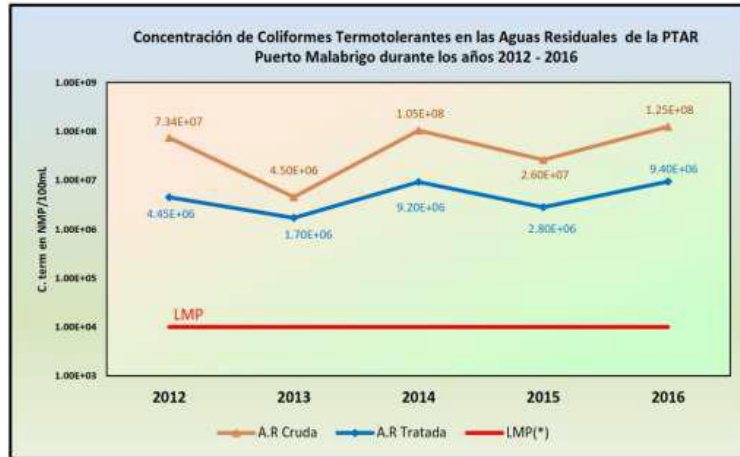


Figura 6. Resultados de coliforme termo tolerante en aguas residuales

Fuente: División de control de calidad de SEDALIB S.A.

f. pH

Se ha contado con la data del pH desde el 2012 hasta el año 2017, el gráfico se observa en la figura 7.

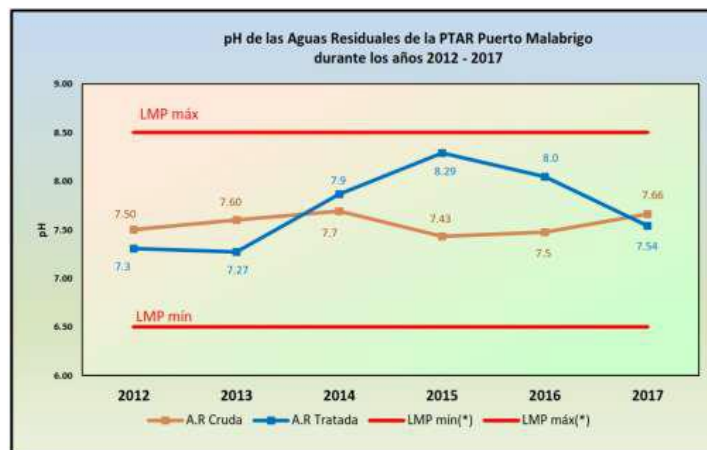


Figura 7. Resultados de pH en aguas residuales

Fuente: División de control de calidad de SEDALIB S.A.

#### f. Temperatura

Se ha contado con la data de la temperatura desde el 2012 hasta el año 2017, el gráfico se observa en la figura 8.

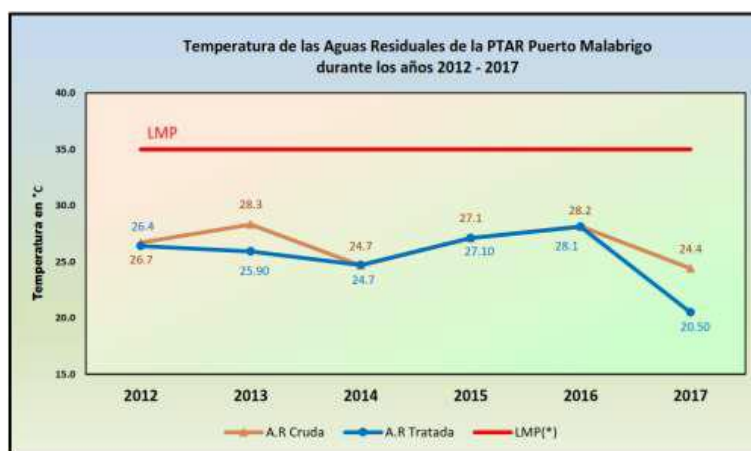


Figura 8. Resultados de la temperatura en aguas residuales

Fuente: División de control de calidad de SEDALIB S.A.

#### 4.4. Diseño de la planta de tratamiento

##### 4.4.1. Generalidades

Hay muchos métodos alternativos en el tratamiento de aguas residuales; Sin embargo, la tecnología más extensa es el proceso de lodos activados. La razón por la que este proceso se llama así es porque se ha desarrollado grupos bacterianos en forma de flóculos, llamados lodos activos, este método puede obtener buena agua tratada para ser utilizado en áreas verdes.

Se eligió esta tecnología porque tiene un costo menor en comparación con otras tecnologías. Sin embargo, en cuanto a su operación y mantenimiento, su presupuesto es relativamente alto, lo que representa el gasto anual de la planta de tratamiento. Según la investigación de López y Herrera (2015), luego de comparar la tecnología de lodos activados y la laguna facultativa, decidieron que la primera opción es más factible, porque considerando la inversión inicial, el flujo económico, el gasto y los ingresos en términos de recuperación de la inversión período,

El valor neto de la tecnología de lodos activados es positivo, lo que la hace factible.

#### 4.4.2. Funcionalidad

El proceso de lodos activados se divide en dos partes principales:

Zona de aireación y zona de sedimentación (puede haber una zona de sedimentación principal antes de la aireación). En el tanque de aireación, lleva el nombre del uso de un aireador mecánico que puede cambiar el ambiente aeróbico. Además, existen mezclas de microorganismos y sustancias orgánicas e inorgánicas, el primero intenta estabilizar la sustancia debido a la reacción de oxidación biológica.

Posteriormente ingresan al tanque de sedimentación, donde el agua clarificada es tratada por re-oxigenación y luego filtrada para riego. En el fondo del tanque de sedimentación hay lodo acumulado, que es recirculado al tanque de aireación, donde se puede utilizar para enriquecer la cantidad de microorganismos activos utilizados. Estos microorganismos se llaman flóculos y ayuda al desarrollo en el proceso de la depuración biológica.

#### 4.4.3. Cálculo del caudal de aguas residuales evacuadas

El método que se ha utilizado es el del flotador y secciones transversales. Es un método sencillo con el cual se obtuvo un resultado preciso.

En primer lugar, se buscó el tramo donde se trabajó, una vez ubicado se tomó la medida de 20 metros. Se marcan ambos lados con las estacas y así se obtuvo los puntos A-A y B-B y con el cordel se tendió una línea entre las estacas.

Se ha tenido en cuenta que las secciones transversales del canal fueron de medidas diferentes, tanto en AA y BB, por ello se determinó la sección transversal.



Se tomó la medida de la profundidad del canal 5 veces en metros, entre distancias iguales a través del arroyo en los puntos AA y BB. En la figura 9 y 10 se pueden ver las secciones transversales de AA y BB.

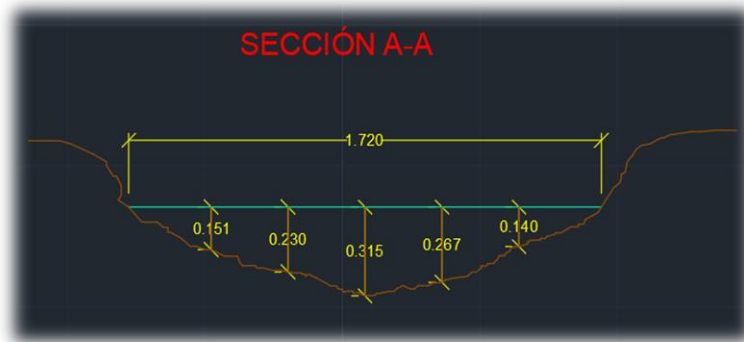


Figura 9. Sección transversal A-A

Fuente: Elaboración propia

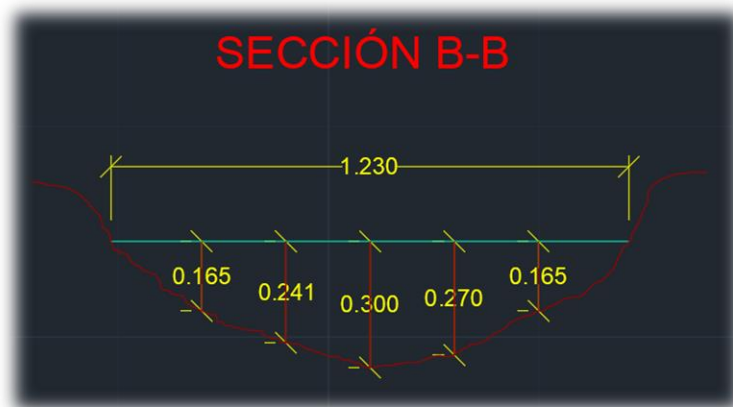


Figura 10. Sección transversal B-B

Fuente: Elaboración propia

A-A	0.151 m	B-B	0.165 m
	0.230 m		0.241 m
	0.315 m		0.300 m
	0.267 m		0.270 m
	0.140 m		0.165 m

Cuando se tomaron todas las medidas en las secciones AA y BB, Se sumaron las 5 medidas de cada sección y se dividen entre 5 y obtener la profundidad media del agua en la sección AA y BB.

$$PM A = 0.221 \text{ m} \qquad PM B = 0.228 \text{ m}$$

Se obtuvo la sección transversal en m<sup>2</sup> de las secciones AA y BB multiplicando la profundidad media por el ancho de cada sección.

$$ST A = 0.38 \text{ m}^2 \qquad ST B = 0.28 \text{ m}^2$$

Para obtener la sección transversal media de ambas secciones, se sumaron los valores de la sección transversal y se dividió entre 2 para obtener la sección transversal media entre A y B.

$$\text{Sección transversal total} = 0.66 \text{ m}^2$$

$$\text{Sección transversal media entre A y B} = 0.33 \text{ m}^2$$

Para calcular la velocidad media del agua se usaron los flotadores, en este caso son las pequeñas pelotas de plástico, se ubicó el flotador pocos metros agua arriba de la sección AA el cual fue el punto de partida y se soltó con cuidado, la corriente de agua se encargó de llevarlo a la sección BB lugar donde el acompañante estuvo a la espera con el cronometro en mano para hacer la captura del tiempo de cuanto se demoró en llegar el flotador desde la sección AA hasta la sección BB.

Esta acción se repitió 5 veces y sumando todas las medidas se obtuvo un valor, el cual se dividió entre 5 y se obtuvo el tiempo medio. Al haber obtenido el tiempo medio, se obtuvo la velocidad del agua en la superficie y se calculó dividiendo la longitud entre las secciones AA y BB por el tiempo medio y el resultado se multiplicó por 0.85 que es un coeficiente de corrección para hallar la velocidad media del agua.

Tiempos medidos:

Sección A

T1	31.39 seg.		
T2	28.48 seg.	Tiempo tot:	151.72 seg.
T3	30.52 seg.	Tiempo me	30.344 seg.
T4	32.15 seg.		
T5	29.18 seg.		

Velocidad del agua en  
la superficie  
0.66 m/s

coeficiente de corrección  
0.85

Velocidad media del agua  
0.56 m/s

Finalmente se calculó el caudal del agua en m<sup>3</sup>/s, se multiplicó la velocidad media por la sección transversal media. También se calculó el resultado del caudal en litros por segundo, el resultado en m<sup>3</sup>/s se multiplicó por 1000 y así se obtuvo el valor en l/s.

Caudal de agua m<sup>3</sup>/s 0.18 m<sup>3</sup>/s

Caudal de agua m<sup>3</sup>/d 15976.49 m<sup>3</sup>/d

Caudal de agua l/s 184.91 l/s

Caudal de agua m<sup>3</sup>/min 11.09 m<sup>3</sup>/min

#### 4.4.4. Diseño de la red de riego

Haciendo uso del software Google Earth se trazó la red de riego desde la zona donde se ubicó la PTAR y se distribuyó hacia los distintos puntos que conforman las áreas verdes del centro poblado, en este caso fueron 22 áreas y se trazó la poligonal de toda el área del centro poblado, se observa en la figura 11.

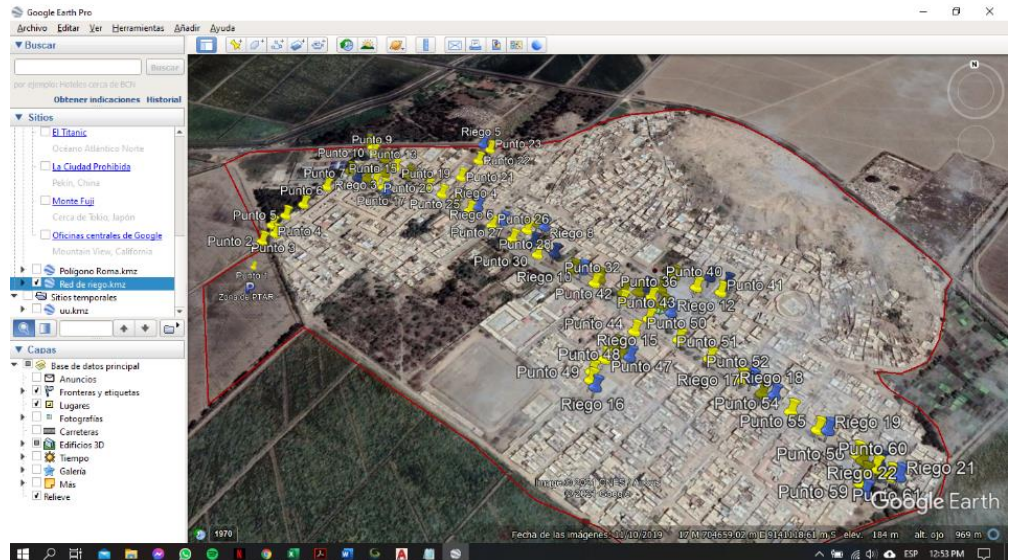


Figura 11. Red de riego y poligonal del centro poblado Roma usando el software Google Earth

Fuente: Elaboración propia

Se exportó el trabajo al software Global Mapper y se procedió a colocar la capa del terreno que nos facilita el software para tener las elevaciones y trazamos las curvas de nivel con ayuda del software luego todo el archivo se guardó en un archivo de texto. Ver figura 12 y 13.

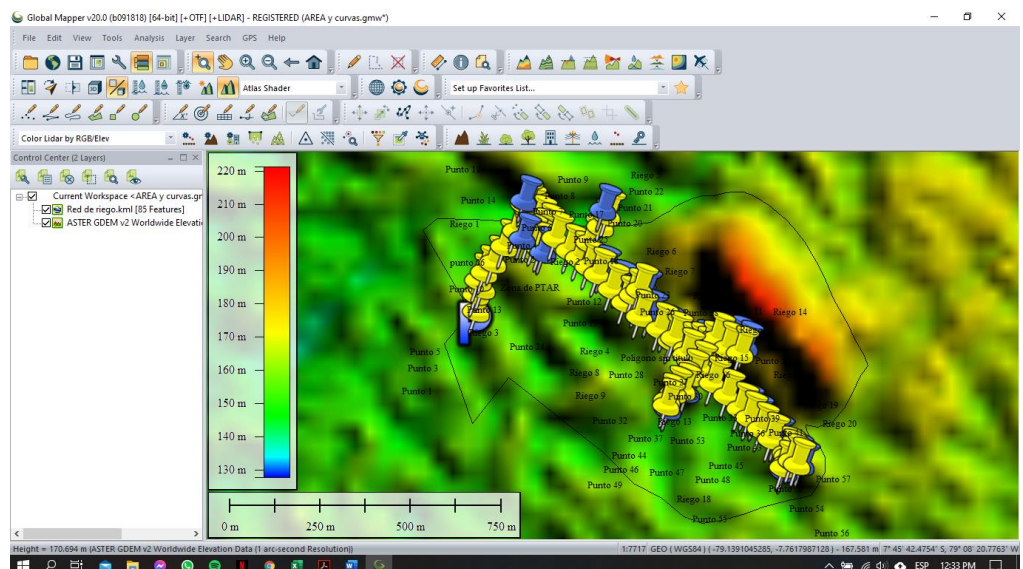


Figura 12. Trabajo realizado en el software Global Mapper

Fuente: Elaboración propia

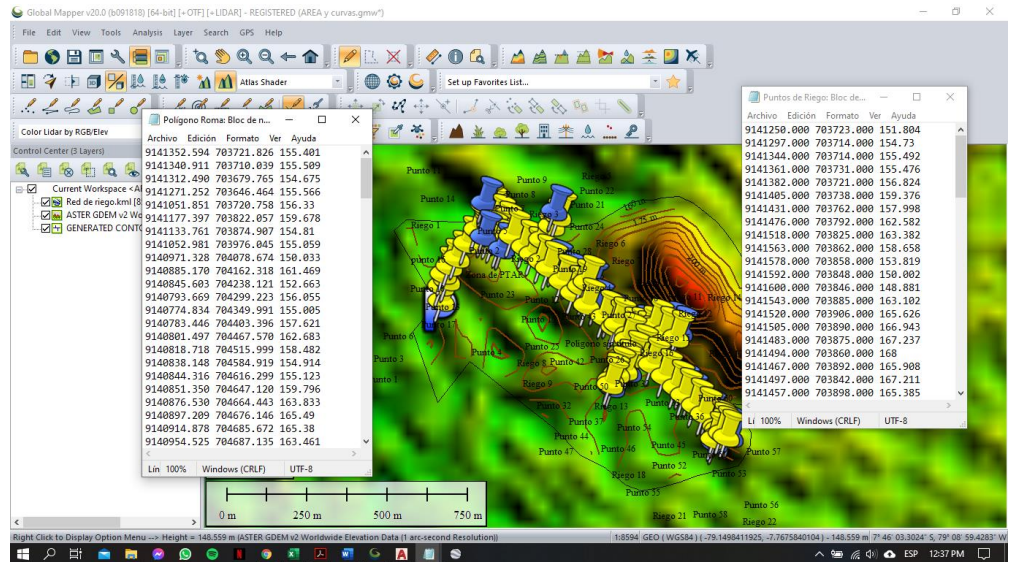


Figura 13. Coordenadas y elevaciones que se obtuvieron en el software Global Mapper

Fuente: Elaboración propia

Las coordenadas y elevaciones que se obtuvieron en Global Mapper se exportaron al software Civil 3D y se creó un gupo de puntos y luego una superficie para crear las curvas de nivel y se trazó una polilínea de cada tramo de la red de riego y finalmente se creó la alineación de cada tramo. Ver figura 14.

