



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas en
cimientos de edificios multifamiliares, Cerro Azul - Cañete

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Miranda Sotelo, Freddy Alberto (orcid.org/0009-0002-6524-5394)

ASESOR:

Mg. Gabriel Beltran, Jorge John (orcid.org/0000-0002-4281-9132)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios y la virgen María, por ser mi inspiración y mi guía espiritual, que me permitió llegar hasta este momento de mi crecimiento profesional. A mis padres que siempre confiaron en mí y me apoyaron incondicionalmente, a todos los docentes que fueron parte de este proceso por compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quisiera iniciar dando las gracias a mi madre, quien me enseñó a luchar por mis sueños y siempre creer en mí y ser un ejemplo y admiración a seguir. A mi hermano por siempre estar ahí apoyándome e impulsándome. A mis abuelos, que, aunque ya no se encuentren físicamente, siempre están presente en mi corazón y sé que, desde arriba me dan su bendición. A mis familiares, compañeros, amigos y docentes por guiarme por el camino correcto para finalizar con éxito mi carrera profesional. Y de esta manera ser parte del desarrollo de nuestro querido país.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	33
3.2 Variables y operacionalización	33
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	34
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.5 Procedimientos	36
3.6 Método de análisis de datos.....	40
3.7 Aspectos éticos.....	40
IV. RESULTADOS	41
V. DISCUSIÓN	54
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	60
ANEXO	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Materiales y herramientas para el procedimiento de ensayos	36
Tabla 2	Descripción de excavación de calicatas.....	43
Tabla 3	Resultados de ensayo de densidad de campo	43
Tabla 4	Resultados de los ensayos estándar de clasificación de suelos	44
Tabla 5	Resultados de los ensayos químicos.....	45
Tabla 6	Límites permisibles de los ensayos químicos	45
Tabla 7	Ensayos de resistencia a la compresión de los cimientos de concreto ...	52
Tabla 8	Ensayos de permeabilidad en drenes	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Longevidad funcional entorno al ambiente árido	14
Figura 2. Capa de nivelación y unión del Geodrén Vial al muro	15
Figura 3. Especificaciones técnicas del geodrén planar	16
Figura 4. Especificaciones técnicas del geodrén circular	17
Figura 5. Especificaciones técnicas del geodrén lamidrén	18
Figura 6. Especificaciones técnicas del geodrén vial	18
Figura 7. Comparativo dren/geocompuesto	19
Figura 8. Cimentaciones superficiales o directas	22
Figura 9. Cimentaciones profundas o Indirectas	22
Figura 10. Diseño de muestra de dren francés (AutoCAD)	38
Figura 11. Diseño de muestra de dren francés (Sketch Up).....	38
Figura 12. Diseño de muestra de geodrén vial (AutoCAD).....	39
Figura 13. Diseño de muestra de geodrén vial (Sketch Up).....	39
Figura 14. Distrito de cerro azul, Provincia de cañete, Departamento de Lima	42
Figura 15. Ubicación de terreno de estudio.....	42
Figura 16. Mapa de zonificación sísmica del Perú.....	50
Figura 17. Prueba de resistencia a la compresión	51
Figura 18. Ensayo de permeabilidad tras 30 días	52
Figura 19. Esquema de permeabilidad de drenes	53
Figura 20. Sección típica de drenaje	53

RESUMEN

La presente investigación surgió como una necesidad de investigar la construcción de cimentaciones para edificaciones, debido que en el Perú como en otros países del mundo la gran mayoría de construcciones se realizaron de forma empírica y sin estudio alguno, trayendo consigo graves problemas en la infraestructura, lo cual representa un peligro para los habitantes, lo expuesto permitió plantearse como objetivo determinar la aplicación del geodrén vial para el drenaje de las aguas subterráneas puede mejorar las cimentaciones de los edificios multifamiliares en un centro poblado, en su metodología desarrollada fue de tipo aplicada, con diseño experimental, la población de análisis estuvo compuesta por 6 bloques de concreto con geodrén vial y dren francés, mediante el formato de para recolectar datos conjuntamente con el manual de ensayo de materiales se obtuvieron resultados favorables en la permeabilidad de concreto siendo el geodrén vial (198.15 mm) superior al dren francés (128.3 mm) en área seca de la base de la cimentación y se concluye que la aplicación del geodrén vial es óptimo para el drenaje de las aguas subterráneas en las cimentaciones de los edificios, permitirá mejorar la resistencia y vida útil de la infraestructura.

Palabras clave: Cimentación, dren francés, geodrén vial.

ABSTRACT

This research arose as a need to investigate the construction of foundations for buildings, because in Peru as in other countries of the world the vast majority of constructions were made empirically and without any study, bringing serious problems in infrastructure, which represents a danger to the inhabitants, the exposed allowed to raise as an objective to determine the application of the road geodrain for groundwater drainage can improve the foundations of multifamily buildings in a population center, The methodology developed was of the applied type, with experimental design, the analysis population was composed of 6 concrete blocks with road geodrain and French drain, using the data collection format together with the materials testing manual, favorable results were obtained in the permeability of concrete, being the road geodrain (198. 15 mm) superior to the French drain (128.3 mm) in dry area of the base of the foundation and it is concluded that the application of the road geodrain is optimal for groundwater drainage in the foundations of the buildings, it will improve the resistance and useful life of the infrastructure.

Keywords: Foundations, French drain, road geogrid.

I. INTRODUCCIÓN

La cimentación o también denominado sub-estructura, componente importante de las estructuras, porque su funcionamiento esencial es de transmitir cargas hacia el terreno de base, tomando en cuenta que la determinación de las cargas que provienen de la estructura recae principalmente en la responsabilidad del ingeniero estructural, por ello la importancia de conocer con exactitud las fuerzas máximas que puedan producir en la sub-estructura, para que la estructura pueda desarrollar completamente su capacidad y de esta manera garantizar el comportamiento esperado (Sola et al. 2020, p. 33).

Los suelos con característica arcillosa que se encontraron en las capas superficiales, originados por meteorización de rocas o de suelos transportadas, por lo general estaban expuestas a una saturación a causa de intensas y prolongadas lluvias que son los que ocasionan niveles de agua colgados que se quedan sobre los paleosuelos, esto conlleva a la disminución considerable de la resistencia al corte de estos suelos ocasionando graves problemas de estabilidad, en las estructuras y edificaciones cimentadas próximo a los bordes de taludes, sumado a ello el comportamiento relacionado con las características geológicas y geotécnicas del perfil del subsuelo (Alfaro y Lapote, 2018, p. 2).

En las últimas décadas se han objetivado agendas de gran importancia sobre el desarrollo a nivel mundial que busca respuestas multivariadas para la inestabilidad que son generados por el desarrollo de un modelo dominante, dentro de las agendas mundiales, la urbanización de las ciudades y la sostenibilidad, cada vez más reciben una mayor atención referentes a los elementos estratégicos para una implementación favorable de una forma de desarrollo con mayor sostenibilidad. La agenda 2030 también, contempla una temática urbana más transversal para el desarrollo, y por ello la necesidad respuestas más conjuntas que tomen todas las bases de sostenibilidad, el objetivo 11, hace referencia en lograr que las urbanizaciones sobre todo los asentamientos humanos, tengan un carácter inclusivo, que sean seguros y sostenibles. (Jordán et al. 2017, p. 22)

Delbono (2021), menciona que, si bien es necesario el agua para la construcción, también es importante alejarlas una vez finalizado la obra para evitar que los dañe o le dé una vida útil menor a lo planificado, muchas las lluvias son necesarias para poder observar el comportamiento de su caudal y así diseñar un sistema de dren que permita drenar efectivamente el agua en las construcciones, otro punto que

menciona el autor como una problemática al momento de realizar la topografía es evaluar el comportamiento del agua cuando la traza de camino se realiza con la existencia de desmontes, considerando los factores hidrológicos para determinar el drenaje superficial ocasionado por las lluvias y la subsuperficial ocasionado por la infiltración de los taludes (p. 2).

En las últimas décadas el pensamiento de que la construcción de viviendas sería capaz de resolver problemas de la ciudad y de las poblaciones con vulnerabilidad, sin embargo, la política en el ámbito de viviendas se ha olvidado de las ciudades y de habitantes, el mayor problema que existe en las ciudades a nivel nacional es la inexistencia de una planificación urbana, las construcciones empíricas y el uso inadecuado del suelo, a nivel nacional el 84% de las municipalidades no tienen un plan de desarrollo urbanístico lo que refleja la insostenibilidad social, ambiental y sobre todo económica en las ciudades del Perú, alrededor de 2.3 millones de viviendas son a consecuencia de ocupaciones informales eso conllevará a la dificultad de acceso a los servicios básicos. (Salazar, 2021, p. 1),

En el Perú existen dos marcos normativos que se encargan de regular los parámetros urbanísticos bajo estos parámetros se pueda ejecutar un derecho a construir los edificios multifamiliares, uno de los marcos normativos está orientado a la aprobación de las municipalidades municipales referente a su competencia de zonificación urbana y el otro marco normativo es promovido por el ministerio de vivienda, que fomenta la construcción de las viviendas con carácter de beneficio social, actualmente la convivencia de estos marcos normativos no ha sido pacífico del todo, pero un problema que radica es que, el Ministerio de Vivienda en ejercicio de su competencia de promover viviendas sociales, flexibiliza estos parámetros ya establecidos con la finalidad de incrementar la densidad de los proyectos y así favorecer las construcciones omitiendo algunos puntos importantes de los parámetros urbanísticos. (Chehade, 2023, p. 5)

En la empresa constructora VALICO S.A.C. de capital peruano se dedicada a rubro de la construcción de edificaciones multifamiliares, la problemática observada fue la falta de evaluaciones sísmicas de análisis dinámicos elásticos, inelásticos y las aceleraciones de terreno como la masa, la rigidez y la amortiguación para los proyectos. Por otro lado, también se observó que no se evalúa a tiempo el cortante basal de fuerzas laterales el cual debe ser determinado teniendo en cuenta la

locación de construcción, el tipo de estructura emplear y las cargas muertas totales, bajo condiciones características del suelo, las causas e incidencias de la problemática localizada fueron en el nivel de profundidad de las estructuras, las cargas vivas y las cargas muertas, la baja evaluación y el escaso control a los códigos de diseño de estructuras de concreto en el análisis de la estructura, para establecer los elementos físicos en los procesos constructivos, esto exige un mayor alcance y evaluación entre los componentes de envergadura relacionados a seguridad estructural, variabilidad de cargas, resistencia, calidad de los materiales, tipos de materiales, análisis a la curva de factores granulométrico por tamizado para la potencia de suelo, perfil estratigráfico, tasación a la disposición de seguridad de códigos ACI y la funcionalidad, la región Costa del Perú, está expuesto a un alto nivel de peligro sísmico, en consecuencia, la zona de estudio tiene un alto nivel freático lo que hace más propenso a fallas funcionales como deformaciones excesivas, pudiendo llegar al colapso, ante este problema se propuso como alternativa de solución determinar de qué manera el dren francés y el geodrén vial pueden ser capaces de drenar las aguas subterráneas en las cimentaciones de las edificaciones multifamiliares en el centro poblado de Cerro Azul, Cañete.

Lo expuesto permitió generar el **problema general** de la investigación de la siguiente manera: ¿De qué manera determinar la aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas mejorará las cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete?, y para los problemas específicos, ¿De qué manera determinar la resistencia de la cimentación para aplicar el geodrén vial en el drenaje de las aguas subterráneas en edificios multifamiliares, Cerro Azul, Cañete?, ¿De qué manera determinar la permeabilidad de los geodrenes para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete? y ¿De qué manera determinar la capacidad admisible del suelo para la aplicación de geodrén en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete?.

Con respecto a la **justificación de estudio** Bernal (2010), menciona que todas las investigaciones se orientan a resolver algún problema, por ello es preciso describir los motivos que justifiquen la investigación y determinar sus dimensiones para ver su viabilidad. Por ello, esta investigación está orientada de proponer conocimiento

teórico, práctico y metodológico de las aplicaciones de drenes para cimentaciones. (p. 106)

La justificación **teórica** según Bernal (2010), busca generar una reflexión y un debate académico acerca del conocimiento existente y de esta manera confrontar una teoría, comparar los resultados (p. 106). Por ello, esta investigación se justifica teóricamente con los autores Pavco (2012), para la variable independiente “geodrén vial” y Santana (2013), para la variable dependiente “cimentaciones”, esto permitió conocer y comparar los resultados de diferentes tipos de indicadores.

Bernal (2010), menciona que el propósito de la justificación **práctica** es de ayuda a dar solución a un determinado problema, también de proponer nuevas estrategias de aplicación que contribuya a dar soluciones. Esta investigación está centrada a las cimentaciones de concreto armado ayudara a mejorar la resistencia y durabilidad de las cimentaciones de las edificaciones multifamiliares.

La justificación **metodológica** consiste en proporcionar un nuevo método o una estrategia que generen conocimientos válidos y de carácter confiable (Bernal, 2010, p. 107). Por ello en esta investigación plantea la existencia de un nuevo método y estrategia con capacidad de originar conocimientos válidos, a su vez confiables, con ello ayudar en la contribución de mejorar la calidad en las construcciones de edificios multifamiliares al realizar las comparaciones realizadas antes y después de construir las cimentaciones de concreto armado.