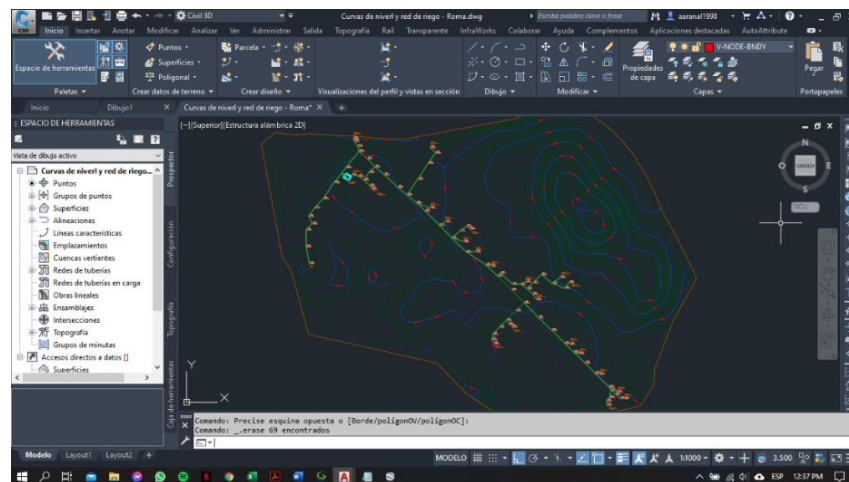


Figura 14. Curvas de nivel y red de riego en el software Civil 3D

Fuente: Elaboración propia



Finalmente, con las alineaciones creadas se pudo trazar el perfil longitudinal de cada tramo y así se tuvo una mejor vista de las pendientes. Ver figura 15.

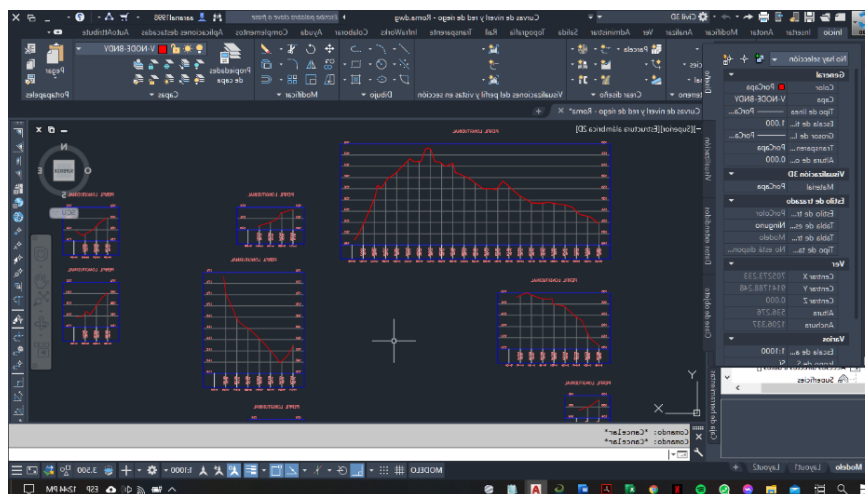


Figura 15. Perfil longitudinal de cada tramo

Fuente: Elaboración propia

La pendiente de cada tramo se obtuvo con la ayuda del software Global Mapper, en el que se obtuvieron 22 hojas de Excel con las respectivas pendientes, elevaciones y coordenadas de cada punto dentro del tramo. Ver tabla 8.

Tabla 8. Coordenadas, elevación y pendiente del tramo 1 de 22

DATOS TOPOGRÁFICOS - TRAMO 01					
Este	Norte	Elevation	Pendiente (°)	Pendiente (%)	# de Punto
703723.000	9141250.000	151.80	-	-	PTAR
703714.033	9141296.826	154.73	1.60	2.90%	1
703714.000	9141343.648	155.51	2.80	4.90%	2
703730.908	9141360.908	155.48	0.40	0.80%	3
703721.173	9141381.637	156.77	7.20	12.70%	4
703737.967	9141404.955	159.37	3.00	5.20%	5
703761.928	9141430.920	157.99	2.90	5.00%	6
703791.928	9141475.892	162.57	7.20	12.70%	7
703811.946	9141500.214	163.85	0.40	0.70%	8
703821.884	9141494.816	166.67	14.20	25.30%	9
703823.352	9141496.750	166.45	6.00	10.50%	10
703813.765	9141502.206	163.90	13.80	24.60%	11
703824.777	9141517.691	163.40	2.60	4.60%	12
703861.796	9141562.752	158.73	13.40	23.90%	13
703858.024	9141577.909	153.85	16.80	30.30%	14
703848.171	9141591.788	150.05	10.40	18.40%	15
703846.000	9141600.000	148.88	6.60	11.50%	16

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la dotación de agua para el riego de las áreas verdes se hizo uso de la norma IS 010 donde indicó que para calcular la dotación se debe multiplicar 2 L/d por la sumatoria de todas las áreas verdes que hay en la zona. Para ello se realizó una tabla donde cada zona es enumerada y cada una tiene su área en m<sup>2</sup>, al igual que su cota de elevación en donde se observó que la cota resaltada en rojo fue la cota menor, la de azul la cota mayor, la amarilla es la cota de la PTAR y la de celeste es la cota del reservorio. Ver tabla 9.

Tabla 9. Áreas y cotas de las áreas verdes del c.p. Roma

<b>N° de Área</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Cota m</b>
PTAR	-	151.80
Reservorio	-	165.45
1	155.140	148.88
2	1703.266	167.21
3	1228.895	165.38
4	1410.897	158.84
5	1342.818	153.37
6	2262.660	161.88
7	1175.717	162.28
8	618.802	164.60
9	587.273	161.76
10	196.775	162.78
11	2266.936	161.40
12	3003.671	160.64
13	986.118	175.27
14	1015.664	173.53
15	1718.365	152.96
16	2103.908	148.07
17	186.583	152.33
18	145.597	155.98
19	313.473	161.29
20	153.509	159.55
21	107.382	157.71
22	4009.765	155.81

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se sumaron todas las áreas y se obtuvo el área total de las áreas verdes que hay en el centro poblado.

**Total de Area verde (m2)**

26693.214

Para el cálculo de la dotación de agua para el riego de las áreas verdes, Como se mencionó anteriormente se hizo uso de la norma IS 010 en la sección de dotación de agua para áreas verdes, donde indica que para obtener la dotación l/m2/d se multiplicó 2L/d por la suma total de m2 de área verde.

2 L/d x total m2 53386.428 l/d

Para obtener el resultado en litros por segundo [l/s] se dividió el resultado en l/d entre 86400 que viene a ser la cantidad de segundos que hay en 24 horas.

0.62 l/s

#### 4.4.5. Sistema de red de agua

Teniendo en cuenta las características que posee el terreno se optó por incluir en el diseño una bomba hidráulica para tener la posibilidad y facilidad de llevar el agua desde la PTAR hasta todos los puntos de áreas verdes que hay en el centro poblado, ya que la mayoría de áreas se encuentran en zonas de mayor altura con respecto de la PTAR. La utilidad de la bomba hidráulica es elevar y proveer de agua el reservorio de 18 metros de altura quien se encuentra ubicado desde donde empieza la distribución de la primera área verde.

#### 4.4.6. Cálculo de la capacidad del reservorio

Es recomendable almacenar el 25% de la totalidad del volumen del resultado obtenido en el caudal promedio diario, en ese caso:

$$V_r = 0.25 \times Q_p \times 86400$$

$$V_r = 13608$$

$$V_r = 13.608$$

$$V_r = 15 \text{ m}^3$$



Tabla 10. Volumen del almacenamiento del reservorio

Centro poblado	Qp (l/s)	Volúmen (m3)
Roma	0.63	15

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.7. Cálculo de la bomba hidráulica

$$POT = \frac{Q \times Hdt}{76 \times n}$$

Donde:

Q: Caudal

Hdt: Altura dinámica

n: Eficiencia de la bomba

n: 65.00%

- Cálculo del caudal para ser llenado en un tiempo de 2 horas

$$Q = \frac{V}{T \text{ seg}}$$

$$Q = \frac{13608}{2 \times 3600}$$

$$Q = 1.89 \text{ l/s}$$

- Cálculo de la altura dinámica

$$HDT = L1 + L2$$

- Longitud de la tubería:

$$L1 = 20 + 1.00$$

$$L1 = 21 \text{ m}$$

- Longitud de los accesorios, tenemos 4 codos y 2 válvulas con una tubería de 2":

$$L_{\text{codo}} = 1.71 \text{ m}$$

$$L_{\text{válvula}} = 1.60 \text{ m}$$

$$L2 = 2 \times 1.60 + 4 \times 1.71$$

$$L2 = 10.04 \text{ m}$$

$$HDT = 31.04 \text{ m}$$

- Cálculo de la potencia de la bomba:

$$POT = \frac{Q \times Hdt}{76 \times n}$$

$$POT = \frac{1.89 \times 31.04}{76 \times 0.65}$$

$$POT = 1.19 \text{ hp}$$

1.5 hp

#### 4.4.8. Plantas que fueron beneficiadas

En la red para riego de agua que se ha diseñado ha beneficiado algunas plantas ornamentales quienes tienen como finalidad decorar las áreas verdes del centro poblado. Las principales plantas que fueron beneficiadas son:

- ✓ Árboles
- ✓ Césped

#### 4.4.9. Red de distribución

##### 4.4.9.1. Tipo de red de distribución

Red ramificada o abierta

Consistió en tuberías dibujándose como ramas desde el punto de distribución con la intención de que no lleguen a interconectarse. Por lo general, se utiliza cuando no es posible realizar una red de malla o también llamada como red cerrada.

##### 4.4.9.2. Tipo de riego empleado

El sistema de riego que se ha considerado para este diseño es el sistema de riego por aspersión de desplazamiento continuo el cual posee 2 opciones. El desplazamiento circular que es ideal para las áreas verdes de mayor tamaño y el de desplazamiento frontal para las áreas de menor tamaño.

#### 4.4.9.3. Diseño de red de agua para riego de las áreas verdes

- Pendiente (s)

Es la inclinación del terreno en donde la tubería reposa y la fórmula para hallar, es la siguiente:

$$S (m/m) = \frac{Z_{inicial} - Z_{final}}{L_{total}}$$

- Diámetro (D)

La fórmula para obtenerla es la siguiente:

$$D (") = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

- Velocidad (V)

La fórmula para obtenerla es la siguiente:

$$V(m/s) = \frac{1.9735 * Q(l/s)}{D^2}$$

- Presión de carga (Hf)

La fórmula para obtenerla es la siguiente:

$$H_f = \frac{10.665 * Q^{1.85}}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.8705}}$$

- Presión final

La fórmula para obtenerla es la siguiente:

$$P_{final} = Z_{inicial} - H_f - Z_{final}$$

Tabla 11. Datos de diseño de la red de agua para riego

TRAMO	COTA	COTA DE RED BAJO	Q (l/d)	Q (l/s)	LONG. (m)	PENDIENTE	DIÁMETRO		VELOCIDAD (m/s)	C	Hf	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN (m.c.a)	
							(")	CLAS.				INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Reservorio A	185.45 158.66	185.45 158.16	53386.43	0.631	88.83	0.302	1	10	1.25	150	0.038	185.45	185.41	0	26.75
A R1	158.66 148.88	158.16 148.88	310.28	0.004	40.96	0.239	3/4	10	0.01	150	0.000	158.66	158.66	26.75	36.53
A B	158.66 165.63	158.16 165.13	53076.15	0.627	61.62	0.113	1	10	1.24	150	0.026	158.66	158.63	36.53	29.54
B 1	165.63 167.24	165.13 166.74	5864.32	0.069	48.56	0.033	1	10	0.14	150	0.000	165.63	165.63	29.54	27.93
1 R2	167.24 167.21	166.74 167.21	3406.53	0.040	36.85	0.001	3/4	10	0.14	150	0.000	167.24	167.24	27.93	27.96
1 R3	167.24 165.38	166.74 165.38	2457.79	0.029	35.00	0.053	3/4	10	0.10	150	0.000	167.24	167.24	27.96	29.82
B C	165.63 159.22	165.13 158.72	47211.83	0.558	119.14	0.054	1	10	1.10	150	0.040	165.63	165.59	29.82	36.19
C R5	159.22 153.37	158.72 153.37	2685.64	0.032	161.70	0.036	3/4	10	0.11	150	0.001	159.22	159.22	36.19	42.03
C D	159.22 159.26	158.72 158.76	44526.19	0.526	34.71	0.001	1	10	1.04	150	0.011	159.22	159.21	42.03	41.98
D R4	159.26 158.84	158.76 158.84	2821.79	0.033	40.50	0.010	3/4	10	0.12	150	0.000	159.26	159.26	41.98	42.40
D E	159.26 159.19	158.76 158.69	41704.40	0.493	89.13	0.001	1	10	0.97	150	0.024	159.26	159.24	42.40	42.45
E R6	159.19 161.88	158.69 161.88	4525.32	0.053	20.13	0.134	3/4	10	0.19	150	0.000	159.19	159.19	42.45	39.76
E F	159.19 160.80	158.69 160.30	37179.08	0.439	50.21	0.032	1	10	0.87	150	0.011	159.19	159.18	39.76	38.14
F R7	160.80 162.28	160.30 162.28	2351.43	0.028	34.48	0.043	3/4	10	0.10	150	0.000	160.80	160.80	38.14	36.66
F R8	160.80 164.60	160.30 164.60	1237.60	0.015	65.49	0.058	3/4	10	0.05	150	0.000	160.80	160.80	36.66	32.86
F G	160.80 159.84	160.30 159.34	33590.05	0.397	55.87	0.017	1	10	0.78	150	0.010	160.80	160.79	32.86	33.81
G R9	159.84 161.76	159.34 161.76	1174.55	0.014	27.02	0.071	3/4	10	0.05	150	0.000	159.84	159.84	33.81	31.89
G H	159.84 161.66	159.34 161.16	32415.50	0.383	65.73	0.028	1	10	0.76	150	0.011	159.84	159.83	31.89	30.06
H R10	161.66 162.78	161.16 162.78	393.55	0.005	14.32	0.078	3/4	10	0.02	150	0.000	161.66	161.66	30.06	28.94
H I	161.66 164.98	161.16 164.48	32021.95	0.379	44.55	0.075	1	10	0.75	150	0.007	161.66	161.65	28.94	25.61
I 2	164.98 163.61	164.48 163.11	14544.78	0.172	80.32	0.017	1	10	0.34	150	0.003	164.98	164.98	25.61	26.98
2 R11	163.61 161.40	163.11 161.40	4533.87	0.054	15.62	0.141	3/4	10	0.19	150	0.000	163.61	163.61	26.98	29.19
2 3	163.61 162.97	163.11 162.47	10010.91	0.118	21.63	0.030	1	10	0.23	150	0.000	163.61	163.61	29.19	29.83
3 R12	162.97 160.64	162.47 160.64	6007.34	0.071	40.63	0.057	3/4	10	0.25	150	0.001	162.97	162.97	29.83	32.15

Fuente: Elaboración propia

3	162.97	162.47	4003.57	0.047	94.92	0.043	1	10	0.09	150	0.000	162.97	162.97	32.15	28.07
4	167.05	166.55													
4	167.05	166.55	1972.24	0.023	28.60	0.287	3/4	10	0.08	150	0.000	167.05	167.05	28.07	19.85
R13	175.27	175.27													
4	167.05	166.55	2031.33	0.024	57.34	0.026	3/4	10	0.08	150	0.000	167.05	167.05	19.85	18.35
R14	168.55	168.55													
I	164.98	164.48	17477.17	0.207	106.08	0.005	1	10	0.41	150	0.006	164.98	164.97	18.35	17.81
J	165.52	165.02													
J	165.52	165.02	7644.55	0.090	70.01	0.165	1	10	0.18	150	0.001	165.52	165.52	17.81	29.33
5	154.00	153.50													
5	154.00	153.50	3436.73	0.041	24.74	0.042	3/4	10	0.14	150	0.000	154.00	154.00	29.33	30.37
R15	152.96	152.96													
5	154.00	153.50	4207.82	0.050	81.60	0.073	3/4	10	0.17	150	0.001	154.00	154.00	30.37	36.30
R16	148.07	148.07													
J	165.52	165.02	9832.62	0.116	160.00	0.088	1	10	0.23	150	0.003	165.52	165.52	36.30	50.30
K	151.51	151.01													
K	151.51	151.01	373.17	0.004	15.30	0.054	1	10	0.01	150	0.000	151.51	151.51	50.30	49.48
R17	152.33	152.33													
K	151.51	151.01	9459.45	0.112	35.36	0.085	1	10	0.22	150	0.001	151.51	151.51	49.48	46.49
L	154.50	154.00													
L	154.50	154.00	291.19	0.003	15.44	0.096	3/4	10	0.01	150	0.000	154.50	154.50	46.49	45.01
R18	155.98	155.98													
L	154.50	154.00	9168.26	0.108	84.17	0.068	1	10	0.21	150	0.001	154.50	154.50	45.01	39.27
M	160.24	159.74													
M	160.24	159.74	626.95	0.007	12.17	0.086	3/4	10	0.03	150	0.000	160.24	160.24	39.27	38.22
R19	161.29	161.29													
M	160.24	159.74	85.41	0.001	54.45	0.001	1	10	0.00	150	0.000	160.24	160.24	38.22	38.30
N	160.16	159.66													
N	160.16	159.66	307.02	0.004	26.93	0.023	3/4	10	0.01	150	0.000	160.16	160.16	38.30	38.91
R20	159.55	159.55													
N	160.16	159.66	214.76	0.003	55.73	0.044	3/4	10	0.01	150	0.000	160.16	160.16	38.91	41.36
R21	157.71	157.71													
N	160.16	159.66	8019.53	0.095	55.54	0.078	3/4	10	0.33	150	0.003	160.16	160.16	41.36	45.71
R22	155.81	155.81													

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.10. Diseño del pretratamiento

Datos preliminares:

$$Q_{maxh} = 0.185 \text{ m}^3/\text{s} \quad 184.91 \text{ l/s}$$

Diseño de rejas

e= espesor de barra <5-15> Según norma OS 090	6.25 mm	0.01 m
s= separación entre barras <20-50>	25 mm	0.03 m
a= ancho de barra	40 mm	0.04 m

$$E = \frac{s}{(s + e)}$$

$$E = 0.8$$

##### b. Determinación del número de barras "N"

Considerando un ancho de canal (B) = 0.15 m

$$N = \frac{(B - s)}{(s + e)}$$

$$N = 4$$

##### c. Área útil de rejas $A_{ur}$

Considerando una velocidad entre rejas de = 0.6 m/s

$$A_{ur} = \frac{Q_{mh}}{V_r}$$

$$A_{ur} = 0.308 \text{ m}^2$$

##### d. Longitud mojada de rejas

$$L_r = \frac{A_{ur}}{B}$$

$$L_r = 2.056 \text{ m}$$

##### e. Altura mojada de rejas

Considerando un ángulo 45 °

$$h_r = L_r * \text{sen}(\alpha)$$

$$h_r = 1.749 \text{ m}$$

**f. Velocidad de aproximación**

$$V_a = V_r * E$$

$$V_a = 0.48 \text{ m/s}$$

Diseño del desarenador

**a. Velocidad horizontal de flujo**

Según la norma OS090  $V_h$  tiene un valor de 0.3 m/s

**b. Área máxima de sección transversal**

$$A_{max} = \frac{V_h}{Q_{max}}$$

$$A_{max} = 1.622$$

**c. Tirante máximo de desague en el canal**

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

$$Y_{max} = 10.81 \text{ m}$$

**d. Área superficial útil del desarenador**

Considerando un  $T_{ad} = 45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

$$A_s = \frac{Q_{max}}{t_{ad}}$$

$$A_s = 0.004 \text{ m}^2$$

**e. Longitud del desarenador**

$$L = \frac{A_s}{B}$$

$$L = 0.027 \text{ m} \quad 1.00 \text{ m}$$

#### f. Pendiente

Considerar una pendiente mínima de 10%

#### g. Cálculo de volumen y profundidad de sólidos arenosos acumulados

considerando:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de limpieza } top &= 7 \text{ Dias} \\ \text{Carga de sólidos arenosos } Csa &= 0.03\end{aligned}$$

$$Vsa = \frac{top * Qmed * Csa}{1000}$$

$$Vsa = 0.039 \text{ m}^3$$

$$Psa = \frac{Vsa}{B * L}$$

$$Psa = 0.26 \text{ m}$$

Diseño de rejas finas ingresando al desarenador

#### a. Determinación de la eficiencia de barra "E"

e= espesor de barra <5-15> Según norma OS 090	6.25 mm	0.01 m
s= separación entre barras <10-15>	15 mm	0.02 m
a= ancho de barra	30 mm	0.03 m

$$E = \frac{s}{(s + e)}$$

$$E = 0.71$$

#### b. Determinación del número de barras "N"

Considerando un ancho de canal (B) = 0.25 m

$$N = \frac{(B - s)}{(s + e)}$$

$$N = 11.06$$



**c. Área útil de rejás Aur**

Considerando una velocidad entre rejás de =

0.6 m/s

$$A_{ur} = \frac{Q_{mh}}{V_r}$$

$$A_{ur} = 0.31 \text{ m}^2$$

**d. Longitud mojada de rejás**

$$L_r = \frac{A_{ur}}{B}$$

$$L_r = 1.23 \text{ m}$$

**e. Altura mojada de rejás**

Considerando un ángulo 45 °

$$h_r = L_r * \text{sen}(\alpha)$$

$$h_r = 1.05 \text{ m}$$

**f. Velocidad de aproximación**

$$V_a = V_r * E$$

$$V_a = 0.42 \text{ m/s}$$

#### 4.4.11. Diseño del reactor con aireación extendida

Datos:

Caudal máximo horario ( <b>Q<sub>mh</sub></b> )	=	15976.49 m <sup>3</sup> /día
Materia orgánica entrante ( <b>S<sub>o</sub></b> )	=	272.73 mg DBO <sub>5</sub> /l
Carga orgánica aplicada	=	156.46 Kg DBO <sub>5</sub> /día
Eficiencia de remoción del DBO <sub>5</sub>	=	95% Según norma OS 090
DBO <sub>5</sub> ( <b>S<sub>e</sub></b> )	=	13.64 mg DBO <sub>5</sub> /l

Tabla 12. Parámetros de diseño

Parámetro	Intervalo	Valor	Unidad
<b>Y</b>	0.4 - 0.8	0.6	KgSSVLM/ KgDBO <sub>5</sub>
<b>K<sub>d</sub></b>	0.025 - 0.075	0.045	1/día
<b>θ<sub>c</sub></b>	20 - 30	25	días
<b>X<sub>t</sub></b>	3000 - 6000	3000	mg/l
<b>Q<sub>r</sub>/Q</b>	0.5 - 1.5	1	

Fuente: Elaboración propia

- Y = Coeficiente de producción
- K<sub>d</sub> = Coeficiente de respiración
- θ<sub>c</sub> = Tiempo de residencia de microorganismos
- X<sub>t</sub> = Concentración de sólidos suspendidos volátiles en reactor
- Q<sub>r</sub>/Q = Relación de recirculación

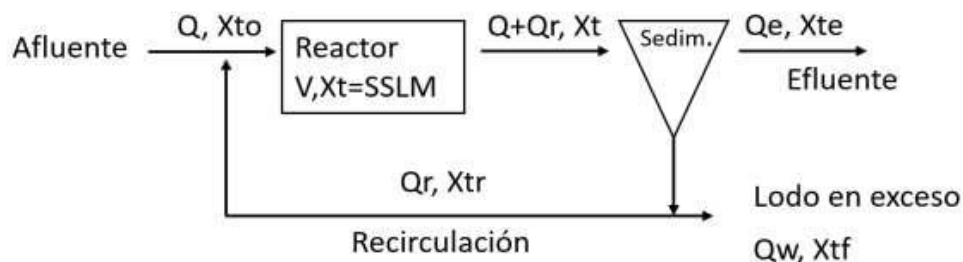


Figura 16. Proceso propuesto

Fuente: Elaboración propia

**a. Cálculo del volumen**

$$V = \frac{\theta c * Q * Y(So - Se)}{Xt(1 + Kd * \theta c)}$$

$$V = 9739.65 \quad m^3$$

**b. Tiempo de retención hidráulico (TRH)**

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

$$TRH = 0.61$$

$$TRH = 14.63 \quad \Rightarrow \quad 15 \text{ horas}$$

**c. Relación: Alimento / microorganismo**

$$F/M = \frac{So}{Xt * V}$$

$$F/M = 0.00000933 \text{ KgDBO5/Kgssv/m.día}$$

**d. Determinación de la producción observada**

$$\Psi_{obs} = \frac{Y}{(1 + Kd * \theta c)}$$

$$\Psi_{obs} = 0.28$$

**e. Producción de lodos Px**

$$Px = \frac{\Psi_{obs} * Q * (So - Se)}{10^8}$$

$$Px = 0.0117 \quad \text{Kg/día}$$

**f. Concentración de sólidos suspendidos volátiles (SSV) En la recirculación (Xr)**

$Q_r/Q = 1$ , Por lo tanto,  $Q_r = Q$

$$X_r = \frac{Xt * (Q_r + Q)}{Q_r}$$

$$X_r = 6000 \text{ mg/l}$$

#### g. Caudal de lodo de purga en la circulación (Qw)

$$Q_w = \frac{V \cdot X_t}{X_r \cdot \theta_c}$$

$$Q_w = 194.793 \text{ m}^3/\text{día}$$

#### h. Determinación del consumo de oxígeno (N)

$$N = N_o * \left[ \frac{\beta \cdot C_{walt} + CL}{C_{s20^\circ c}} \right] * 1.024 * \alpha$$

- No = Requisitos de oxígeno en condiciones estándares = 1.5 KgO<sub>2</sub>/hp.hr  
C<sub>walt</sub> = Concentración de saturación de oxígeno en condiciones de campo = 8.29 mg/l  
CL = Nivel de oxígeno en el tanque de aireación = 2 mg/l  
C<sub>S20°C</sub> = Concentración de saturación de oxígeno en condiciones al nivel del mar = 9.08 mg/L  
α = Factor de corrección que relaciona los coeficientes de transferencia de oxígeno = 0.9  
β = Factor de corrección que relaciona los coeficientes de transferencia de oxígeno = 0.95

### 4.4.12. Diseño del sedimentador

#### a. Determinación del área superficial del sedimentador (As)

$$A_s = \frac{(1+R) \cdot (Q_{mh} \cdot X_r \cdot 3.6)}{C_s \cdot 1000}$$

$$A_s = 1141.18 \text{ m}^2$$

Relación de recirculación (R = Q <sub>r</sub> /Q <sub>p</sub> ) = 1	=	1	
Caudal máximo horario Q <sub>mh</sub>	=	184.91	l/s
Carga de sólidos C <sub>s</sub>	=	3.50	Kg/m <sup>2</sup> *hr
Concentración de sólidos en la recirculación X <sub>r</sub>	=	6000.00	mg/l

#### b. Determinación de radio del sedimentador

$$R_s = \sqrt{\frac{A_s}{\pi}}$$

$$R_s = 19.06 \text{ m}$$

Por lo tanto el diámetro considerado será de 38.12 m

#### c. Determinación de h<sub>2</sub>

$$h_2 = \text{tang}(5) \cdot R_s$$

$$h_2 = 1.74 \text{ m}$$

$$\text{Relación } R_s / (h_1 + h_2) = 3$$

$$h_1 = 4.61 \text{ m}$$

#### 4.4.13. Diseño de la cámara de contacto con cloro

##### a. Determinación del área superficial del sedimentador (As)

$$A_s = \frac{(1+R) \cdot (Q_{mh} \cdot X_r \cdot 3.6)}{C_s \cdot 1000}$$

$$A_s = 1141.18 \text{ m}^2$$

Relación de recirculación ( $R = Q_r/Q_p$ ) = 1	=	1	
Caudal máximo horario $Q_{mh}$	=	184.91	l/s
Carga de sólidos $C_s$	=	3.50	Kg/m <sup>2</sup> *hr
Concentración de sólidos en la recirculación $X_r$	=	6000.00	mg/l

##### b. Determinación de radio del sedimentador

$$R_s = \sqrt{\frac{A_s}{\pi}}$$

$$R_s = 19.06 \text{ m}$$

Por lo tanto el diámetro considerado será de 38.12 m

##### c. Determinación de h2

$$h_2 = \tan(5) \cdot R_s$$

$$h_2 = 1.74 \text{ m}$$

$$\text{Relación } R_s/(h_1+h_2) = 3$$

$$h_1 = 4.61 \text{ m}$$

#### 4.4.14. Diseño del lecho de secados

##### a. Datos disponibles

$$\begin{aligned} \text{Producción de lodos (Px)} &= 41.97 \text{ Kg/SS/día} \\ \text{Tasa de aplicación (Ts)} &= 100 \text{ Kg/SS/m}^2\cdot\text{a} \\ & \text{(Por norma Ts}<60\text{-}100\text{>)} \end{aligned}$$

##### b. Área del lecho de secado

$$AL = \frac{Px}{Ts}$$

$$AL = 153.19 \text{ m}^2$$

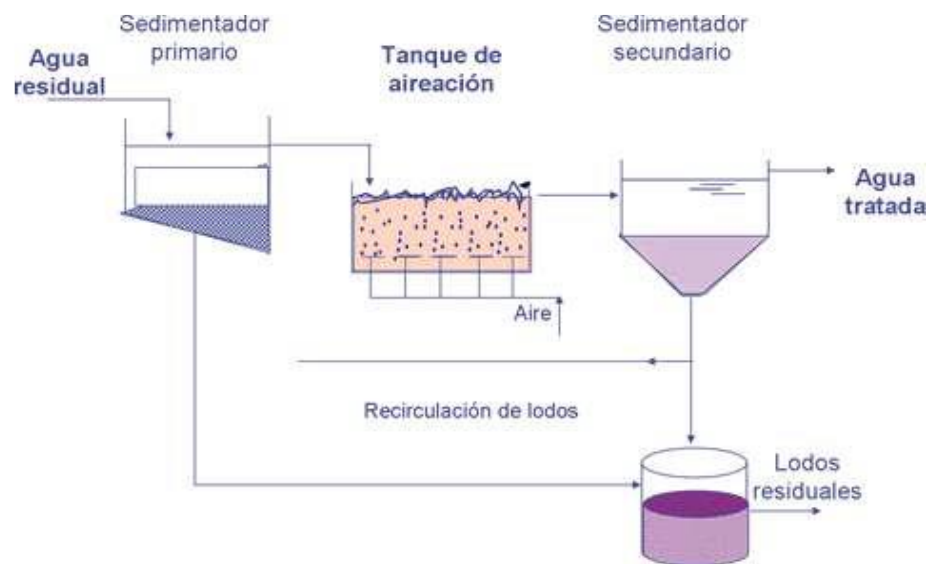


Figura 17. Proceso de lodos activados

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Diseño estructural de la PTAR

##### 4.5.1. Diseño del muro del tanque de aireación

###### a. Datos preliminares

$\Phi =$	31 °
$\Theta =$	0 °
$T_s =$	0.20 m
$H =$	5.00 m
$f'_c =$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$f'_y =$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

###### b. Cálculo de $K_a$

$$K_a = \cos\Theta * \left[ \frac{\cos\Theta - \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}{\cos\Theta + \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}} \right]$$

$$K_a = 0.60$$

###### c. Momentos del muro

$$\begin{aligned} TM &= 0.2 & d &= 16.04 \\ Dm &= 0.16 \\ H &= 5 \\ b &= 100 \end{aligned}$$

$$M = \frac{K_a * (\cos\theta) * H^3 * 1.7}{6}$$

$$M = 21.39 \text{ Tn}$$

$$M = 21391.40 \text{ kg*m}$$

#### d. Cálculo de acero

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M * 100}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$W = 0.627$$

$$A_s = w * b * d * (f'c / f_y)$$

$$A_s = 50.33$$

$$A_{smin} = 0.0018 * b * (D_m + 0.4)$$

$$A_{smin} = 0.36$$

$$A_{smin} = 3.6 \text{ cm}^2$$

Se utilizará una malla doble de  $\phi$  3/4

#### e. Separación de acero

$$S_p = \frac{b * A_b}{A_s}$$

$$S_p = \frac{11.33 \text{ cm}}{\phi 3/4 @ 11.5 \text{ cm}}$$

Se consideró estribos de  $\phi$  3/4: 1 @ 5cm, rto @ 25cm.



#### 4.5.2. Diseño del muro del canal de entrada

##### a. Datos preliminares

$$\begin{aligned}\Phi &= 31^\circ \\ \Theta &= 0^\circ \\ T_s &= 0.15 \text{ m} \\ H &= 0.50 \text{ m} \\ f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

##### b. Cálculo de Ka

$$K_a = \cos\Theta \cdot \left[ \frac{\cos\Theta - \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}{\cos\Theta + \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}} \right]$$

$$K_a = 0.60$$

##### c. Momentos del muro

$$\begin{aligned}T_M &= 0.2 & d &= 16.04 \\ D_m &= 0.16 \\ H &= 0.5 \\ b &= 100\end{aligned}$$

$$M = \frac{K_a \cdot (\cos\theta) \cdot H^3 \cdot 1.7}{6}$$

$$M = 0.02 \text{ Tn}$$

$$M = 21.39 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

#### d. Cálculo de acero

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M * 100}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$W = 0.000396$$

$$As = w * b * d * (f'c / f'y)$$

$$As = 0.03176$$

$$As_{min} = 0.0018 * b * (D_m + 0.4)$$

$$As_{min} = 0.36$$

$$As_{min} = 3.6 \text{ cm}^2$$

Se utilizará una varilla de acero de  $\phi$  1/2

#### e. Separación de acero

$$S_p = \frac{b * A_b}{A_s}$$

$$S_p = \frac{53.53 \text{ cm}}{\phi 1/2 @ 30 \text{ cm}}$$

Tener en cuenta que la separación máxima es de 30cm  
Por las pequeñas dimensiones se ha considerado una malla de  $\phi$  1/2  
verticales @ 0.30 y horizontales @ 20

#### 4.5.3. Diseño del muro del sedimentador

##### a. Datos preliminares

$$\begin{aligned}\Phi &= 31^\circ \\ \Theta &= 0^\circ \\ T_s &= 0.30 \text{ m} \\ H &= 2.00 \text{ m} \\ f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

##### b. Cálculo de Ka

$$K_a = \cos\Theta \cdot \frac{\cos\Theta - \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}{\cos\Theta + \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}$$

$$K_a = 0.60$$

##### c. Momentos del muro

$$\begin{aligned}T_M &= 0.3 & d &= 16.04 \\ D_m &= 0.26 \\ H &= 2 \\ b &= 100\end{aligned}$$

$$M = \frac{K_a (\cos\Theta) H^3 \cdot 1.7}{6}$$

$$\begin{aligned}M &= 1.37 \text{ Tn} \\ M &= 1369.05 \text{ kg}\cdot\text{m}\end{aligned}$$

#### d. Cálculo de acero

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M * 100}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$W = 0.025725$$

$$A_s = w * b * d * (f'c / f_y)$$

$$A_s = 2.06329 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0018 * b * (D_m + 0.4)$$

$$A_{smin} = 0.36$$

$$A_{smin} = 3.6 \text{ cm}^2$$

Se utilizará una varilla de acero de  $\phi$  1/2

#### e. Separación de acero

$$S_p = \frac{b * A_b}{A_s}$$

$$S_p = \frac{22.34 \text{ cm}}{\phi 1/2 @ 30 \text{ cm}}$$

Se consideró una malla de estribos con acero  $\phi$  3/4 @ 30cm

#### 4.5.4. Diseño del tanque de contacto con cloro

##### a. Datos preliminares

$$\begin{aligned}\Phi &= 31^\circ \\ \Theta &= 0^\circ \\ T_s &= 0.20 \text{ m} \\ H &= 1.00 \text{ m} \\ f'_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f'_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

##### b. Cálculo de Ka

$$K_a = \cos\Theta \cdot \left[ \frac{\cos\Theta - \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}{\cos\Theta + \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}} \right]$$

$$K_a = 0.60$$

##### c. Momentos del muro

$$\begin{aligned}T_M &= 0.2 & d &= 16.04 \\ D_m &= 0.16 \\ H &= 1 \\ b &= 100\end{aligned}$$

$$M = \frac{K_a \cdot (\cos\theta) \cdot H^3 \cdot 1.7}{6}$$

$$\begin{aligned}M &= 0.17 \text{ Tn} \\ M &= 171.13 \text{ kg}\cdot\text{m}\end{aligned}$$

#### d. Cálculo de acero

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M * 100}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$W = 0.003173$$

$$A_s = w * b * d * (f'c / f'y)$$

$$A_s = 0.25448 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0018 * b * (Dm + 0.4)$$

$$A_{smin} = 0.36$$

$$A_{smin} = 3.6 \text{ cm}^2$$

Se utilizará una varilla de acero de  $\phi$  1/2

#### e. Separación de acero

$$S_p = \frac{b * A_b}{A_s}$$

$$S_p = \frac{40.24 \text{ cm}}{\phi 1/2 @ 30 \text{ cm}}$$

Se consideró el espacio mínimo de 30 cm.