Económica, las cimentaciones de concreto armado no solo mejorará la calidad en la construcción de edificios multifamiliares, sino también constituye desde una perspectiva económica de construcciones que garantizan las inversiones que beneficia tanto a la empresa constructora como también al propietario por ser construcciones confiables y de calidad.

Medio ambiente, el diseño estructural de concreto armado no tienen un impacto negativo al medio ambiente ya que es tolerable y no contaminante el medio ambiente ya que está hecho de materiales que han sido autorizados y cumplen con las normas técnicas de fabricación en el rubro de la construcción.

Hipótesis general, La aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas mejora positivamente las cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete. Y para las hipótesis específicas tenemos, la resistencia de la Cimentación es favorable para la aplicación del geodrén vial en el drenaje de las

aguas subterráneas en edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete, La permeabilidad de los geodrenes tiene influencia positiva para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete y La capacidad admisible del suelo es óptima para la aplicación de geodrén en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete.

Objetivo general es Determinar cómo la aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas mejorará las cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul - Cañete, y los Objetivos específicos, tenemos Determinar la resistencia de la cimentación para aplicar el geodrén vial en el drenaje de las aguas subterráneas en edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete, Determinar la permeabilidad de los geodrenes para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete, Determinar la capacidad admisible del suelo para la aplicación de geodrén en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete.

II. MARCO TEÓRICO

Para los antecedentes internacionales se tiene a los siguientes investigadores que realizaron sus estudios en relación al tema de esta presente investigación.

(Guerrero y Flores, 2019), desarrolló su investigación en Bogotá – Colombia, los autores tuvieron como objetivo analizar la capacidad de filtración, permeabilidad y lavado de diferentes tipos de material RCD, para ser empleado como un agregado granular en geodrenes. La metodología empleada fue aplicada porque realizaron ensayos de laboratorio y de diseño experimental. Las muestras analizadas fueron materiales residuales de construcción y de la demolición comercial de dos tipos, de 30 kilos de cada uno, mediante el instrumento de ensayo de materiales de carretera, los resultados obtenidos para ambos materiales fueron posible identificar, después de los procesos correctos de lavado y su clasificación, se encontraron poca cantidad de partículas finas y livianas que fueran capaces de ocasionar colmataciones en las tuberías de conducción del geodrén. Finalmente, los autores concluyen que fue posible la factibilidad de la implementación de los materiales RCD.

(Pabón, 2019), realizó su investigación en la ciudad de Bucaramanga – Bolivia, en un proyecto de una construcción de 5 circuitos de movilidad, por el cual el autor tuvo como objetivo realizar todas las actividades programadas del proyecto, dentro de los cuales estaba la actividad de la instalación del geodrén vial, el cual consistió en varios anclajes con cuatro tarones con sus respectivos dados elaborados de concreto, también construyó un box culvert con capacidad de canalizar la quebrada, este box tenía el paso por debajo de la obra y la transversal oriental, esto le permitía un mejor manejo del agua y así aprovechar al máximo el espacio, sin necesidad de sacrificar que la quebrada pudiera continuar su cause por inercia. Finalmente, el autor concluye que se llevó a cabo satisfactoriamente cumplir con los objetivos, debido a la experiencia de vida en la obra, logró afianzar su conocimiento teórico adquirido. El aporte del autor fue al conocimiento de metodologías con los nombres técnicos, entender la importancia de la practica para afianzar su formación integralmente.

(Cartagena, 2019), realizó su investigación en la Ciudad de Medellín – Colombia, para el cual tuvo como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de las geomembranas lisas (TPO) y modulares (L7). La metodología fue de tipo aplicada porque analizó las muestras en el laboratorio y de diseño experimental porque

sometió las muestras a ensayos para determinar sus propiedades. Las muestras analizadas fueron las geomembranas (TPO) Y (L7), mediante el instrumento de ensayo de materiales ASTM, los resultados obtenidos para ambas geomembranas resultaron ser geosintéticos por lo que se podría alterar y optimizar el su movimiento y su empleo en las obras civiles debido a su alta resistencia. Finalmente, el autor concluye que ambas geomembranas tienen propiedades óptimas para su empleo en obras civiles y sería más posible si se investigara más a profundo el tema. El aporte de autor en su investigación fue de haber determinado que las geomembranas sirven para empléalos en proyectos civiles que aseguren un beneficio en el desempeño.

(Angulo, 2021), realizó su investigación en la ciudad de Tunja – Colombia, para el cual se planteó como objetivo realizar todo el desarrollo de las actividades de la obra de edificación, garantizando su funcionamiento y calidad. Dos de las 23 actividades realizadas fueron la cimentación de tipo ciclópea y la instalación del geodrén vial de 160 mm x 1 m, para evitar el filtro de agua a la base de las estructuras que no puede conducir el agua al desagüe, con una profundidad de 0.4 metros de ancho y 1.00 metros de alto, rellenas con grava en ambos lados de la tierra. Finalmente, el autor concluyó que se controló de todas las actividades realizadas en los tiempos establecidos y se verificó con la inventaría las exigencias de las especificaciones de la NSR-10. El aporte del autor fue de dar integridad a los trabajadores en todo el proceso de la obra y a la comunidad porque les ayudara en el desarrollo y seguridad.

(Herrera, 2021), realizó su investigación en la ciudad de Medellín – Colombia, por el cual se planteó como objetivo implementar alternativas de optimización a los métodos constructivos de proceso de rehabilitación de un viaducto. La metodología empleada fue aplicada porque se planteó estrategias de solución a los objetivos planteados, con diseño experimental, transversal. La muestra constó de 3 propuestas de solución, mediante el instrumento de análisis documental de (especificaciones técnicas, planos, cronogramas etc.). Se optó más factible por la propuesta 2 como la ganadora ya que uno de los componentes implicaba la instalación de drenes para captar y transportar filtraciones de agua, debido a que el área hay presencia de filtraciones de agua por las lluvias y esto implica deformaciones en el viaducto. Por lo que se instaló 10 drenes horizontales de 2” de

diámetro envuelto con geotextil con 30 metros de profundidad por debajo del viaducto. Finalmente, el autor concluyó que las cinco etapas en el desarrollo de un proyecto serán los determinantes del éxito y el cumplimiento de los mismos por todos los participantes, siendo importante el conocimiento y la comprensión del personal del proyecto.

Antecedentes Nacionales

Referente a las antecedentes naciones se cuenta a los siguientes investigadores que desarrollan a profundo el tema de los geodrenes viales.

(Bernilla, 2021), realizó su investigación en la Ciudad de Lima – Perú, para el cual tuvo como objetivo realizar la implementación un sistema de drenaje francés para mejorar la infraestructura de los servicios policiales. La metodología empleada fue aplicada, transversal, la infraestructura constaba de dos pisos con una división de cuatro bloques y un bloque de un solo piso. Para el cual se instalaron el dren francés para filtrar el agua subterránea. Los estudios de mecánica de suelos dieron como resultado que la capacidad portante admisible de 0.61 kg/cm^2 , con un nivel freático a -2.70 metros de profundidad, respecto al terreno natural y el coeficiente de permeabilidad de $1.00\text{E}-03 \text{ cm/seg}$. Finalmente, el auto concluye que la aplicación del dren francés permitió de manera óptima la evacuación correcta de las aguas subterráneas, debido que cumplen con todos los requisitos del expediente del proyecto.

(Álvarez y Guerra, 2021), realizó su investigación en la Ciudad de Lima – Perú. Los autores tuvieron como objetivo controlar el flujo de filtración del agua en un camino vecinal. La metodología empleada fue de carácter empírico, de tipo de aplicada, con nivel descriptivo explicativo con diseño experimental. La población de estudio fue un camino vecinal de 1.935 kilómetros de longitud, mediante el instrumento de recolección de datos como fichas y modelos técnicos de ensayo de laboratorio, dieron como resultado que la permeabilidad del geotextil fue de $(\text{kg}) = 0.044 \text{ cm/s}$, $\text{TAA} = 0.18 \text{ mm}$. Los parámetros volumétricos y la gravimétrica del suelo fue de $\text{D}_{85} = 0.24\text{mm}$, $\text{D}_{60} = 0.61\text{mm}$, $\text{D}_{50} = 0.13\text{mm}$, $\text{D}_{15} = 0.10\text{mm}$, $\text{D}_{10} = 0.16\text{mm}$ con una permeabilidad de $k_s = 0.0000140 \text{ cm/s}$. Finalmente, el autor concluye que, con el diseño de subdrenaje con geodrén se llegó a controlar el flujo de infiltración de agua

en el camino vecinal. Los autores recomiendan realizar más estudios diversificados a los geotextiles y así determinar la factibilidad y el control verificado de la calidad de los geotextiles.

(Valero, 2022), realizó su investigación en la Ciudad de Huancayo – Perú, el objetivo del autor fue determinar las variaciones de los esfuerzos por el sismo en la cimentación de una edificación. La metodología empleada fue de tipo de investigación aplicada, de nivel descriptivo correlacional de diseño cuasi-experimental. La población de estudio estuvo conformada por las edificaciones aporticos, con una muestra no probabilístico Mediante el instrumento de fichas de observación, dieron como resultado que los momentos del eje X, se reducen a medida que se aumenta los niveles de sótano, debido a que los muros del sótano absorben eficazmente los momentos generados. Mientras que los momentos en el eje Y, sucede lo mismo a los momentos del eje X. Finalmente, el autor concluye que los esfuerzos de sismo para las cimentaciones de las edificaciones aporticos, disminuyen favorablemente cuando aumentan los niveles de sótano en la edificación.

(Pacheco y Pari, 2022), realizaron su investigación en la Ciudad de Lima. Los autores se plantearon como objetivo desarrolla un sistema de drenaje con capacidad de captación y drenaje de agua infiltrada en un terreno de fundición. La metodología empleada fue con enfoque cuantitativo porque obtuvo información de los valores de los caudales, con nivel de investigación descriptiva. La población estuvo compuesta de una carretera de 36 kilómetros, siendo la muestra de kilometro 6mil a 7mil, mediante el instrumento de guías y normas técnicas. Se obtuvieron los siguientes resultados para los caudales superficiales por cada 200 metros de tramo, el área de recubrimiento fue de 0.0014 km^2 , con un tiempo de retorno de 30 años, con una vida útil de drenaje de 15 años y riesgo de 40%. Finalmente, el autor concluye que al analizar el MacDrain 2L, tiene buena propiedades hidráulicas y mecánicas con relación a las condiciones de la zona y que el sistema de drenaje cumple satisfactoriamente la filtración, la captación y la conducción correcta de agua hasta la fuente del centro poblado.

(Copara, 2021), realizó su investigación en la Ciudad de Moquegua – Perú. la autora tuvo como objetivo determinar una propuesta de cimentación para una

edificación con una alta densidad, con capacidad de generar una menor consolidación del suelo. La metodología empleada referente al tipo de investigación fue cuantitativa con nivel descriptivo, con diseño no experimental. La población de su investigación estuvo conformada por el área de terreno de dos lotes, siendo la muestra de 434m², donde se realizó las calicatas. Con el instrumento de recolección de datos (formato del perfil estratigráfico), fundamentado en la ASTM 420 y el formato de análisis granulométrico fundamentado en la ASTM D422. Se obtuvo los siguientes resultados: Las propiedades del suelo se encontraron entre los 3.20 a 3.70, según la clasificación SUCS (SP-SC) como un mínimo de 16.3% a un máximo de 30.9%. La platea de cimentación adecuada de asentamiento de 2.22mm. lo que genera una menor consolidación a 1" = 2.53cm en el suelo. Finalmente, el autor concluye que la cimentación como menor consolidación es una platea de asentamiento de 2.22mm. Por otro lado, el autor recomienda para elegir una cimentación se debe considerar el presupuesto, la seguridad y la utilidad requerida para el proyecto.

Geodrén

El geodrén es un geocompuesto que se originó principalmente como una alternativa a los sistemas tradicionales ya existentes de drenaje, esto con la finalidad de brindar un producto con características y capacidades de conducir los flujos fluviales en grandes cantidades que los geotextiles puedan manejar, debido a la dimensión de algún proyecto. (Pavco, 2012, p. 19)

“El geodrén es una red polimérica elaborada para el drenaje, que combina las funciones o características similares a los geotextiles. Son los responsables de canalizar las fluctuaciones del agua, conduciéndolos y evacuándolos a los sistemas de drenaje. Este sistema responde significativamente a la optimización y el cumplimiento de los requerimientos de las obras civiles”. (Geoace, 2022, p. 1)

“El geodrén es un material muy empleado en las obras viales como el drenaje de las carreteras, infraestructuras, estacionamiento de vehículos, campos deportivos, entre otros usos. Las ventajas con innumerables, tanto en lo técnico y constructiva y en lo económico tiene una ventaja de costos inferior a diferencia de otros sistemas de drenajes tradicionales”. (Geofor, 2021, p. 13)