Se considerará estribos de  $\phi$  3/8: 1 @ 5, rto @ 30 cm.

#### 4.5.5. Diseño del muro del lecho de secados

##### a. Datos preliminares

$$\begin{aligned}\Phi &= 31^\circ \\ \Theta &= 0^\circ \\ T_s &= 0.15 \text{ m} \\ H &= 1.15 \text{ m} \\ f_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

##### b. Cálculo de Ka

$$K_a = \cos\Theta * \frac{\cos\Theta - \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}{\cos\Theta + \sqrt{(\cos\Theta)^2 - (\cos\Phi)^2}}$$

$$K_a = 0.60$$

##### c. Momentos del muro

$$\begin{aligned}T_M &= 0.2 & d &= 16.04 \\ D_m &= 0.16 \\ H &= 1.15 \\ b &= 100\end{aligned}$$

$$M = \frac{K_a * (\cos\theta) * H^3 * 1.7}{6}$$

$$\begin{aligned}M &= 0.26 \text{ Tn} \\ M &= 260.27 \text{ kg*m}\end{aligned}$$

#### d. Cálculo de acero

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M * 100}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$W = 0.004830$$

$$As = w * b * d * (f'c / f'y)$$

$$As = 0.38742 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0.0018 * b * (Dm + 0.4)$$

$$As_{min} = 0.36$$

$$As_{min} = 3.6 \text{ cm}^2$$

Se utilizará una varilla de acero de  $\phi$  1/2

#### e. Separación de acero

$$Sp = \frac{b * Ab}{As}$$

$$Sp = \frac{51.62 \text{ cm}}{\phi 1/2 @ 30 \text{ cm}}$$

Se consideró el espacio mínimo de 30 cm.

Por ls pequeñas dimensiones se consideró una malla de  $\phi$  1/2 verticales @ 0.30 y horizontales @ 20.



#### 4.5.6. Diseño del cerco perimétrico

##### a. Factor de la zona

teniendo en cuenta que la norma E-0.30 indica que

Coefficiente sísmico (C1)	1.50
Factor de zona (Z)	0.45
Factor de uso (U)	1.00

##### b. Datos del cerco perimétrico

Peso específico de la albañilería perforada (gm)	1.40 Ton/m <sup>3</sup>
Peso específico del concreto armado (gCA)	2.40 Ton/m <sup>4</sup>
Espesor del muro (t)	0.15 m
Espesor efectivo del muro (t)	0.13 m
Altura del muro (h=a)	2.50 m
Ancho de la viga de solera (bv)	0.20 m
Peralte de la viga solera (hv)	0.30 m
Separación de columnas de arrioste (L=b)	3.50 m
Ancho de la columna de arrioste (bc)	0.30 m
Peralte de la columna de arrioste (hc)	0.30 m
Resistencia admisible a tracción por flexión de albañilería (ft)	22.50 Ton/m <sup>2</sup>

##### c. Verificación de espesor de muro

Valor de "a"	2.50
Valor de "b"	3.50
b/a	1.40

El siguiente valor "m" se obtuvo de la tabla 12 de la norma E-070

	menor	dato	mayor
b/a	1.00	1.40	1.20
m	0.0479	0.0775	0.0627

Valor de "m"	0.0775
Valor de "s" = $6 Z C1 g / ft$	0.252 m
Espesor mínimo del muro "t" = $0.8 U s m a^2$	0.10 m

#### d. Cálculo de resistencia de vigas y columnas de arriostre

Resistencia del concreto $f'_c$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del acero $f'_y$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
Factor $\Phi$ para el diseño por flexión	0.90
Factor $\Phi$ para el diseño por corte	0.85

#### Cálculo de la viga solera

Ancho de la viga (bv)	20.00 cm
Alto de la viga (hv)	30.00 cm
Peralte efectivo (d)	27.00 cm
Área de acero de refuerzo ( $A_{sv}$ )	2.54 cm <sup>2</sup>
$T = A_{sv} f'_v$	10668 kg
$C_c = 0.85 f'_c a_{bv}$	10674.30 kg
Valor "a"	2.99 cm
Momento flector resistente	
$MR = \Phi T (d - a/2)$	244887 kg*cm
Resistencia a corte del concreto	
$V_c = \Phi 0.53 \sqrt{f'_c} b d$	2314.53 kg

#### Cálculo de columna de arriostre

Ancho de la columna (bc)	30.00 cm
Alto de la columna (hc)	30.00 cm
Peralte efectivo (d)	27.00 cm
Área de acero de refuerzo ( $A_{sc}$ )	2.54 cm <sup>2</sup>
$T = A_{sc} f'_y$	10668 Kg
$C_c = 0.85 f'_c a_{bv}$	10674.30 Kg
Valor "a"	1.99 cm
Momento flector resistente	
$MR = \Phi T (d - a/2)$	249669 cm
Resistencia a corte del concreto	
$V_c = \Phi 0.53 \sqrt{f'_c} b d$	2314.53 Kg

#### e. Verificación de refuerzo colocado

##### Revisión de la albañilería (Norma E-0.70)

Carga actuante en el muro $w = 0.80 Z U C 1 t$	79.38 Kg/m <sup>2</sup>
Momento albañilería $M_s = m w a^2$	38.45 Kg/m
Esfuerzo normal del momento flector $f_m = 6 M_s/t^2$	13.65 Tn/m <sup>2</sup>

**Diseño de viga (Norma E-0.60)**

Longitud de la viga	3.50
Tramo inclinado de carga distribuida	1.25
Tramo recto de la carga distribuida	1
Carga última de albañilería (wu1)	124.03 Kg/m
Carga última de viga (wu2)	102.06 Kg/m
Momento último de viga	313.90 Kg*m
Cortante último de viga	318.14 Kg

**Diseño de columnas (Norma E-0.60)**

Tramo inclinado de carga distribuida	1.25 m
Carga última de albañilería (wu3)	248.06 Kg/m
Carga última de columna de arriostre (wu4)	68.04 Kg/m
Momento último de columna	977.71 Kg*m
Fuerza cortante última de columna	558.23 Kg

#### 4.5.7. Diseño de cimentación del cerco perimétrico

##### a. Datos generales

###### Datos del suelo:

Peso específico (g)	1000 Kg/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción (f)	31 °
Coefficiente de fricción (μ)	0.25
Capacidad portante (s)	1.14 Kg/cm <sup>2</sup>

###### Datos del muro

Espesor del muro (t)	0.15 m
Coefficiente Sísmico (C1)	1.50
Factor de zona (Z)	0.45
Factor de uso (U)	1.00
Altura del muro (h)	2.50 m
Ancho de la Viga Solera	0.20 m
Peralte de la viga Solera	0.30 m
Ancho del Sobrecimiento (s/c)	0.15 m
Peralte del Sobrecimiento	0.50 m
Peso específico de la albañilería (gm)	1400 Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del concreto armado (gCA)	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del concreto simple (gCS)	2300 Kg/m <sup>3</sup>

###### Datos de cimiento

Ancho de cimiento (a)	0.80 m
Peralte del cimiento (hc)	0.70 m
Profundidad de cimentación (hf)	1.25 m
Altura de relleno (hr)	0.55 m

###### Fuerza de empuje

$K_a = \tan^2 (45^\circ - f/2)$	0.32
$K_p = \tan^2 (45^\circ + f/2)$	3.12
$E_a = 1/2 * K_a * \gamma_s * (h_c)^2 * B$	78.42 Kg
$E_p = 1/2 * K_p * \gamma_s * (h_c)^2 * B$	2440.65 Kg

**b. Cálculo del peso total**

P solera	=	144.00 Kg
P muro	=	525.00 Kg
P s/c	=	172.50 Kg
P cimiento	=	1288.22 Kg
P relleno	=	<u>357.50 Kg</u>
P TOTAL	=	2487.22 Kg

**c. Empujes sísmicos**

Empuje sísmico sobre la solera (Hs)	67.04 Kg
Empuje sísmico sobre la albañilería (Ha)	248.06 Kg
Empuje sísmico sobre el s/c (Hs/c)	81.51
Empuje sísmico sobre la cimentación (Hc)	608.58 Kg

**d. Fuerza resistente (Fr), Fuerza actuante (Fa) y cálculo de FSD**

Fuerza resistente (Fr)

$$Fr = \mu * P_{total} + E_p = 3062.46 \text{ Kg}$$

Fuerzas actuantes (Fa)

$$Fa = H_s + H_a + H_c + H_{s/c} + E_a = 1083.61 \text{ Kg}$$

$$F.S.D. = Fr/Fa = 2.83 > 1.5 \quad \text{2.83 OK}$$

**e. Momento de volteo (Mv)**

Elemento	H (Kg)	d (m)	M (Kg-m)
Solera	68.04	3.55	241.54
Muro de albañilería	248.06	2.45	607.75
Sobrecimiento	81.51	0.95	77.43
Cimiento	608.58	0.35	213.00
Empuje activo	78.42	0.23	18.30

$$M_v = 1158.02 \text{ Kg*m}$$

**f. Momento resistente (Mr)**

$$Mr = P_{total} * a/2 + E_p * hc/3 = 1564.37$$

$$F.S.V. = Mr/M_v = 1.35 > 1.35 \quad \text{OK}$$

**g. Esfuerzos sobre el terreno**

$$X_o = (Mr - M_v)/P_{total} = 0.163 \text{ m}$$

$$e = X_o - a/2 = 0.237 \text{ m}$$

$$st = P_{total}/(2*B(a/2 - e)) = 0.76 \text{ Kg/cm}^2 < 1.14 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

#### h. Diseño de zapata

$$\begin{aligned} b &= 0.30 & \text{m} \\ t &= 0.30 & \text{m} \\ ab &= 1.27 & \text{cm}^2 \\ f_c &= 210 & \text{Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 & \text{Kg/cm}^2 \\ CP &= 1.14 & \text{Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

#### Metrado de cargas

	Altura	Largo	Ancho	Área	Peso concreto	Total
<b>VIGA</b>		3.50		0.06	2400	504
<b>MURO</b>	2.50		0.15		1400	525
<b>COLUMNA</b>	3.75	0.30	0.30		2400	810
					WD =	1839

#### Carga total

Es la suma del peso WD, WL y el peso propio de la zapata

$$PPZ = 0.01667 * \frac{WD + WL}{7} - CP$$

$$PPZ = 1796.45 \text{ Kg}$$

#### Altura de la zapata

$$Ld = 0.06 * \frac{Ab * F_y}{\sqrt{f_c}}$$

$$Ld = 22.08 \text{ vm}$$

Considerar el valor mínimo que es 60 cm

#### Momento de la sección

$$\begin{aligned} w_{max} &= 0.3188 \\ \phi &= 0.9 \\ d &= 52.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mc &= \phi * f_c * b * d^2 * W_{max} * (1 - 0.59 * W_{max}) \\ Mc &= 7550810.51 \text{ Kg*m} \end{aligned}$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * M + 100}{\phi * f_c * b * d^2}}$$

$$W = 0.0026$$

$$\begin{aligned} A_s &= w * b * d * (f_c / f_y) \\ A_s &= 0.7258 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * b * (d_m + 0.4)$$

$$A_{s \text{ min}} = 6.048 \text{ cm}^2$$

Usar 5  $\phi$  ½

### Separación del acero

$$S_p = (b-15)/(N-1)$$

$$S_p = 11.25 \text{ cm}$$

## V. DISCUSIÓN

Gracias al estudio topográfico se pudo conocer que el centro poblado Roma posee una topografía llana porque no existe mucha variación de altura entre las cotas de elevación obtenidas al momento de trazar la red de riego. Con el estudio topográfico se dio la posibilidad de realizar el diseño de la P.T.A.R., teniendo en cuenta no manipular ni realizar cambios en el área de la zona trabajada al igual que el canal que pasa cerca del área donde se realizó el estudio. Los resultados obtenidos son similares a los expuestos por López y Herrera (2015), quienes nos dan a conocer que al momento de realizar el estudio topográfico su topografía es llana y esto se debe a que ambas localidades se encuentran ubicadas en la costa peruana.

Los resultados del estudio de mecánica de suelos provienen de un proyecto previo realizado por la municipalidad distrital de Casa Grande y la empresa encargada del estudio es GECONSAC, el cual nos indica la descripción del tipo de suelo que hay en la zona, posee un 1.94% de grava, 9.89% de arena y 88.17% de fino y se tuvo como resultado de que el suelo es de tipo arcilloso ligeramente plástico. También se obtuvo una densidad relativa de 55% y ángulo de fricción de 29.10°.

El cálculo del agua residual total evacuada se obtuvo realizando el método del flotador y secciones transversales. El resultado ayudó con la elaboración del diseño de la P.T.A.R. con el método de lodos activados, que logra alcanzar una remoción de DBO a un 95%, obteniendo una estructura acorde al caudal generado por la población de Roma. Tal cual nos informan López y Herrera (2015), Que es mucho más recomendable realizar el método de lodos activados por ser un método de menor costo y de menor requerimiento de extensión topográfica.

Los diseños de las estructuras fueron elaborados con el fin de evitar el volteo generado por la fuerza de empuje que realiza el terreno, Así lo manifiesta la norma técnica E-0.60 del RNE, donde expresa que es algo común que exista esta clase de fuerza de volteo en lo que a estructuras



enterradas se refiere, por ese motivo es recomendable diseñar un factor anti volteo. Para el diseño de los muros, vigas y columnas se utilizó acero de  $\emptyset 3/4$ ,  $1/2$  y  $3/8$  en los estribos. Se tomó en cuenta lo que indica la norma E-0.30 en lo que respecta a los valores sísmicos según la zona a trabajar. En este caso es la zona 4 de alta intensidad sísmica.

La red de distribución del agua obtenida de la P.T.A.R. tiene su uso en el riego de las áreas verdes del centro poblado Roma y el sistema que se utilizó fue de una red abierta, lo mismo que expresó Carbajal (2018) quien posee un diseño similar, con la única diferencia de que su diseño de red está ubicado en la sierra en la que posee una topografía ondulada por la existencia de variaciones de altura excesivas, pero utiliza las mismas consideraciones de diseño.

## VI. CONCLUSIONES

En el estudio topográfico realizado se ha obtenido un total de 78 puntos, los cuales se agruparon en 2 poligonales, la primera consistió de 42 puntos obtenidos en la zona noroeste, 29 puntos en la zona suroeste y los últimos 7 puntos corresponden a la zona donde se ubicó la P.T.A.R. Teniendo en cuenta que el punto de mayor altitud es de 175.27 m.s.n.m. y la menor altitud es de 148.88 m.s.n.m.

Se realizó el análisis del estudio de suelos de un proyecto realizado en el c.p. Roma proporcionado por la M.P.A. La empresa GECONSAC fue la responsable de realizar el estudio de suelos en dicho centro poblado, que obtuvo en su muestra un 1.94% de grava, 9.89% de arena y 88.17% de fino y se clasifica como arcilla ligeramente plástica.

Para el diseño de la P.T.A.R. se realizó teniendo en cuenta como base los datos que se obtuvieron en el cálculo del caudal de aguas residuales evacuadas por el c.p. Roma, teniendo un caudal de 184.91 l/s. El diseño empleado es de lodos activados por su bajo costo

En el diseño de la red de riego primero se ubicó donde será cada punto de riego, se llegó a un total de 22 puntos y cada uno está dentro de una diferente área determinada, el total de las áreas es de 26693.21 m<sup>2</sup>, según la IS-010 la dotación para agua de áreas verdes es de 2 l/d por m<sup>2</sup> obteniendo una dotación total de 53386.43 l/d y 0.62 en l/s. además se realizó el diseño de un reservorio elevado con una altura de 20 m con un capacidad total de 15 m<sup>3</sup> y cuenta con una bomba hidráulica de 1.5 hp.

El propósito de realizar el diseño estructural es para evitar el momento de volteo de las estructuras de la P.T.A.R. debido a que algunos elementos estarán enterrados. También se diseñó un cerco perimétrico de albañilería. En el diseño estructural se consideró, de acuerdo a la

norma E-0.30, los valores sísmicos referentes a la zona, en este caso es una zona 4.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Siempre se debe contar previamente con un estudio de suelo, de preferencia que sea reciente para así tener información útil y actualizada. Además, es sumamente importante que los datos del estudio de suelos sean reconocidos y firmados por un profesional especializado quien garantice que los datos obtenidos sean 100% fidedignos.
- Las aguas residuales obtenidas deben ser monitoreadas de manera permanente para aprovecharlas en su totalidad sin afectar el rendimiento de la P.T.A.R.
- La tecnología de lodos activados permitirá tener un agua tratada con mejor calidad teniendo en cuenta que su procedimiento no es muy costoso y así optimizar los recursos y reducir el impacto ambiental negativo que se ve actualmente en la zona.
- En la red de riego se tuvo como prioridad todas las áreas verdes que existen en el centro poblado Roma.

## REFERENCIAS

1. ALCOCER, Luis. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando tecnología apropiada. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Peruana del Centro, Facultad de ingeniería, 2019. 21 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.upecen.edu.pe/handle/UPECEN/183>

2. AROCUTIPA, Juan. Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari – Sandia. Tesis (Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2013. 84 pp. Disponible en

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4516>

3. AMBROSIO, Stephanie. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con contactador biológico rotativo en comparación al filtro biológico. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Peruana de los Andes, Facultad de ingeniería, 2019. 12 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1291>

4. BARRIGA, Wiliam, SANCHEZ, Harold. Modelamiento hidráulico de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado de Sanme – Otuzco – La Libertad, Aplicando la normativa del CEPIS. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniería, 2016. 7 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4449>

5. BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación [en línea] Editorial Shalom 2008. [Fecha consultada: 12 de noviembre de 2020] Proceso. Disponible en:  
[http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodo\\_logia%20investigacion%20este.pdf](http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodo_logia%20investigacion%20este.pdf)  
ISBN: 978-959-212-783-7
  
6. CAMPOS, Cristian, GUTIERREZ, Daner. Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA) para la localidad de Paiján – La Libertad. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniería, 2019. 13 pp.  
Disponible en:  
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4895?mode=full>
  
7. CATALDO, Ricardo, ARANCIBIA, Marcelo, STOJANOVA, Jana y PAPUZINSKI, Cristian. *Conceptos generales en bioestadística y epidemiología clínica: estudios observacionales con diseños transversal y ecológico* [en línea]. 19(8), agosto 2019. [fecha de consulta 14 de octubre 2020].  
Disponible en:  
<https://www.medwave.cl/link.cgi/medwave/revisiones/MethodInvestReport/7698.act?ver=sindiseno>
  
8. CEDRÓN, Olga, y CRIBILLEROS, Ana. Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 154 pp.  
Disponible en:  
[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3561/1/REP\\_ING.CIVIL\\_OLGA.CEDR%C3%93N\\_ANA.CRIBILLEROS\\_DIAGN%C3%93STICO.SISTEMA.AGUAS.RESIDUALES.SALAVERRY.PROPUESTA.SOLUCI%C3%93N.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3561/1/REP_ING.CIVIL_OLGA.CEDR%C3%93N_ANA.CRIBILLEROS_DIAGN%C3%93STICO.SISTEMA.AGUAS.RESIDUALES.SALAVERRY.PROPUESTA.SOLUCI%C3%93N.pdf)

9. COMINO, Antonio y BRZEZINSKI, Tim. Definición de una pendiente en recta, topografía [Fecha de consulta: 01 de Noviembre del 2020]  
Disponible en:  
<https://www.geogebra.org/m/wmGn9JAW>
  
10. CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones [en línea] México: Limusa .2004 [Fecha de consulta: 30 de Setiembre de 2020]  
Capitulo 1. Principales tipos de suelo.  
Disponible en:  
<https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>  
ISBN: 968-18-6489-1
  
11. CUENCA, Luis. Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Tingo la Esperanza, ubicada en el Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática, 2018. 12 pp.  
Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15372>
  
12. DE LA MORA, Orozco. Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcícolas. 2014 [Fecha consultada: 13 de Setiembre de 2020]  
Disponible en:  
<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4369/Eficiencia%20de%20un%20humedal%20artificial%20en%20serie%20para%20el%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20provenientes%20de%20granjas%20porc%C3%ADcolas.pdf?sequence=1>

13. El OEFA advierte problemática ambiental por déficit de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional. Oficina de Comunicaciones y Atención al Ciudadano (OCAC). 24 de junio de 2014.

Disponible en:

<https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-advier-te-problematica-ambiental-por-deficit-de-tratamiento-de-las-aguas-residuales-a-nivel-nacional/ocac07/>

14. ESPINOZA, Ramón. Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores. Tesis (Maestro en Gestión y Autorías Ambientales). Piura: Universidad de Piura, 2010. 264 pp.

Disponible en:

<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1478>

15. GALEANO, Lady y ROJAS, Vivian. Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez -Santander. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2016. 19 pp.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/13930>

16. GRUPO Banco Mundial. Tratamiento y reúso de las aguas residuales. Perú, ¿un reflejo de la región? [fecha de consulta: 18 de octubre de 2005].

Disponible en:

<http://pubdocs.worldbank.org/en/150461494428481264/Booklet-Conferencia-FINAL.pdf>

17. HERRERA, Harley. Eficiencia de la Guadua angustifolia (Bambú) en el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedal artificial en el centro poblado Santa Catalina, distrito y provincia de



Moyobamba, 2017, [Fecha consultada: 27 de Setiembre de 2020]

Disponible en:

<http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/52874>

18. JORGE, Guibo. Especialista Sectorial, Periodo de Diseño, [Fecha consultada: 12 de noviembre de 2020]

Disponible en:

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac/Formulacion\\_Saneamiento.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac/Formulacion_Saneamiento.pdf)

19. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Lima, 2(2). Segundo semestre 2015.

Disponible en:

<https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

ISSN 2311 – 7915

20. LOPEZ, Rodrigo, HERRERA, Kathleen. Planta de tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo, La Libertad. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniería, 2015. 7 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1981>

21. LUQUE, Diego, RODRIGUEZ, Gemma y ROMERO, Juan. *Accesibilidad y Universidad. Un estudio descriptivo*. [en línea]. 14(2), 2005. [Fecha de consulta: 14 de octubre 2020].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/1798/179817557005.pdf>

ISSN: 1132-0559

22. NUÑEZ, Fiorella. "Tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel familiar, con Humedales Artificiales de flujo subsuperficial Horizontal, mediante la especie macrófita emergente *Cyperus Papyrus* (Papiro)", 2016 [Fecha consultada: 24 de Setiembre de 2020]  
Disponible en:  
<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/555>
23. OLMEDO, Carlos. Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el sistema de alcantarillado del anexo de Asca – Pucara. Tesis (Titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Peruana de los Andes, Facultad de ingeniería, 2019. 10 pp.  
Disponible en:  
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1534>
24. ORTIZ, Lauraceli, VIVES, Floriana, y SILVA, Carlos. Uso de hidrófitas y un sistema anaerobio para el tratamiento. Polibotánica [en línea]. México 2011, n.o.31 [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2019].  
Disponible en:  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n31/n31a10.pdf>  
ISSN: 1405-2768
25. PÉREZ, Julián y GARDEY, Ana. 2013, Definición de profundidad, [Fecha consultada: 14 de Noviembre de 2020].  
Disponible en:  
<https://definicion.de/profundidad/>
26. Revista educación: La investigación aplicada [en línea]. Montes de Oca, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2009 [Fecha de consulta: 14 de octubre 2020].  
Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>  
ISSN: 0379-7082

27. RAYMUNDO, Joel. “Modelo de tratamiento de aguas residuales mediante humedal artificial de flujo superficial en el centro poblado La Punta – Sapallanga”, 2018 (Artículo Científico) Universidad Nacional del Centro del Perú. [Fecha consultada: 28 de Setiembre de 2020]  
Disponible en:  
<http://repositorio.unC.P..edu.pe/handle/UNC.P./3873>
28. RELACIÓN del agua, el saneamiento y la higiene [en línea]. Organización Mundial de la Salud. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2019].  
Disponible en:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/)
29. RUBIO, Jorge, MONTENEGRO, Alexis. Humedal Artificial en el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la 3ra Brigada de Fuerzas Especiales, batallón de servicios N° 300, Distrito de Rioja, Provincia de Rioja, Departamento de San Martín, 2018, [Fecha consultada: 27 de Setiembre de 2020]  
Disponible en:  
<http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/529772>
30. RODRIGUEZ, María, MOLINA, Judith y SUÁREZ, Joaquín. Humedal de flujo vertical para tratamiento terciario del efluente físico-químico de una estación depuradora de aguas residuales domésticas (Artículo Científico), Universidad del Coruña, España. [Fecha consultada: 20 de Setiembre de 2020]  
Disponible en:  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v14n2/v14n2a7.pdf>
31. REYES y REYES. “Desechos de aguas residuales, empleando humedales artificiales subsuperficiales en el distrito de Chao, Provincia de Virú”, 2008 [Fecha consultada: 24 de Setiembre de 2020]

Disponible en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9872/REYES%20RODR%C3%8dGUEZ%2c%20JAIME%20ERNESTO%20-%20REYES%20RODRiGUEZ%2c%20JORGE%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

32. REVISTA Internacional de Contaminación Ambiental [en línea] México 2016, vol.32 no.2 [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2019].

Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992016000200243](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000200243)

ISSN 0188-4999

33. RINCÓN, Mario, VARGAS, Wilson, y GONZÁLEZ, Carlos. Topografía. Conceptos y aplicaciones. Colombia: ECOE, 2018. 28 pp.

Disponible en:

<https://www.ecoediciones.com/wpcontent/uploads/2018/02/Topograf%C3%ADa-Conceptos-y-aplicaciones-ebook.pdf>

ISBN: 978-958-771-507-1

34. SUÁREZ, Sebastián. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de las descargas de un centro comercial de la ciudad de Quito mediante procesos de electrocoagulación y adsorción en carbón activado. Tesis (Titulación de ingeniero químico). Quito: Escuela Politécnica Nacional, facultad de ingeniería agroindustrial, 2014. 20 pp.

Disponible en:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8492>

35. ROJAS, Raúl. Guía para realizar investigaciones sociales. 38° va. México: Plaza y Valdés, 2013. 437 pp.

Disponible en:

<https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wpcontent/themes/raulrojasoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>

ISBN: 968-856-262-5

36. SANZ, Juan. Fundamentos de Mecánica de Suelos. [en línea] España. 1975 [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2020] Capitulo 1. Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynI4C&pg=PR5&lpg=PR5&dq=SANZ+Juan,+ \(1975\).+mecanica+de+suelos.+pdf&source=bl&ots=9zN1GcSLL8&sig=ACfU3U2uZnJFYAtDrDZgA73H85Rbg5y0Q&hl=es19&sa=X&ved=2ahUKEwjLv4CH2LiAhUMnlkKHeWZDX0Q6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=SANZ%20Juan%2C%20\(1975\).%20mecanica%20de%20suelos.%20pdf&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynI4C&pg=PR5&lpg=PR5&dq=SANZ+Juan,+ (1975).+mecanica+de+suelos.+pdf&source=bl&ots=9zN1GcSLL8&sig=ACfU3U2uZnJFYAtDrDZgA73H85Rbg5y0Q&hl=es19&sa=X&ved=2ahUKEwjLv4CH2LiAhUMnlkKHeWZDX0Q6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=SANZ%20Juan%2C%20(1975).%20mecanica%20de%20suelos.%20pdf&f=false)

ISBN: 84-7146-022-X

37. SILVA, Rosario. Validez y confiabilidad del estudio socioeconómico. [en línea] Formación gráfica, S.A. 2006. [Fecha consultada: 15 de noviembre 2020] Capitulo I. Validez y Confiabilidad.

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=q0EzLNie4kYC&pg=PA138&dq=sampieri+validez+y+confiabilidad+investigacion+cientifica+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQjuiS-PiAhXLpFkKHeFdDkUQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 970-32-3807-6

38. TAMAYO, Mario. El proceso de la Investigación Científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. [en línea] México: Limusa, 2004. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020]. Capitulo III. El Proyecto de Investigación.

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=BhymmEqkkJwC&pg=PA176&dq=poblacion+en+una+investigacion+cientifica&hl=es419&sa=X&v>

[ed=0ahUKEwiRqg63nu7iAhVmuVkKHfCDDs0Q6AEIJzAA#v=onepage&q=poblacion%20en%20una%20investigacion%20cientifica&f=false](https://doi.org/10.24304/ed=0ahUKEwiRqg63nu7iAhVmuVkKHfCDDs0Q6AEIJzAA#v=onepage&q=poblacion%20en%20una%20investigacion%20cientifica&f=false)

ISBN: 968-18-5872-7

39. TORRES, Ernesto. Proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para reúso del agua en la agricultura. Tesis (Maestro en Ciencias en Producción Agrícola). Marín, Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León, 1994. 204 pp. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/4660/1/1080063779.PDF>

40. VARGAS, Catalina. Sólidos totales y solidos suspendidos [Fecha de consulta: 07 de noviembre del 2020]

Disponible en:

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3225/1/31602.pdf> Pág. 29

41. VIAÑA, Lady. Manual de costos y presupuestos. [En línea]. Colombia: Fondo Editorial del Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico, 2014. 74 p. [Fecha de consulta: 30 de Setiembre del 2020].

Disponible en:

<https://doC.P.layer.es/81180304-Manual-de-costos-y-presupuestos.html>.

ISBN: 978-958-57393-2-1

## ANEXOS

Tabla 13 - Matriz de Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales	El tratamiento para las aguas residuales es muy variado, dependiendo del tipo de contaminación que posee el agua, los cuales pueden incluir precipitaciones, oxidación química y biológica. (Olortegui, M, 2017)	El presente proyecto se desarrollará siguiendo los parámetros indicados en la norma OS 090 para planta de tratamientos de aguas residuales, la NT E-050 de suelos y cimentaciones, NT E-020 de cargas, NT E-030 de concreto armado y la norma ACI 350.3 R-17 de diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos.	Estudio topográfico	Dibujo planimétrico (m)	Razón
				Dibujo de los perfiles (m)	
			Estudio de suelos	Calicatas (und)	
			Diseño hidráulico	Diseño de una red de riego de las áreas verdes (l/m <sup>2</sup> /día)	
				Cálculo de la dotación para el cultivo del área verde (l/día)	
			Diseño Estructural	Diseño del desarenador (m <sup>2</sup> )	
				Diseño del decantador (m <sup>2</sup> )	
				Diseño del reactor biológico (m <sup>2</sup> )	
				Diseño del tanque para el tratamiento físico químico (m <sup>2</sup> )	
				Diseño del sistema de deshidratación de lodos (m <sup>2</sup> )	
Diseño del secado de lodos (m <sup>2</sup> )					
Diseño del reservorio elevado (m <sup>3</sup> )					

Tabla 14 - Matriz de contingencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Diseño de una P.T.A.R. para riego de áreas verdes en el centro poblado de Roma, provincia de Ascope - 2021.	¿Qué características tendrá el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el centro poblado de Roma, provincia de Ascope, departamento La Libertad 2021?	El diseño y las características de la planta de tratamiento de aguas residuales en el centro poblado de Roma, provincia de Ascope, cumplirá con los parámetros y estándares establecidos por la norma técnica OS 090 para planta de tratamientos de aguas residuales, E-050 de suelos y cimentaciones, E-020 de cargas, E-030 de concreto armado y ACI 350.3 R-17 de diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos.	Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales	Estudio topográfico	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para riego de áreas verdes en el centro poblado de Roma, provincia de Ascope.	Aplicada Transversal Descriptiva
				Estudio de suelos		
				Diseño hidráulico	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> - Levantamiento topográfico. -Diseño de la planta de tratamiento. -Diseño hidráulico. - Cálculo de dotación de reservorio. -Realizar el diseño de los elementos estructurales.	
				Diseño Estructural		

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>No Experimental, descriptivo Simple.</p> <p><b>M</b> ————— <b>O</b></p> <p><b>Donde:</b>  <b>M:</b> Total de aguas residuales evacuadas por el centro poblado de Roma  <b>O:</b> Toma y verificación de datos topográficos.</p>	Como población se tomará en cuenta el total de aguas residuales evacuadas por el centro poblado de Roma.	Al igual que la población, para la muestra se tomará en cuenta el total de aguas residuales evacuadas por el centro poblado de Roma.	Observación directa estructurada. Análisis documental	Guía de observación estructurada Revisión de planos y expedientes técnicos.



Tabla 15 - Densidad poblacional del centro poblado Roma adquirido en la página del INEI

DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocu- padas
0021	GARRAPON	Chala	145	252	129	123	72	57	15
0022	CHAPARRAL	Chala	156	7	4	3	16	3	13
0023	EL QUINCE	Chala	182	65	32	33	36	16	20
0024	ROMA	Chala	177	6 388	3 140	3 248	1 977	1 818	159
0025	EL CERRILLO	Chala	116	120	66	54	47	35	12
0026	EL OLIVAR	Chala	121	92	45	47	35	32	3
0027	SAN JOSE ALTO	Chala	212	10	8	2	19	19	-
0028	EL MEDANO	Chala	117	12	6	6	11	11	-

Tabla 16 – Coordenadas de la poligonal 1 "Zona NO"

COORDENADAS POLIGONAL 1					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	23.41	166°18'33"	704664.15	9141045.60
P2	P2 - P3	0.99	179°59'60"	704686.90	9141051.12
P3	P3 - P4	23.46	163°52'24"	704687.86	9141051.36
P4	P4 - P5	49.02	166°37'38"	704708.22	9141063.00
P5	P5 - P6	41.33	161°1'56"	704743.99	9141096.53
P6	P6 - P7	101.41	175°17'59"	704763.32	9141133.05
P7	P7 - P8	57.63	130°49'1"	704803.26	9141226.27
P8	P8 - P9	43.51	179°45'46"	704778.00	9141278.07
P9	P9 - P10	45.77	179°55'56"	704758.77	9141317.10
P10	P10 - P11	89.91	180°35'52"	704738.49	9141358.13
P11	P11 - P12	96.43	179°26'6"	704699.50	9141439.15
P12	P12 - P13	97.68	169°15'21"	704656.83	9141525.62
P13	P13 - P14	79.49	168°47'60"	704598.03	9141603.63
P14	P14 - P15	71.68	163°41'53"	704538.76	9141656.60
P15	P15 - P16	124.27	150°14'43"	704474.05	9141687.45
P16	P16 - P17	120.10	158°2'34"	704350.13	9141678.20
P17	P17 - P18	69.31	183°0'11"	704242.39	9141625.13
P18	P18 - P19	75.47	202°5'11"	704178.69	9141597.80
P19	P19 - P20	47.22	187°18'30"	704103.24	9141596.31
P20	P20 - P21	228.68	176°31'29"	704056.29	9141601.39
P21	P21 - P22	12.29	45°18'25"	703827.86	9141612.16
P22	P22 - P23	48.74	177°42'20"	703836.09	9141603.02
P23	P23 - P24	92.07	176°56'38"	703870.12	9141568.13
P24	P24 - P25	127.98	181°56'11"	703937.83	9141505.74
P25	P25 - P26	52.61	179°59'60"	704028.97	9141415.90
P26	P26 - P27	194.60	179°23'32"	704066.44	9141378.96
P27	P27 - P28	10.61	90°7'48"	704206.46	9141243.82
P28	P28 - P29	52.81	268°31'52"	704213.84	9141251.44
P29	P29 - P30	60.81	181°58'57"	704252.69	9141215.66
P30	P30 - P31	112.80	180°0'0"	704295.97	9141172.94
P31	P31 - P32	105.53	180°0'0"	704376.24	9141093.70
P32	P32 - P33	242.88	180°33'15"	704451.35	9141019.56
P33	P33 - P34	17.66	111°32'58"	704622.55	9140847.28
P34	P34 - P35	51.82	152°56'44"	704638.77	9140854.26
P35	P35 - P36	18.47	190°14'0"	704671.85	9140894.14
P36	P36 - P37	34.11	118°47'58"	704685.98	9140906.03
P37	P37 - P38	49.23	180°40'41"	704679.30	9140939.48
P38	P38 - P39	86.31	145°52'32"	704670.24	9140987.87
P39	P39 - P40	20.67	319°47'23"	704609.49	9141049.18
P40	P40 - P41	8.89	186°12'15"	704630.08	9141047.36
P41	P41 - P42	23.03	168°47'28"	704638.80	9141045.62
P42	P42 - P1	2.32	179°59'60"	704661.83	9141045.60