Propiedades hidráulicas

Las propiedades son parámetros esenciales en el diseño y responsables de la elección de un determinado geotextil para ser empleado filtraciones y drenajes. Para estas aplicaciones se debe considerar el cumplimiento de los requerimientos hidráulicos como son la retención, la obstrucción y el rendimiento correcto de la conductividad de los filtros hacia la transmisión de los drenajes, aparte de los otros requisitos que podría existir propias del proyecto. (Cazzuffi et al. 2016, p. 1)

Durabilidad de los geotextiles

La composición no está con resina al 100% polimétrica. Tiene una mezcla de aditivos específicos como los antioxidantes, agentes de procesamiento, rellenos, pigmentos y otros materiales. Los geotextiles tienen su propia formulación con sus aditivos para dar mayor duración de rendimiento diseñado. A su vez, tienen un atractivo estético debido a que son resultado de la ingeniería. Por otro lado, la durabilidad depende de la cantidad de trabajo, tanto en la industria global de los plásticos como el mundo especializado en los geotextiles. (Allen, 2016, p. 1)

Degradación de los geotextiles

Una de las causas son la exposición a la intemperie y a la exposición de UV. Se interpreta por degradación al cambio de las propiedades del polímetro con relación a sus valores de inicio, la resistencia disminuye con relación a la tracción y la elongación, eso pasa gradualmente conforme pasa el tiempo, siendo la radiación UV como el enemigo para los polímetros, la industria actualmente ya implementa formulaciones geosintéticos con capacidad de absorción de la radiación ultravioleta y así hacerlo más duradero. El HALS (Hindered Amine Light Stabilizers), son compuestos químicos, con un alto desempeño que extiende la vida útil de los geosintéticos a lo largo del tiempo. según los ensayos de ASTM D4355 todo geosintético expuesto al ambiente deberá tener como mínimo una resistencia retenida de 90%, después de ser expuesto a 3.000hs. (Coripa, 2022, p. 2)

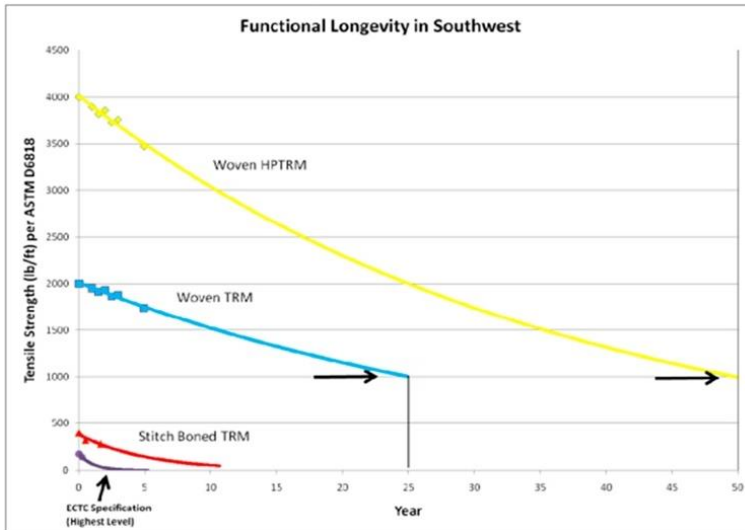


Figura 1. Longevidad funcional entorno al ambiente árido

Aplicaciones del sistema de subdrenaje

Una buena aplicación de los subdrenajes está relacionada con la capacidad de duración que estos tengan a lo largo del tiempo y sobre todo que tengan rentabilidad para las obras. Actualmente existen nuevos desarrollos en torno a los geodrenes tradicionales como el geodrén triplanar que tiene la capacidad de drenaje de hasta cuatro veces más que los sistemas ya conocidos. La aplicación de los subdrenajes en las construcciones de vías o infraestructuras urbanísticas ayuda a evitar la deformación prematura de las estructuras de concreto. (Amanco, 2022c, p. 1)

Los materiales geosintéticos con composición principal de polímeros con capacidad de durabilidad son empleados con mayor frecuencia en los proyectos de infraestructura civil y de transporte. Los autores exponen diferentes materiales geosintéticos detallando los procesos de fabricación y empleabilidad en diferentes infraestructuras de obra. En general las características de los geosintéticos los convierten en materiales óptimos para las construcciones y en la renovación de las obras civiles. (Puppala et al. 2020, p. 2)

Una vez terminada la excavación y haber realizado la construcción del muro perimetral de la edificación, se empieza la instalación del sistema del subdrenaje, iniciando en colocar una capa mínima con 5 centímetros del material de relleno a emplear, sobre el lado inferior externo del muro perimetral, la permeabilidad

permitida es de $K_s \geq 1 \times 10^{-3}$ cm/s y una plasticidad inferior al 7%, el cual pertenece a los agregados como la arena gruesa proveniente de ríos, gravas, etc. Esta mínima capa tiene la tarea de brindar la pendiente del sistema determinada por el diseñador con un mínimo de 1%. Además de ello, impide contacto directo con el geodrén con el suelo de fundición. (Mexichem, 2015, p. 11)

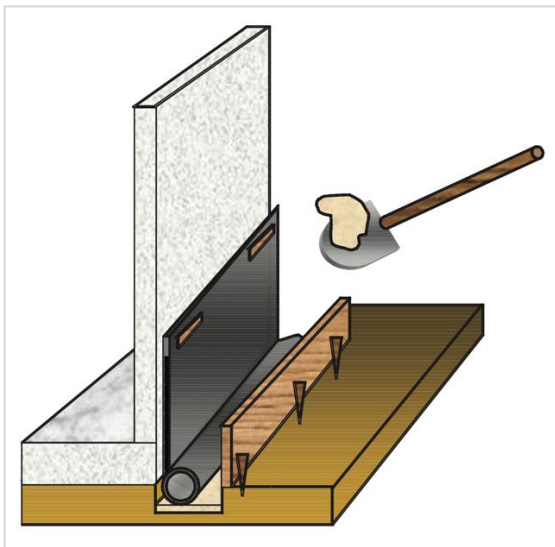


Figura 2. Capa de nivelación y unión del Geodrén Vial al muro

Según el (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2021, p. 9), menciona las consideraciones que se debe tener en cuenta en las instalación de drenajes pluviales para las edificaciones.

- Se debe considerar la inclinación de techo con la finalidad de evacuar de manera rápida las aguas pluviales hacia los componentes del sistema de drenaje. Las pendientes deben estar con un mínimo de 12% en zonas con climas áridos, 30% en zonas donde la lluvia es constante y 45% en zonas con lluvias más constantes. Tomando en cuenta la información brindada por el SENAMHI.
- Se emplear canaletas para los techos y montantes, para que el drenaje pluvial sea conducido a al sistema de la red.
- Los montantes y las canaletas deben estar fijados correctamente en su propia estructura y así evitar futuros desprendimientos por el peso del agua, o los factores climáticos como el viento, entre otros.