Tabla 17 - Coordenadas de la poligonal 2 "Zona SO"

COORDENADAS POLIGONAL 2					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P27	P27 - P44	10.61	269°52'12"	704206.46	9141243.82
P44	P44 - P45	52.81	91°28'8"	704213.84	9141251.44
P45	P45 - P46	60.81	178°1'3"	704252.69	9141215.66
P46	P46 - P47	112.80	179°59'60"	704295.97	9141172.94
P47	P47 - P48	105.53	180°0'0"	704376.24	9141093.70
P48	P48 - P49	242.88	179°26'45"	704451.35	9141019.56
P49	P49 - P50	175.58	61°24'26"	704622.55	9140847.28
P50	P50 - P51	79.59	182°28'14"	704453.96	9140798.22
P51	P51 - P52	11.04	157°55'52"	704378.58	9140772.71
P52	P52 - P53	11.04	176°1'10"	704367.56	9140773.36
P53	P53 - P54	11.04	176°1'10"	704356.61	9140774.77
P54	P54 - P55	11.04	176°1'10"	704345.78	9140776.94
P55	P55 - P56	11.04	176°1'10"	704335.13	9140779.86
P56	P56 - P57	11.04	176°1'10"	704324.71	9140783.51
P57	P57 - P58	11.04	176°1'10"	704314.57	9140787.87
P58	P58 - P59	11.04	176°1'10"	704304.75	9140792.93
P59	P59 - P60	11.04	176°1'10"	704295.31	9140798.65
P60	P60 - P61	239.80	175°32'49"	704286.29	9140805.02
P61	P61 - P62	223.71	179°21'15"	704101.71	9140958.11
P62	P62 - P63	149.14	181°8'21"	703931.14	9141102.85
P63	P63 - P64	222.91	156°52'32"	703815.52	9141197.07
P64	P64 - P65	236.61	183°33'35"	703711.91	9141394.43
P65	P65 - P66	44.89	89°18'2"	703589.14	9141596.70
P66	P66 - P67	200.20	147°19'60"	703627.80	9141619.52
P67	P67 - P68	12.28	134°5'58"	703827.86	9141612.16
P68	P68 - P69	48.76	182°17'52"	703836.07	9141603.03
P69	P69 - P24	92.07	183°3'22"	703870.12	9141568.13
P24	P24 - P71	180.57	178°3'49"	703937.83	9141505.74
P71	P71 - P27	194.62	180°36'28"	704066.42	9141378.97

Tabla 18 - Coordenadas de la zona donde se realizará la PTAR

COORDENADAS DE ZONA DE PTAR			
	NORTE	ESTE	ALTITUD
1	9141041.42	703719.63	156.18
2	9141117.20	703770.61	152.64
3	9141177.26	703819.06	159.80
4	9141268.20	703768.32	159.19
5	9141356.98	703723.65	155.29
6	9141272.75	703647.01	155.63
7	9141159.29	703682.97	156.63

Figura 18 - Reunión con las autoridades de la municipalidad de Ascope quienes me facilitaron el plano catastral del centro poblado Roma



Figura 19 - Plano catastral del centro poblado Roma, Ascope, La Libertad

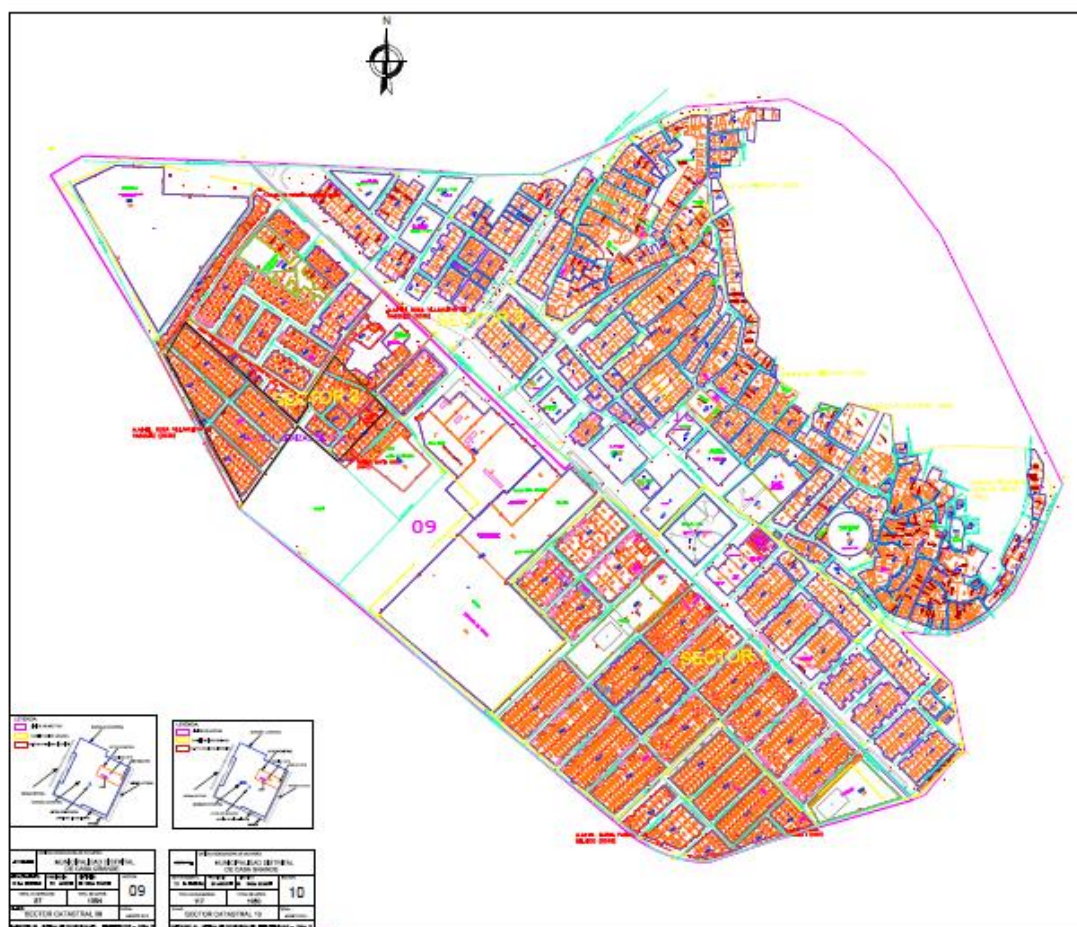


Figura 20 - Plano topográfico del centro poblado Roma

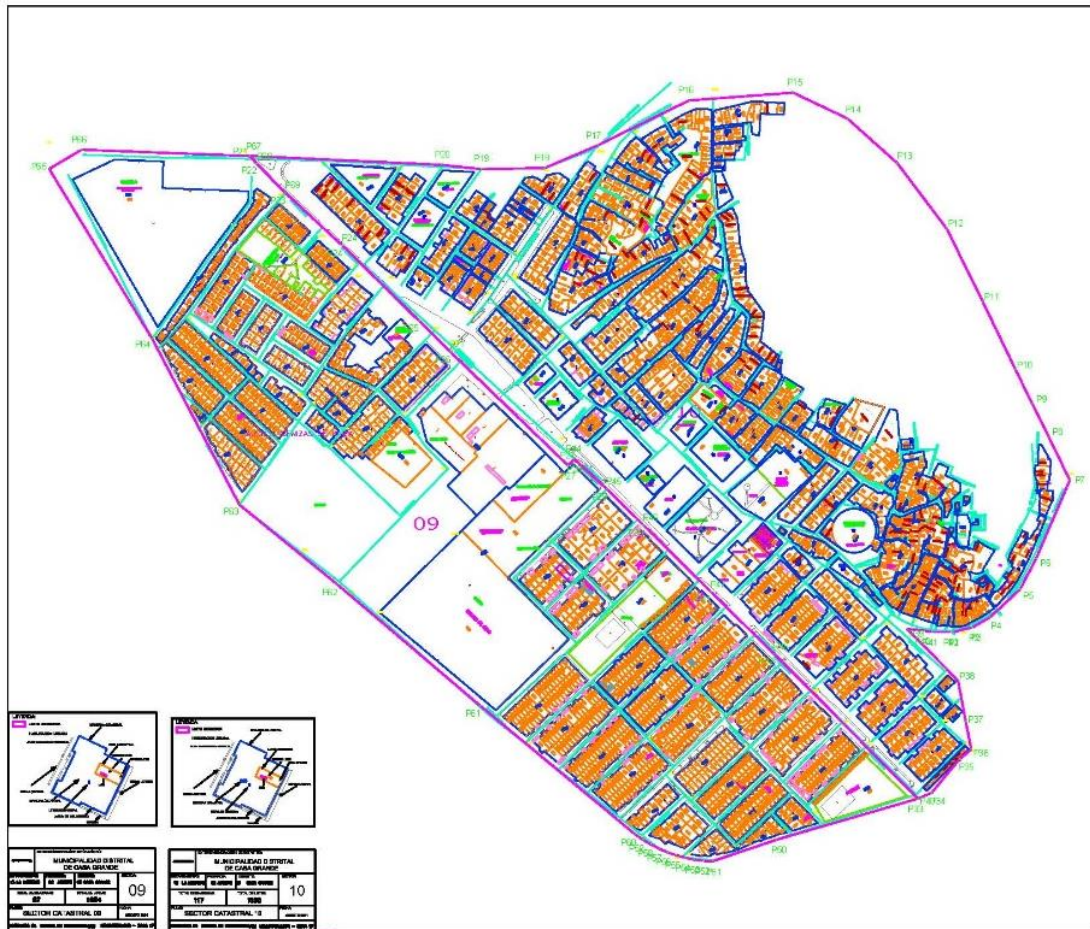



Figura 21 – Topografía obtenida en la zona donde se hizo el diseño de la PTAR





Figura 22 - Estudio de suelos



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General  
Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

---

INFORME GEOTECNICO - ABRIL DEL 2019

---

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

**OBRA:**

● RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA  
EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E  
N° 81505 INMACULADA VIRGEN DE LA  
PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-  
CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD

**SOLICITA:**

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE

**UBICACIÓN:**


●

I.E.:	N°81505 INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA
LOCALIDAD :	ROMA
DISTRITO:	CASAGRANDE
PROVINCIA:	ASCOPE
DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE

*Irving Luis Bataños Narcizo*

Ing. Irving Luis Bataños Narcizo  
SAB GERENTE DE UNIDAD FORMULADORA DE PROYECTOS Y PROYECTOR



Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo

Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247

geconsac\_laboratorio@hotmail.com

logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES EXISTENTES.
2. ASPECTOS GENERALES
  - 2.1 OBJETO DEL ESTUDIO
  - 2.2 MARCO TEÓRICO
  - 2.3 UBICACIÓN
  - 2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA
3. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.
4. TRABAJOS DE CAMPO
  - 4.1 CANTIDAD DE CALICATAS
5. ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO REALIZADOS
  - 5.1 ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
    - 5.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS
      - 5.1.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)
      - 5.1.1.2 LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423) Y LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)
      - 5.1.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)
      - 5.1.1.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS.
    - 5.1.2 PROPIEDADES MECANICAS:
      - 5.1.2.1 ENSAYO PESO VOLUMETRICO.
      - 5.1.2.2 ENSAYOS ESPECIALES CORTE DIRECTO
      - 5.1.2.3 TRABAJOS PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)
6. PERFIL ESTRATIGRAFICO
  - 6.1 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL
7. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO.
8. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS
- 9.0 ATAQUE QUÍMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS
  - 9.1 ATAQUE POR SALES Y SULFATOS
10. ASPECTOS SISMO-RESISTENTES
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Botayo*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Norcizo  
SU GERENTE DE UNIDAD FORMADORA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
*Jorge L. Quiroz*  
Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I.P. 01018  
JEFE LABORATORIO, ESTUDIOS GEOTECNICOS

📍 Urb. Villa de Contadores Mza. N° - Lote 06 - Trujillo  
📞 Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
✉ logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## ESTUDIO DE SUELOS RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E N° 81505 INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA

### 1.0 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Los aspectos principales desarrollados en el presente Estudio de Mecánica de Suelos para La Institución Educativa son los siguientes:

CUADRO N°01  
ASPECTOS PRINCIPALES

Tipo de Estructura	INSTITUCION EDUCATIVA
Estrato de Apoyo de la Base	ARCILLA DE LIGERA PLASTICIDAD (CL)
Parámetros de Diseño:	NIVEL CIMENTACION CAPACIDAD PORTANTE
Agresividad del suelo	MODERADA

### 2.0 ASPECTOS GENERALES

#### 2.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Mecánica de Suelos tiene por objeto establecer las condiciones de suelos para la RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E N° 81505 INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD. determinándose de este modo los tipos de suelos y sus propiedades más significativas, las capacidades de carga admisible y las recomendaciones constructivas correspondientes.

#### 2.2 MARCO TEÓRICO

Este Estudio se desarrolla bajo el marco técnico siguiente:

- Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma Técnica E.030 "Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma Técnica E.060 "Concreto Armado" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### 2.3 UBICACIÓN

- El proyecto está ubicado dentro de La I.E. N° 81505 Inmaculada Virgen De La Puerta de la Localidad de Roma, del distrito de Casagrande, Provincia de Ascope, Departamento de La Libertad.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

#### 2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

##### TOPOGRAFÍA.

El terreno presenta topografía con una pendiente moderada. La altitud promedio es de aproximadamente 159 m.s.n.m.

Ing. Irving Luis Bolaños Morcizo

INGENIERO DE GEOTECNIA Y CONSTRUCCIONES



GECONSAC  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I. 17114

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## CLIMA.

El clima en Casa Grande es un clima desértico. No hay virtualmente ninguna lluvia durante el año en Casa Grande. Esta ubicación está clasificada como BWh por Köppen y Geiger. La temperatura media anual es 20.7 ° C en Casa Grande. La precipitación es de 17 mm al año.

## 2.5 VALIDEZ DEL ESTUDIO

La validez del Estudio se circunscribe estrictamente a las áreas donde se proyectara la construcción de la Institución Educativa.

## 3.0 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.

El tipo de estructura que se propone en el Proyecto de la construcción es una infraestructura común con sistema estructural mixta **pórticos de concreto armado y muros de albañilería confinada**, comprende el empleo de zapatas, cimientos corridos, columnas, vigas de cimentación, vigas, muros de albañilería, losas aligeradas, escaleras de concreto, muros de contención, cobertura con teja andina.

## 4.0. TRABAJOS DE CAMPO

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo del sub suelo existente a lo largo del área de estudio, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

## 4.1 CANTIDAD DE CALICATAS.

Características del proyecto:

- Uso: INSTITUCION EDUCATIVA
- Tipo de sistema estructural: concreto armado
- Ubicación: : Roma-Casagrande - Ascope - La Libertad, Zona 4 (ver análisis sismo resistente).
- Regularidad Estructural: Regular o Irregular.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, nos indica lo siguiente:

- En la Norma E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, capítulo III "Requisitos Generales", Artículo 13, Tabla N°07 "CATEGORIA Y ESTRUCTURAS DE LAS EDIFICACIONES" (ver Tabla N°01, extraído del RNE):



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

Ing. Irwing Luis Bolaños Narcizo

SEÑALANTE DE UNIDAD FORMADORA EDUCATIVA Y PROFESOR

GECONSAC

GEOTECNIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia

C.P. 91015

JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

TABLA N°01

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada
	1	Cualquier sistema

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema

(\*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Según esto para el presente proyecto la categoría y estructura de la edificación es "A".

- En la Norma E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, capítulo III "Requisitos Generales", Artículo 10, Tabla N°03 "CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES", (ver Tabla N°02 extraída del RNE):

TABLA N°02

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A1	Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A	A2. Edificaciones esenciales cuya función no debiera interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:  Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. Puentes, aeropuertos, locales municipales, centros de comunicaciones, Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policia. Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1.5
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir en riesgo temprano de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. De incluye edificaciones cuya colapso puede representar un riesgo adicional tales como grandes hornos, fabricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.	

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guarden patrimonio valioso como museos y bibliotecas.	1.3
C	Edificaciones comunes tales como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos o instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendio o fugas de contaminantes.	1.0
D	Edificaciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.  
Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, criterio del proyectista.



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
Ing. Jorge L. Quipuzcoa Urdanivia  
C.I. 51918  
JEFE LABORATORIO, ESTUDIOS GEOTECNICOS

Aplicando el Reglamento la categoría de la edificación según su descripción y su uso:  
Descripción: Edificación Esenciales.  
Uso: Instituciones Educativas.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

Botana

Ing. Irving Luis Botana Narcedo

UNIVERSIDAD DE INGENIERIA

URB. VILLA de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo

Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247

geconsac\_laboratorio@hotmail.com

logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

Categoría Edificación: **Categoría "A"**

- En la Norma E.050 "SUELOS Y CIMENTACIONES", capítulo 2 "ESTUDIOS", Artículo 11, Programa de investigación:

Aplicaremos un programa de investigación que responda a las consideraciones encontradas en el área de estudio. El número de sondajes a realizar esta establecido por el RNE en su Norma Técnica de Edificaciones E.050 de Suelos y Cimentaciones, Tabla N°6, en donde se establece, (Ver Tabla N°03 extraída RNE):

**TABLA N°03**

NUMERO DE PUNTOS A INVESTIGAR	
Tipo de edificación	Número de puntos a investigar (n)
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 Cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones	3 por cada Ha. de terreno habilitado

El tipo de edificación se determina (ver Tabla N°04 extraída del RNE):

**TABLA N°04**

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	NUMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	L	B
PORTICADA Y OTRAS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	< 12	B	A	---	---
BASES DE PIAJUNAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	≤ 9 m de altura	---			
		A			

\* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
Ing. Irwin Luis Delgado Narceño  
BOLANOS  
BOS CREDITO DE INGENIERIA CONSULTORAS Y SERVICIOS Y TECNICOS

El Tipo de edificación es Tipo "A", con uso de Institución Educativa, es una Edificación Esencial, el RNE indica realizar un punto de investigación cada 225.00 m<sup>2</sup>.