- Se debe cumplir con los lineamientos técnicos del drenaje de edificaciones, determinados en la norma técnica A.010
- El responsable de llevar a cabo el proyecto deberá sustentar varias soluciones esto para garantizar la seguridad de las edificaciones en las construcciones y las colindantes y así poner a salvo la población.

Tipos de Geocompuestos

Geodrén Planar

El geodrén planar es uno de los sistemas más aptos para captar y conducir los fluidos pluviales, hacia un destino de un sistema de evacuación. Mayormente este geocompuesto es empleado para sistemas de drenaje en los muros de contención, drenajes de los terraplenes, drenajes de los campos deportivos de diferentes disciplinas. (Pavco, 2012, p. 19)

Tiene una composición de geotextil que no necesariamente son tejidos punzados por agujas, la función vital es de filtrar el agua, retener partículas pequeñas del suelo y así permitir el paso con mayor fluidez los flujos. Por otro lado, la red de drenaje cumple la función de drenar el agua mediante el filtro. (Amanco, 2022, p. 1)

RED DRENANTE (HDPE)				GRADIENTE HIDRAULICO		
PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	VALOR	PRESIÓN	i=0,5	i=0,1
Espesor	ASTM D5199	mm	5,8	10 kPa	0,65	0,21
Resistencia a la compresión	ASTM D1621	kPa	700	50 kPa	0,54	0,17
Resistencia a la tensión	ASTM D4595	kN/m	4,8	100 kPa	0,47	0,15
				200 kPa	0,27	0,09
GEOTEXTIL NO TEJIDO DE FILTRO (PP)				GEOCOMPUESTO		
PROPIEDADES HIDRAULICAS	NORMA	UNIDAD	VALOR	DIMENSIONES DEL ROLLO		
Tamaño de apertura aparente	ASTM D4751	mm (N°. Tamiz)	0,180 (80)	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	
Permitividad	ASTM D4491	s ⁻¹	2,9	50	0,5	
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	46 x 10 ⁹	50	1,0	
Tasa de flujo	ASTM D4491	l/min/m ²	8109	50	2,0	

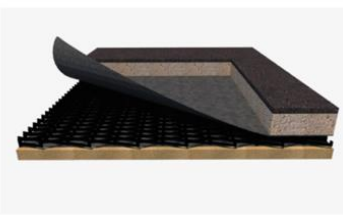


Figura 3. Especificaciones técnicas del geodrén planar

Según el sitio web de Agoredes (2021), el valor agregado del sistema implica un menor tiempo en la ejecución, lo que requiere un menor volumen en excavación para la estructura de pavimentos o cimentaciones, su flexibilidad permite adaptarse a cualquier geometría de la obra. Esto a su vez conlleva a un menor impacto para

el medio ambiente, debido a que se explotara en menor cantidad de materiales petroléos que no so renovables. Es de uso ideal para proyectos de obras de pavimentos o infraestructura con complicad accesibilidad o que se encuentren distantes a la base donde se encuentren los materiales (p. 1).

Geodrén Circular

El geodrén de tipo circular combina las mejores propiedades hidráulicas de los tres elementos que conforman al sistema, como el geotextil que no son tejidos de tipo punzonado por agujas, e geored y la tubería circular con perforación de drenaje, con estos elementos obtiene un sistema prefabricado de drenaje con capacidad de captación y evacuación de alta eficiencia de fluidos, de igual manera que el geodrén planar, este tipo de sistema de drenaje que emplea tuberías, lo utilizan mayormente en los muros de contención, en los rellenos de los sanitarios, en los campos de deporte y en los drenajes de las vías, con la incorporación de la función adicional de evacuación de los fluidos mediante el sistema de tuberías. (Pavco, 2012, p. 19)

GEODRÉN CIRCULAR

Tubería de 65mm/100mm/160mm/200mm

Abril de 2009

El agua es la principal causa de los problemas en la Ingeniería Geotécnica y una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de las obras civiles. El exceso de agua en los suelos afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, incrementa presiones de poros, sobrepresiones de flujo, presiones hidrostáticas y aumenta la susceptibilidad a los cambios volumétricos.

El geodrén con tubería circular es un sistema integral de captación, conducción y evacuación de fluidos que está compuesto por un geodrén planar y tubería corrugada de drenaje. La tubería corrugada de drenaje, al igual que el geodrén planar, es resistente a la corrosión, los agroquímicos, tolera cualquier grado de acidez del suelo y es inmune a los agentes bioquímicos.



Tubería corrugada de drenaje

Geodrén Planar

VENTAJAS

- Fácil manipulación e instalación del producto que se traduce en mayores rendimientos.
- Es flexible y se adapta a la geometría de la obra.
- Menores volúmenes de excavación y relleno; requiere zanjas entre 20 cm a 40 cm de ancho.
- Reemplaza la grava empleada en el dren francés tradicional por arena de río o materiales de base.
- Minimiza el impacto ambiental al reducir la explotación de materiales pétreos no renovables.
- Evita taponamientos cuando el sistema va a estar en contacto con suelos finos como limos o arcillas por las características del prefiltro formado en material de relleno.
- Reemplaza técnicamente al dren francés tradicional y llega a ser hasta un 20% más económico.
- Rigidez de la tubería de 20 psi.

PRESENTACIÓN

Dimensiones del Rollo		
Díametro (mm)	Longitud (m)	Altura (m)
65	50	0,5
	90	1,0
	90	0,5
100	50	1,0
	90	2,0
	90	0,5
160	50	1,0
	35	1,0
200	35	1,0

* Cada rollo incluye una unión.

CAMPOS DE APLICACIÓN

- Campos deportivos
- Suelos con fines agrícolas
- Infraestructura vial
- Muros de contención
- Terraplenes
- Muros de sótanos
- Cementaciones
- Rellenos sanitarios
- Minería

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA TUBERÍA CORRUGADA DE DRENAJE
FÓRMULA DE PRANDTL COLEBROOK

Inclinación (%)	65 mm		100 mm		160 mm		200 mm	
	v (m/s)	Q (l/s)	v (m/s)	Q (l/s)	v (m/s)	Q (l/s)	v (m/s)	Q (l/s)
0.5%	0.28	0.84	0.38	3.05	0.46	8.29	0.53	15.25
1.0%	0.40	1.19	0.55	4.33	0.65	11.74	0.75	21.57
2.0%	0.57	1.68	0.77	6.12	0.92	16.61	1.07	30.52
4.0%	0.80	2.38	1.09	8.67	1.29	23.50	1.51	43.17
6.0%	0.98	2.91	1.34	10.62	1.59	28.78	1.85	52.88
8.0%	1.13	3.36	1.55	12.26	1.83	33.24	2.13	61.07
10.0%	1.27	3.76	1.73	13.71	2.05	37.16	2.38	68.28