En total se excavo 01 pozos "a cielo abierto", el que se denomina PC-1. La ubicación, numero de muestras, profundidad y descripción de las calicatas ejecutadas se presentan en el siguiente cuadro N°2 denominado "Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas".



**GECONSAC**

GEOTECNIA & CONSTRUCCIONES S.A.C.

Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotecnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## CUADRO N° 02 RELACION DE DETALLADA DE CALICATAS EJECUTADAS

UBICACION	CALICATAS	PROF. (m)
MODULO 1	PC - 1	3.00

En la calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S.).

Se tomaron muestras representativas para la evaluación e identificación correspondiente. De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas, las que convenientemente identificadas, fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar ensayos de sus características físicas y mecánicas.

Sobre la base de la clasificación visual de los suelos, se elaboró un perfil estratigráfico preliminar de los tramos, el cual permitió determinar secciones de características similares, escogiéndose puntos representativos generales y específicos, los generales para determinar las características de los suelos predominantes y similares en las calicatas escogidas, y los específicos para determinar las características mecánicas de los suelos. Las calicatas se realizaron manualmente con pala y pico en el predio.

Se extrajeron muestras de la Calicata para su evaluación en laboratorio.

### 5.0. ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO REALIZADOS

Se realizaron los ensayos por cada variación estratigráfica en base a las especificaciones dadas en el RNE-Norma E.050 "SUELOS Y CIMENTACIONES". Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos de las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de los estratos.

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Empresa GECONSAC bajo la supervisión del Ingeniero Especialista de Suelos, y de técnicos de laboratorio, cuyos resultados se presenta en el Anexo II, Ítem: "Resultado de Ensayos de Laboratorio".

### 5.1 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

El Cuadro N° 03 "Ensayos de Mecánica de Suelos" se presentan los diferentes ensayos realizados, describiendo el propósito de cada uno.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

*Betancourt*

Ing. Irving Luis Bolaños Narcizo

JEFE LABORATORIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

*Jorge L. Quiroz*  
Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I.P. 91018  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

CUADRO N° 03  
ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPOSITO ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	CLASIFICACION	T88	D422	2.50 KG	determina la distribución del tamaño de las partículas
CONTENIDO DE HUMEDA	CLASIFICACION		D2216	2.50 KG	
LIMITE LIQUIDO	CLASIFICACION	T89	D4318	2.50 KG	hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
LIMITE PLASTICO	CLASIFICACION	T90	D4318	2.50 KG	hallar el contenido de agua entre los estados plástico y semi sólido
INDICE PLASTICO	CLASIFICACION	T90	D4318	2.50 KG	hallar el rango de contenido de agua por encima del cual el suelo esta en un estado plástico
CORTE DIRECTO	RESISTENCIA	T236	D3080	20.00 KG	parámetros calculo capacidad portante

### 5.1.1 PROPIEDADES FISICAS:

En cuanto a los ensayos considerados, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

#### 5.1.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación.

El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se indica el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado. En el Cuadro N°04, se presenta el resumen de las características granulométricas encontradas, se debe indicar que se tomaron 01 muestras de la calicata para clasificar el tipo de suelo y tener un sondeo de todo el perfil estratigráfico del terreno.

CUADRO N° 04  
RESUMEN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	% GRAVA	% ARENA	% FINO
PC - 1	M-1	-0.20 a -3.00	1.94	9.89	88.17

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

*Betanos*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narcazo  
GERENTE DE UNIDAD FORMADORA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
Ing. Jorge L. Guipuzcoa Urdanivia

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## 5.1.1.2 LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423) Y LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Limite Líquido (ASTM D-423), y el contenido de humedad es el que pasa del estado plástico al semi-seco es el Limite Plástico (ASTM D-424).

En el presente estudio el tipo de suelo la muestra M1 presenta limite plástico y limite líquido.

CUADRO N° 05  
RESUMEN DE LIMITES LIQUIDOS

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	L.L.	L.P.	I.P.
PC - 1	M-1	-0.20 a -3.00	30.71	18.00	12.71

## 5.1.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos. Con los resultados de Contenido de Humedad, se presenta el cuadro N°06 "Contenido de Humedad", que resume los resultados principales de los materiales ensayados.

CUADRO N° 06  
CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)
PC - 1	M-1	-0.20 a -3.00	14.38

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Detamshi*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narciizo  
SEER GRUPO DE UNIDAD FORMADORA ESTUDIOS Y PROYECTOS

## 5.1.1.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS.

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.P. 91116

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi-cohesivo y no cohesivo. Teniendo en cuenta los resultados del laboratorio, se resumen los valores de humedad que presentan los suelos. El Cuadro N° 07 "Contenidos de Humedad" asocia la ubicación, la profundidad, las humedades por estrato y la humedad representativa para la calicata evaluada. Con los resultados de propiedades índices y análisis granulométrico, se presenta el Cuadro N° 07 "Clasificación de Suelos", que resume los resultados principales de los materiales ensayados incluyendo las clasificaciones SUCS

CUADRO N° 07  
CLASIFICACION DE SUELOS

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN SUCS
PC - 1	M-1	-0.20 a -3.00	CL (Arcilla de ligera plasticidad)

#### 5.1.2 PROPIEDADES MECANICAS:

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

##### 5.1.2.1 ENSAYO PESO VOLUMETRICO

Siendo el peso volumétrico una de las propiedades físicas del suelo y como tal hay que conducir su estudio no solamente involucrando métodos de razonamiento y de procedimiento con propósitos netamente mecánicos, sino el uso de un criterio amplio y practico de su influencia en el comportamiento de los suelos. Basado en la observación del comportamiento real en el campo. Teniendo estas consideraciones se llega a analizar la densidad como una propiedad física del suelo y como tal un requisito indispensable para el estudio.

En el cuadro N°08 se indica el peso volumétrico de diseño.

CUADRO N° 08  
DENSIDAD UNITARIA

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PESO VOLUMETRICO (gr/cm3)
PC - 1	M-1	1.50	1.56

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Bolanos*  
Ing. Irwing Luis Bolanos Narcizo  
SUB GERENTE DE CONTROL TECNICO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
*Jorge E. Quiroz*  
Ing. Jorge E. Quiroz Urdanvia  
C.A.P. 91018  
JEFE LABORATORIO, ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## 5.1.2.2 Ensayo de CORTE DIRECTO (ASTM D-3080)

Este método describe y regula el método de ensayo para la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladora o corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladora determinado por la configuración del aparato de cizalladora. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr. Se obtiene por este método los parámetros de ángulo de fricción interna " $\phi$ " y la cohesión del suelo "c", debido al estado de compacidad media del suelo de cimentación, se ha considerado la reducción del coeficiente del Ángulo de fricción, para considerar el efecto de una falla local donde  $\phi' = \text{Arctg}(2/3 \text{tg}(\phi))$ , en el Cuadro N°09 se presentan los valores obtenidos para la matriz del suelo:

CUADRO N°09  
RESUMEN DE RESULTADOS DEL CORTE DIRECTO

calicata	muestra	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	C (Kg/cm <sup>3</sup> )
PC-01	M-1	1.54	0.53	0.0

## 5.1.2.2 TRABADOS PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

Se realizó una (01) prueba de Auscultación Dinámica (DPL) consistente en hincar un tubo de medidas estándar (diámetro de 1"), por medio de una masa de hierro de 10 kilos de peso, dejada caer desde una altura de 40 cm, contabilizándose el número de golpes necesarios para hacer penetrar el tubo una profundidad de 10 cm. Esta prueba tiene la propiedad de medir en forma indirecta el grado de compacidad relativa que tienen los materiales granulares en el lugar a diferentes profundidades; esta dificultad a la penetración nos señala el ángulo de fricción interna del material, parámetro mecánico que sirve para conocer la capacidad admisible de los suelos,

CUADRO N°10  
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DPL

calicata	N (SPT)	Prof. Explorada (m.)
DPL-01	14	2.70

MUNICIPALIDAD-DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Botanos*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narcedo  
SUB GERENTE DE UNIDAD FORMADORA ESTUDIOS Y PROYECTOS

Los ensayos de DPL han alcanzado una profundidad máxima de 2.70, en la mayoría de los ensayos se han encontrado resistencia mínima a la penetración lo que confirma la existencia de suelos arcillosos compactos, presentan ángulos de fricción nulo, característico de suelos semi firme. Los datos obtenidos de los ensayos se presentan en fichas de DPL, las mismas que se adjuntan en los anexos.

## 6.0. PERFIL ESTRATIGRAFICO

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación



GECONSAC  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I.F. 81918  
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo y establecer el Perfil Estratigráfico.

## 6.1 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

La información obtenida de los trabajos de campo y de laboratorio, permiten determinar las características de los suelos, se ha realizado los perfiles:

### Calicata PC - 1

-0.00 m. a -0.20 m un relleno antrópico.

0.20 m. a -3.00 m Arcilla de mediana plasticidad color marrón oscuro, de una consistencia compacta, ligeramente húmeda, se contrae al secado.

## 6.2 NIVEL FREÁTICO:

El NAF No se encontró a los niveles estudiados

## 7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

La fórmula que utilizaremos para el cálculo de la capacidad admisible, será la otorgada por Terzaghi, para cimientos corridos y cuadrados: La fórmula que utilizaremos para el cálculo de la capacidad admisible, será la otorgada por Terzaghi, para cimientos corridos y cuadrados:

### a) Cimiento Corrido:

$$q_a = \{0.5\gamma B N_\gamma + C N_c + \gamma D_f N_q\} / F \quad (1)$$

### b) Cimiento Superficial Cuadrado:

$$q_a = \{0.4\gamma B N_\gamma + 1.2 C N_c + \gamma D_f N_q\} / F \quad (2)$$

Donde:

$q_a$  = Capacidad Admisible del suelo

$N_\gamma$ ,  $N_c$  y  $N_q$  = Factores de capacidad de carga, los cuales están en función del ángulo de fricción interna del material.

$B$  = Ancho del cimiento corrido, lado del cimiento cuadrado, o menor lado del cimiento rectangular.

$\gamma$  = Densidad Unitaria del Suelo (ton/m<sup>3</sup>).

$D_f$  = Profundidad de desplante de la Cimentación, desde el nivel del terreno natural.

$c$  = Cohesión del suelo.

$F$  = Factor de Seguridad ( $F = 3.00$ ).

Debido al estado de compactación media del suelo, se ha considerado la reducción del coeficiente del Ángulo de fricción, para considerar el efecto de una posible falla local.

$\alpha = 0.00^\circ$

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Botano*  
Ing. Irving Luis Bolaños Narcizo  
SUB GERENTE DE UNIDAD FORMACIÓN ESTUDIOS Y PROYECTOS



GECONSAC  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

Ing. Jorge L. Quirozca Ordánivia  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 - RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

Luego trabajamos con  $C=0.53 \text{ kg/cm}^2$  y  $\phi=0.00^\circ$

### Cimiento Superficial Corrido ( $D_f \leq 2B$ ):

FORMULA:  $q_a = [0.5 \& B N \& + c N_c + q N_q] 1/F$

B (mts) =	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Df (mts) =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
qu (kg/m <sup>2</sup> ) =	2,40	2,40	2,41	2,42	2,43
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81

### Superficial Cuadrado ( $D_f \leq 2B$ ):

FORMULA:  $q_a = [0.42 \& B N \& + 1,2 c N_c + q N_q] 1/F$

B (mts) =	1,20	1,50	1,60	1,80	2,00
Df (mts) =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
qu (kg/m <sup>2</sup> ) =	2,85	2,87	2,88	2,89	2,90
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97

## 8. ASENTAMIENTO DE LOS SUELOS,

ASENTAMIENTO	B (m)	S (cm)	L (cm)	Distorsión Angular ( $\alpha$ )
S1	0.60	0.329	400	0.000823
S2	1.50	0.987	400	0.00247

Distorsión Angular Máxima (Tabla N° 08 según Norma E.050 =  $1/150 = 0.0067$ )

## 9 ATAQUE QUIMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS

### 9.1 Ataque por sales y Sulfatos

La mayor parte de los procesos de destrucción del concreto causados por la formación de sales solubles son debidos a la acción agresiva de los sulfatos. La corrosión de los sulfatos se diferencia de la causada por las aguas blandas, en que no tiene lugar una lixiviación, sino que la pasta endurecida de cemento, a consecuencia de un aumento de volumen, se desmorona y expansiona, formándose grietas y el ablandamiento del concreto.

En la Tabla 4.4.3 de la NTE E.060 Concreto se indican los grados de ataque químico por sulfatos en aguas y suelos subterráneos y la medida correctiva a usar en cada caso.

La determinación cuantitativa de sales solubles de sulfatos en aguas y suelos se hará mediante el RNE, las NTP 339:074:1982, NTP 400.014:1977, respectivamente. Según los resultados obtenidos en el análisis químico, tal como lo indica el Cuadro N°8 "Resultados del Análisis Químico":

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Botano*  
Ing. Inving Luis Bolaños Narcizo  
SU GRUPO DE UNIDAD FORMULADORA ESTUDIOS Y PROYECTOS



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

Ing. Jorge E. Quiroz Urdanvia  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotecnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

CUADRO N°8  
Resultados del ANÁLISIS QUIMICO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	SALES (%)	
			(%)	(ppm)
PC - 1	M-1	-0.20 a -3.00	0.14	1400

podemos concluir en: Estos valores nos indican que habrá agresividad MODERADA tanto al concreto de la cimentación, debido a que los valores obtenidos de sales solubles están dentro de los rangos, por lo que se recomienda el uso de cemento Portland MS o Tipo II.

CUADRO N°9

Referencia del concreto expuesto a soluciones de sulfatos norma E.0.60 Concreto Armado

EXPOSICION A SULFATOS	Sulfatos solubles en agua, presente en el suelo como SO4% en peso	Sulfatos en el agua (ppm)	Cemento Tipo
Despreciable	$0.0 \leq SO_4 < 0.10$	$0.0 \leq SO_4 < 150$	I
Moderado	$0.10 \leq SO_4 < 0.20$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM) (MS)
Severa	$0.20 \leq SO_4 < 2.00$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V
Muy severa	$2.00 \leq SO_4$	$1000 \leq SO_4 < 150$	Tipo Vmas puzolana

Fuente : Tabla 4.4 de la Norma E0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, las NTP 339:074:1982, NTP 400.014:1977,

## 10. ASPECTOS SISMO-RESISTENTES

De acuerdo a la Zonificación Sísmica de la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones, el Distrito de Casagrande, en la provincia de Ascope, pertenece a la Zona 4 de "Alta Sísmicidad".

Para nuestro caso, se debe considerar los siguientes parámetros:

FACTOR	VALOR	OBSERVACION
Z	0.45	Zona 4
U	1.5	Edificación Esenciales
C	2.50	Usar $T_p = 1.0$ s y $T_l = 1.6$ s
S	1.10	Suelo Tipo S3, Suelos blandos
R	6.00	Cambiar en función al sistema estructural

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narceño  
SUB GERENTE DE UNIDAD FOMENTADORA ESTUDIOS Y PROYECTOS



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

Jorge L. Quiroz Urdanivia  
D. E. 10128  
JEFE LABORATORIO, ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## ZONAS SÍSMICAS



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Betanova*  
Ing. Irwing Esteban Bolaños Narcezo  
SUO GERENTE DE UNIDAD FOMENTADORA ESTUDIOS Y PROYECTOS



Figura N°3

Mapa de Zonificación Sísmica del Perú,  
Según el Reglamento Nacional de Construcción (1997)  
Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente. (2016).

**GECONSAC**  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
*Jorge L. Quidupuzco*  
Ing. Jorge L. Quidupuzco Urdanivia  
C.P. 91018  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotecnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la exploración realizada, pruebas de campo, ensayos de laboratorio y al análisis efectuado, se concluye con lo siguiente:

- El proyecto está ubicado dentro de la I.E. N° 81505 Inmaculada Virgen de La Puerta, de la Localidad de Roma, del distrito de Casagrande, Provincia de Ascope, Departamento de La Libertad.
- El proyecto (Edificación tipo A), constituida en su mayoría por elementos de material noble, esto es ladrillo de arcilla cocida, techos aligerados, vigas y columnas de concreto armado y cimientos del tipo superficial, En general este proyecto será diseñado de tal manera que los esfuerzos transmitidos no superen los esfuerzos de trabajo del terreno.
- Se recomienda una cimentación superficial cuadrada y conectar las zapatas aisladas por medio de una viga de cimentación, para evitar asentamientos diferenciales inesperados y absorber cualquier esfuerzo de torsión debido a la colocación de zapatas excéntricas, la cuál será proyectada en base a las cargas que llegan en cada columna.

### CIMENTACION CORRIDA:

FORMULA:  $q_a = [0.5 \& B N \& + c N_c + q N_q] 1/F$

B (mts) =	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Df (mts) =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
qu (kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,40	2,40	2,41	2,42	2,43
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81

### CIMENTACION CUADRADA:

FORMULA:  $q_a = [0.42 \& B N \& + 1,2 c N_c + q N_q] 1/F$

B (mts) =	1,20	1,50	1,60	1,80	2,00
Df (mts) =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
qu (kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,85	2,87	2,88	2,89	2,90
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97

- Los suelos en cuestión poseen Moderado cantidad de sales solubles totales (SST = 0.14 por ciento ú 1400ppm), por lo que recomendamos utilizar cemento Pórtland tipo MS o Similar, en el diseño de mezclas para el concreto.

- Los resultados obtenidos en el presente Estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas, solo son válidos para la zona investigada y no garantiza a otros proyectos que lo tomen como referencia.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE

*Bolanos*  
Ing. Irving Luis Bolanos Narcizo  
Jefe Oficina de Ingeniería, Estudios y Proyectos

Trujillo, Abril del 2019



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
*Jorge*  
Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I. 91018  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## ANEXO-I RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Botanosa*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narcizo  
S/A CONSEJO DE UNIÓN FOMENTADORA DEBIDOS Y PROTECTOS



Urb. Villa de Contadores Mza. Ñ - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

<b>OBRA:</b> RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E N° 81505 INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD <b>UBICACIÓN:</b> I.E. P. INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA - ROMA - CASAGRANDE - ASCOPE - LA LIBERTAD <b>SOLICITA:</b> MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE <b>FECHA:</b> ABRIL DEL 2019	<b>SONDEO:</b>  <h2>PC-01</h2>
--	--------------------------------------

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

EXPLORACION: A cielo abierto (calicata)		COTA (m)	REGISTRADO POR : JLQU	
		N.F. (m) : No se encontró	REVISADO POR : JLQU	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Descripción del Estrato	Clasificación SUCS/AASHTO
-0.20			RELLENO ANTROPICO	RR
	M1		Arcilla ligeramente plastica, color marron oscuro	CL/ A-6(9)
-1.10				
	M1		Arcilla ligeramente plastica, color marron oscuro	CL/ A-6(9)
-3.00			NAF: A PROFUNDIDADES EXCAVADAS NO SE ENCONTRO EL NIVEL FREATICO	

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Bolano*  
 Ing. Irwing Luis Bolanos Narcizo  
 SUB GERENTE DE UNIDAD POBLADA SOCIALES RUDOS Y PROYECTOS



**GECONSAC**  
 GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
*Jorge L. Quiroz*  
 Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
 C.I.P. 91018  
 JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

**OBSERVACIONES**  
 MAB: muestra alterada en bolsa  
 MIB: muestra excavada en bolsa  
 MIT: muestra inalterada en tubo

Urb. Villa de Centadores Mza. N - Lote 06 - Tnjillo  
 Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
 geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E N° 81505 INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD  
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE  
RESPONSABLE : ING. JORGE LUIS QUIPUZCOA URDANIVIA  
UBICACION : I.E. P. INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA - ROMA - CASAGRANDE - ASCOPE - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2019

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra :  
Peso de muestra seca :  
Peso perdido por lavado :

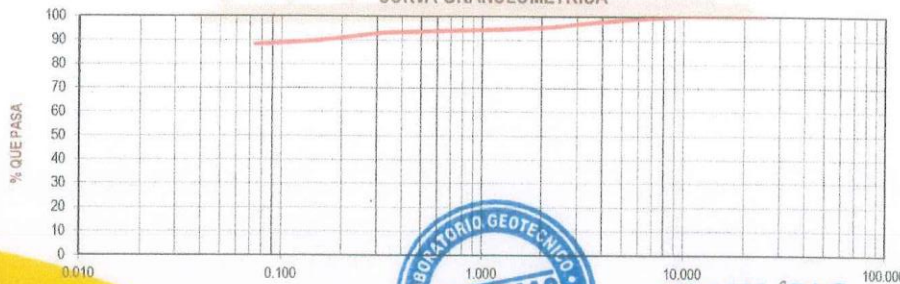
DESCRIPCION CALICATA  
PC-31 PROF. (m.) ESTRATO:  
1000.00 -0.20 A -3.00 M1  
881.70

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	35.50
Ss + Tara	32.40
Tara	10.84
Peso Agua	3.10
Peso Suelo Seco	21.57
Humedad(%)	14.38

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.000	0.00	0.00	100.00	
No4	4.178	19.400	1.94	1.94	98.06	
3	2.360	23.800	2.38	4.32	95.68	
10	2.000	4.000	0.40	4.72	95.28	
16	1.180	8.900	0.88	5.60	94.40	
30	0.600	8.300	0.83	6.23	93.77	
40	0.420	4.200	0.42	6.65	93.35	
50	0.300	5.900	0.59	7.24	92.76	
100	0.150	29.500	2.95	10.19	89.81	
200	0.074	16.400	1.64	11.83	88.17	
< 200		881.70	88.17	100.00	0.00	
Total		1000.00				GRAVA (%): 1.94 ARENA (%): 9.89 FINO (%): 88.17

DESCRIPCION DE LA MUESTRA  
Arcilla ligeramente plástica, color marrón oscuro

#### CURVA GRANULOMETRICA



GECONSAC  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

Ing. Jorge L. Quipuzcoa Urdanivia  
C.I. 81018  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE  
Ing. Irwing Luis Boloños Narcizo  
SU GERENTE DE UNIDAD POR LA BUENA EDUCACION EN LOS TROCENOS

Urb. Villa de Contadras Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993758435 RPC: 993758247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotecnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

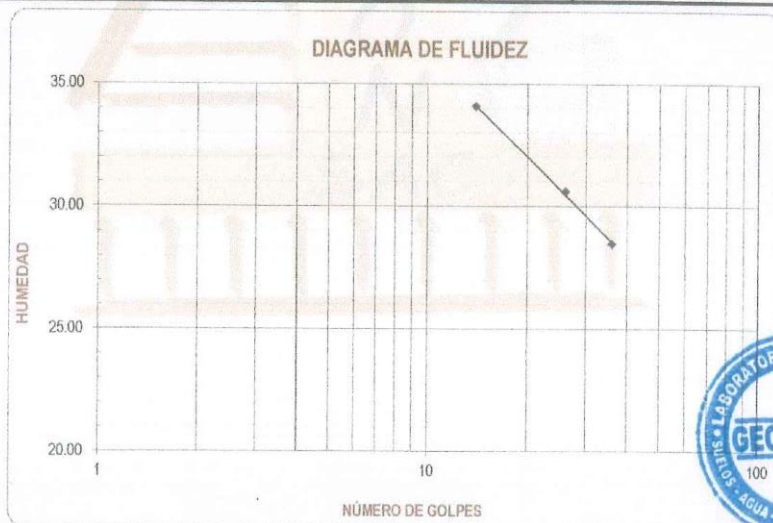
Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E N° 81505 INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD  
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE  
RESPONSABLE : ING. JORGE LUIS QUIPUZCOA URDANIVIA  
UBICACIÓN : I.E. P. INMACULADA VIRGEN DE LA PUERTA - ROMA - CASAGRANDE - ASCOPE - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2019 PC-01 M1

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	36	26	14	-	-
Peso tara (g)	23.39	27.17	26.98	26.61	29.28
Peso tara + suelo húmedo (g)	27.54	31.48	31.70	29.14	31.54
Peso tara + suelo seco (g)	26.62	30.47	30.50	28.76	31.19
Humedad %	28.48	30.61	34.09	17.67	18.32
Límites		30.71			18.00



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Bolaños*  
Ing. Inés Luis Bolaños Narciizo  
SUA OFICINA DE TRÁMITE Y VALORACIÓN DE BREVES Y PROYECTOS

GECON SAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
*J. Quipezco*  
Ing. Jorge L. Quipezco Urdanivia  
D.P. 81918  
JEFE LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993758435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## PARAMETROS DE LOS SUELOS

PROYECTO: RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL I.E N° 81505 INMACULADA

VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD

UBICACIÓN: I.E. VIRGEN DE LA PUERTA - ROMA - CASAGRANDE - ASCOPE - LA LIBERTAD

SOLICITA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE

FECHA: ABRIL DEL 2019

SUELO IDENTIFICADO: CL (Arcilla ligeramente plástica)

DESARROLLO: A PARTIR DE 0,20 m. desde el nivel de terreno natural

### DATOS

#### 1) Densidad Relativa ( $D_r$ ) y Angulo de fricción ( $\phi$ )

$N_{campo} =$	14	
$G'_{o} =$	14.72	$kN/m^2$
$C_u =$	5.3	
$N_{corr} =$	7	

$D_r(\%) =$	55	%
-------------	----	---

Según Formula por (Japan National Railway)

$$\phi^{\circ} = 27^{\circ} + (0.30 N_c)$$

$$\phi^{\circ} = 29.10 \quad (^{\circ})$$

#### 2) RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

$c \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$	0.530
$\phi(^{\circ}) =$	0.00
$\phi^{\circ} =$	0.00 $(^{\circ})$ Falla local
Peso Unitario (Y gr/cm <sup>3</sup> )	1.56
N/30 golpes =	7

#### 3) CONSTANTE DE BALASTO ( $K_s$ )

En funcion del ensayo SPT para arenas

$$k_{E,L} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N+2}{34}} \cdot \left( \frac{B+0.3}{2B} \right)^2$$

$$K_s = 0.662 \quad kg/cm^3$$

En funcion de tablas de diferentes autores

$$k = k_{30} \cdot \left( \frac{B+0.3}{2B} \right)^2$$

$k_{30}=7$  (Jimenes Salas)

$$K_s = 1.757 \quad kg/cm^3$$

$k_{30}=6$  (Rodríguez Ortiz)

$$K_s = 1.506 \quad kg/cm^3$$

$k_{30}=5,8$  (Terzaghi)

$$K_s = 1.456 \quad kg/cm^3$$

$adm_f$	0.960	$kg/cm^2$
FS:	3	
Ancho de Cimentación B (m)	150.00	mm
Largo del cimiento L (m)	150.00	mm

#### 4) MODULOS DINAMICOS:

$$E = 5^* (N+15) \quad G = E/2^*(1+v)$$

$$N = 7 \quad u = 0.40$$

$$E = 110 \quad kg/cm^2 \quad G = 39 \quad kg/cm^2$$

#### 5) VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE ( $V_s$ )

$$V_s = 84 \quad m/seg$$

$$N = 7$$

$$V_s = 154 \quad m/seg$$

En funcion de la capacidad de carga del suelo:

Formula de Bowles:

$$k = 40 \text{ FS } q_{adm} \quad (Kpa)$$

$$k = 1.152 \quad kg/cm^3$$

$k_{promedio} =$	1.307	$kg/cm^3$
------------------	-------	-----------



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE  
*Bolaños*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narcizo  
SUO GERENTE DE UNIDAD PROGRAMACIONALES Y PROYECTOS

GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
*Quipuzco*  
Ing. Jorge L. Quipuzco Urdanivia  
C.I. 91018  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE (TEORIA DE TERZAGHI-PECK)

PROYECTO: RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL LE N° 81505 INMACULADA

VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD

UBICACION: I.E. VIRGEN DE LA PUERTA - ROMA - CASAGRANDE - ASCOPE - LA LIBERTAD

SOLICITA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE

FECHA: ABRIL DEL 2019

SUELO IDENTIFICADO: CL (Arcilla ligeramente plástica)

DESARROLLO: A PARTIR DE 0,20 m. desde el nivel de terreno natural

Donde:

$\gamma_1$  (tonf/m<sup>3</sup>) = 1.54

$\gamma_2$  (tonf/m<sup>3</sup>) = 1.54

c (ton/m<sup>2</sup>) = 5.30

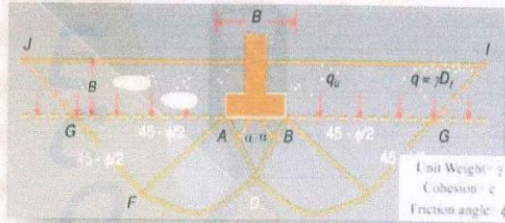
Ang. Fricción = 0.00

Factor de Seguridad (FS) = 3

Nivel Freatico ( No se Ubico)

factores de capacidad de carga (Vesic, 1973)

N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>
1.00	4.00	1.00



CIMENTACION CORRIDA:

FORMULA:  $q_a = [0.5 \cdot B \cdot N_q + c \cdot N_c + q \cdot N_q] / F$

B (mts) =	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Df (mts) =	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
qu (kg/m <sup>2</sup> ) =	2.40	2.40	2.41	2.42	2.43
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81

CIMENTACION CUADRADA:

FORMULA:  $q_a = [0.42 \cdot B \cdot N_q + 1.2 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q] / F$

B (mts) =	1.20	1.50	1.60	1.80	2.00
Df (mts) =	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
qu (kg/m <sup>2</sup> ) =	2.85	2.87	2.88	2.89	2.90
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97

B (mts) =	1.20	1.50	1.60	1.80	2.00
Df (mts) =	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
qu (kg/m <sup>2</sup> ) =	2.93	2.95	2.96	2.97	2.98
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99

CIMENTACION CIRCULAR:

FORMULA:  $q_a = [0.3 \cdot R \cdot N_q + 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q] / F$

$\gamma_1$ ( gr/cm <sup>3</sup> ) =	1.75			
$\gamma_2$ ( gr/cm <sup>3</sup> ) =	7.15			
R (mts) =	1.20	1.50	1.80	2.00
Df (mts) =	2.00	2.00	2.00	2.00
qu (kg/m <sup>2</sup> ) =	4.25	4.26	4.28	4.30
qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) =	1.42	1.42	1.43	1.43

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

*B. Platero S.*  
Ing. Irving Luis Bolaños Narizo  
SUB COMISARIO DE INGENIERIA Y OBRAS PUBLICAS, GEOTECNICA



GECONSAC  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

*J. Quiroz*  
Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I.P. 81018  
JEFE LABORATORIO ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## ASENTAMIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN ARENAS (Se)

PROYECTO: RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE LA EDUCACION INICIAL Y PRIMARIA DEL LE N° 81505 INMACULADA

VIRGEN DE LA PUERTA-DEL CENTRO POBLADO ROMA-CASAGRANDE-ASCOPE-LA LIBERTAD

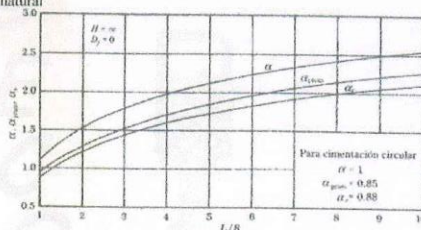
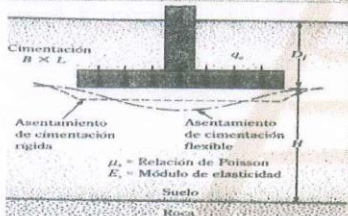
UBICACIÓN: I.E. VIRGEN DE LA PUERTA - ROMA - CASAGRANDE - ASCOPE - LA LIBERTAD

SOLICITA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASAGRANDE

FECHA: ABRIL DEL 2019

SUELO IDENTIFICADO: CL (Arcilla ligeramente plástica)

DESARROLLO: A PARTIR DE 0.20 m. desde el nivel de terreno natural



Si  $Df = 0$  y  $H = \infty$ : Cimentación Flexible

$$Se = \frac{B q_0 (1-u)^2}{E} \alpha^2 \quad (\text{Esquina de la cimentación flexible})$$

$$Se = \frac{B q_0 (1-u)^2}{E} \alpha \quad (\text{Centro de la cimentación flexible})$$

$$Se = \frac{0.80 B q_0 (1-u)^2}{E} \alpha \quad (\text{Centro de la cimentación rígida})$$

Donde:

$$\alpha = \frac{1}{\pi} \left\{ \ln \left( \frac{(1+m^2)^{1/2} + m}{(1+m^2)^{1/2} - m} \right) + m \ln \left( \frac{(1+m^2)^{1/2} + 1}{(1+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$m = L/B$$

PARA LA CIMENTACION CORRIDA PROPUESTA:

B (cm):	60
L (cm):	60
m:	1
q <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ):	0.80
u:	0.40
E (kg/cm <sup>2</sup> ):	110
α:	1.12

Esquina (cm.)	0.206
Centro (cm.)	0.411
Promedio (cm.)	

**Asentamiento Se (cm) : 0.329**

PARA LA CIMENTACION CUADRADA PROPUESTA:

B (cm):	150
L (cm):	150
m:	1
q <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ):	0.96
u:	0.40
E (kg/cm <sup>2</sup> ):	110
α:	1.12

Se (cm) flex. esq.	0.617
Se (cm) flex. esq.	1.234
Promedio (cm.)	

**Asentamiento Se (cm) : 0.987**



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASA GRANDE

*Bolaños*  
Ing. Irwing Luis Bolaños Narcizo  
SIN CESAR DE UNIDAD FORMARON ESTUDIOS Y PROYECTOS

**GECONSAC**  
GEOTECNIA & CONSTRUCCIONES S.A.C.

*Jorge L. Quintana*  
Ing. Jorge L. Quintana Jordán  
C.I.P. 71018  
JEFE LABORATORIO, ESTUDIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo  
Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 - RPC: 993756247  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com

Figura 23 – Ubicación del canal de desemboque de aguas residuales





Figura 24 – Muestra de las estacas



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776428333333333°

Longitude  
-79.15964166666666°

Local 04:03:15 p. m.  
GMT 09:03:15 p. m.

Altitude 153,8 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 25 – Clavado de estacas



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776444999999999°

Longitude  
-79.15961166666666°

Local 04:03:38 p. m.  
GMT 09:03:38 p. m.

Altitude 155,8 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 26 – Templado de sogá



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776448333333334°

Longitude  
-79.15959500000001°

Local 04:05:29 p. m.  
GMT 09:05:29 p. m.

Altitude 155,8 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 27 – Amarre de soga a estaca



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.77653333333333°

Longitude  
-79.15964000000001°

Local 04:14:10 p. m.  
GMT 09:14:10 p. m.

Altitude 160,4 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 28 – Medición del ancho del canal



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776423333333334°

Longitude  
-79.15957833333333°

Local 04:10:12 p. m.  
GMT 09:10:12 p. m.

Altitude 157,2 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 29 – Realizando las medidas de los perfiles de cada sección



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776624999999999°

Longitude  
-79.15961166666666°

Local 04:21:47 p. m.  
GMT 09:21:47 p. m.

Altitude 158,8 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 30 – Medición de profundidad del canal



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776465°

Longitude  
-79.15959166666667°

Local 04:19:29 p. m.  
GMT 09:19:29 p. m.

Altitude 161,9 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 31 – Continuando con la medición de la profundidad del canal



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776465°

Longitude  
-79.15959166666667°

Local 04:20:08 p. m.  
GMT 09:20:08 p. m.

Altitude 161,9 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 32 – Liberación del primer flotador



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776515000000001°

Longitude  
-79.15960166666667°

Local 04:32:50 p. m.  
GMT 09:32:50 p. m.

Altitude 162,2 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 33 – Observando que el flotador llegue al punto final



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776650000000001°

Longitude  
-79.15961999999999°

Local 04:39:10 p. m.  
GMT 09:39:10 p. m.

Altitude 162,7 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 34 – Tomando nota de los tiempos obtenidos de cada flotador



Unnamed Road, Perú

Latitude  
-7.776455°

Longitude  
-79.15958°

Local 04:43:45 p. m.  
GMT 09:43:45 p. m.

Altitude 159,9 meters  
lunes, 02-22-2021



Figura 35 – Calculando el caudal total de desemboque con todos los datos obtenidos en campo