Figura 4. Especificaciones técnicas del geodrén circular

Geodrén Lamidrén

Es un geotextil de filtración y retención de partículas de la tierra, con una forma de lámina modular con capacidad de captar y conducir el agua. Este sistema se complementa en la base con el geodrén vial, o también en una tubería pavco

perforada. Adicional a ello, este tipo de lámina tiene la capacidad de proteger el muro de concreto ante la impermeabilización del agua. (Pavco, 2014, p. 1)



Figura 5. Especificaciones técnicas del geodren lamidren

Geodren vial

El geodren vial es un tipo de sistema completamente integrado con capacidad de captar, conducir y evacuar adecuadamente el fluido hidráulico, tiene una composición geotextil sin tejido, el cual tiene una red drenador y tubería de PVC en forma corrugada. El sistema del geodren vial es una opción a los sistemas de dren más tradicionales como a los filtros del dren francés, en el cual la red drenador y la tubería tienen la función básica de drenaje, en tanto que el geotextil inhibe como un agente filtrador, una de las ventajas de este sistema es que tiene una alta resistencia sobre la corrosión y la degradación de agentes contaminantes bioquímicos que pudieran existir en el ambiente donde se encuentre instalado. (Amanco, 2022^a, p. 1)

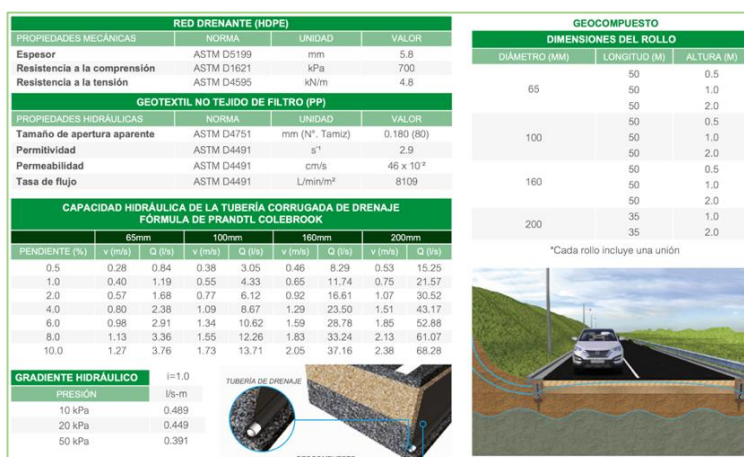


Figura 6. Especificaciones técnicas del geodren vial

Dren francés

El origen del nombre no es del todo claro, existen afirmaciones, que surgió de un agricultor en Massachusetts, quien ideó una zanja con piedras que tenía la capacidad de drenar el agua lejos de su cultivo. Otros autores plantean que el origen proviene de París debido a que en los años 80 ya existía zanjas con sistema de alcantarillado. En dren francés consiste en la construcción de zanjas llenadas de material drenante, con correcta aplicación del compactado, al fondo se disponen las tuberías de drenantes con perforación porosa o de juntas abiertas, después de un relleno localizado de tierras, esto aísla el agua superficial mediante capas impermeables que son sellados en su parte superior. (Construblog, 2014, p. 2)

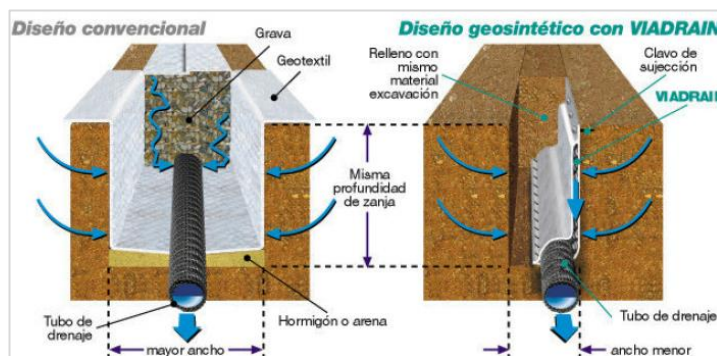


Figura 7. Comparativo dren/geocompuesto

Consideraciones de aplicación del dren francés

- Se debe seleccionar las piedras de canto redondo que permitirán el flujo del agua mediante el agregado y no tenga alguna obstrucción en el dren y así obtener la permeabilidad y el drenaje adecuado.
- Forrar el agregado con geotextil, eso actuara como un mediador de materiales y evitar que la suciedad se mezcle con las rocas drenantes.
- En el mercado existen diferentes variedades de geotextil, siendo el más apropiado es el geotextil no tejido debido a que deja pasar el agua mas no la suciedad.
- Para el diseño considerar las pendientes ya que el requerimiento de energía para moverse ser menor y drenara adecuadamente.
- La instalación del tubo de drenaje incrementara la capacidad de drenaje y mejorar los caudales altos de agua. (Promallas, 2022. p. 2)

Proceso de fabricación

En el proceso de fabricación de un geocompuesto se realiza básicamente mediante el proceso denominado laminación característica de dos capas geotextiles. También, implica producir mallas hechas de polietileno de alta intensidad con geometría de tipo romboidal, el cual se denomina extrusión integral, que se realiza la extrusión de polímero conduciendo con un rodillo de ranuras longitudinales en la cara posterior hacia una matriz consistente. Una vez extruido el plástico, fluye en forma longitudinal mediante las estrías del rodillo de manera que gira el cilindro en sentidos opuestos. (Pavco, 2012, p. 20)

Funciones

A continuación, se detallan algunas de las funciones de los geocompuestos en las estructuras de contención, en las vías, en las infraestructuras urbanas, etc.

- Se puede utilizar para la extracción de agua en los espaldones de muros de retención.
- Tiene aplicaciones como drenaje subyacente a las geomembranas en presas y canales.
- Es eficaz como un sistema de drenaje subterráneo en campos deportivos. Tiene utilidad como sistema de drenaje bajo las bases de edificios.
- También se emplea como sistema de drenaje en carreteras y pistas de aterrizaje.
- Es útil como sistema de drenaje bajo terraplenes. Se aplica en rellenos sanitarios para la evacuación de gases y lixiviados.
- Es adecuado para su uso en sistemas de drenaje en sótanos.
- Se emplea en la gestión de aguas de infiltración en muros de contención como sistema de drenaje.
- También se utiliza como sistema de drenaje en cimentaciones. (Pavco, 2012, p. 20)

Geocompuesto de drenaje

Un geocompuesto de drenaje se crea al combinar geotextiles y geored, aprovechando las características más destacadas de cada material, esta

combinación está diseñada para optimizar la captación y el transporte de fluidos de manera eficiente, la geored es un tipo de geosintético especialmente desarrollado para conducir fluidos, y está fabricado con un material resistente a las condiciones térmicas, químicas y biológicas presentes en el suelo, evitando así posibles daños a la estructura, la geored consiste en un sistema romboidal de tendones sobrepuestos que se conectan entre sí, formando canales altamente drenantes, lo que los hace valiosos en aplicaciones de ingeniería geotécnica, ambiental, hidráulica y de transporte. Por otro lado, el geotextil utilizado en la fabricación de estos geocompuestos es un No Tejido punzonado por agujas, que desempeña la función de filtro al retener el suelo y permitir que el agua pase a través de él para ser luego transportada por la geored (Pavco, 2012, p. 18)

Cimentación

Definición

"La cimentación se define como una carga superficial encargada de transferir las cargas generadas por la estructura hacia las capas más cercanas a la superficie del suelo. Cuando la profundidad de esta cimentación supera el ancho del elemento de cimentación, como en el caso de las zapatas, se clasifica como semiprofunda" (Alonso, 2009, p. 73)

"La cimentación son la base de componentes estructurales y los pilares, de modo que esta base ejerce una presión sobre la superficie de apoyo hasta que el suelo adquiere la capacidad necesaria para resistir sin dificultad la transferencia de las cargas" (Santana, 2013, p. 29)

La función principal de la cimentación es crear las condiciones necesarias para que las cargas generadas por la estructura, ya sea a través de columnas o muros, se transfieran al suelo de manera que se generen tensiones que el terreno pueda soportar de manera segura, evitando asentamientos que puedan afectar otros componentes de la construcción. (Crespo, 2015, p. 259)

Tipos de cimentación

Cimentaciones superficiales o directas

“Son los elementos verticales de las superestructuras que tienen una prolongación hasta el terreno donde se realizará la cimentación, lo que permitirá descansar de manera directa sobre el ensanchamiento de su sección transversal, esto con la finalidad de disminuir el esfuerzo unitario generado por la transmisión del suelo. Como los diferentes tipos de zapatas de construcción”. (Santana, 2013, p. 2)

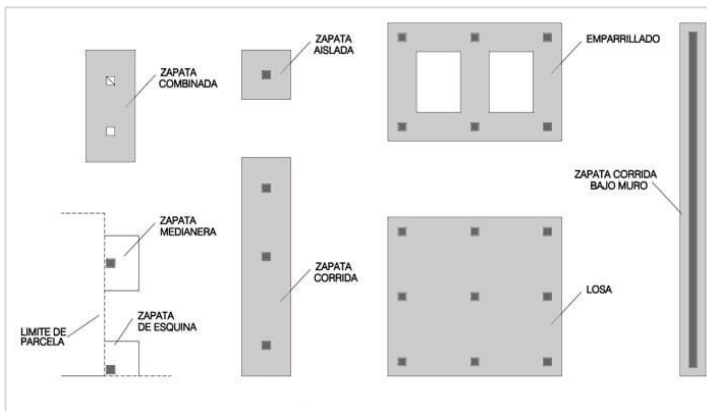


Figura 8. Cimentaciones superficiales o directas

Cimentaciones profundas o Indirectas

"La acción se realiza a través de los componentes intermedios conocidos como pilotes, cilindros y cajones de cimentación, ya que el suelo sólido se encuentra a cierta profundidad" (Santana, 2013, p. 2)

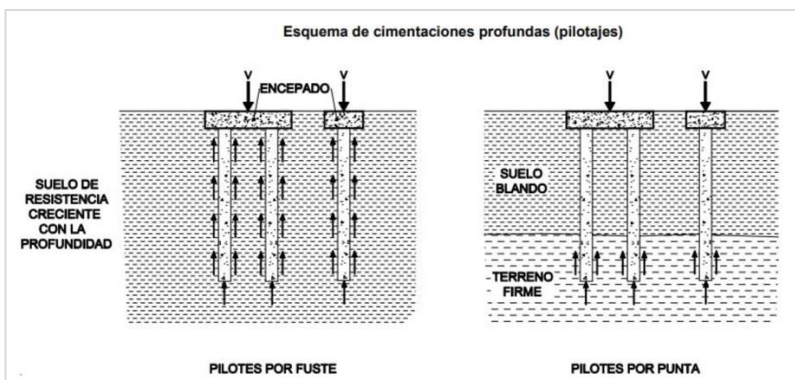


Figura 9. Cimentaciones profundas o Indirectas

Consideraciones para la elección de cimentación

- Evaluar la capacidad de soporte del suelo y su relación con las características de la estructura, considerando la compresibilidad del subsuelo.
- Calcular las cargas que la estructura puede soportar y prever los asentamientos que podrían ocurrir
- Determinar la ubicación de la capa freática.
- Tipo y profundidad de cimentaciones de edificaciones colindantes para evitar aun acontecimiento que pudiera perjudicar el proceso de ejecución de la obra. (Santana, 2013, p. 2)

Estudio de suelos

“Realizar un adecuado análisis del suelo en la ubicación planeada para la construcción es fundamental, ya que proporciona al encargado del proyecto la información esencial para evaluar la cimentación más adecuada en términos de eficiencia y costos. Además, asegura la calidad de la construcción antes de iniciar el proceso de edificación” (Santana, 2013, p. 4)

Capacidad de carga de las cimentaciones

"La carga permisible en las bases de construcción se refiere a la cantidad que se puede utilizar sin ocasionar problemas en las estructuras subyacentes, y también considerando un margen de seguridad establecido en el denominado 'coeficiente de seguridad adoptado'. Esta carga permisible no siempre está relacionada únicamente con las propiedades del terreno; también depende de factores como el diseño de la cimentación, las particularidades de la estructura y el coeficiente de seguridad elegido en cada situación" (Santana, 2013, p. 4)

Capacidad portante o resistente de suelos

“Si bien se sabe que el diseño de cimentación consiste en hallar un elemento que sea capaz de transferir las cargas de las superestructuras al suelo de soporte sin que ocasione alguna falla por el corte, ni los flujos plásticos o el desplazamiento lateral de la parte inferior de la cimentación, ni que realicen asentamientos

exagerados o con dimensiones mayores que lo permitido, por lo que es necesario determinar la capacidad de carga del suelo mediante las sondajes, con la responsabilidad de un especialista en mecánica de suelos” (Santana, 2013, p. 4)

Asentamientos tolerables.

“El asentamiento aceptado es el máximo asentamiento diferencia en dos elementos adyacentes de una estructura, que si ocurriera el caso no tendrá la capacidad de producir algún daño que sea visible ni causar problema alguno” (Santana, 2013, p. 4)

Profundidad de cimentación

En el caso de las cimentaciones superficiales, se deberá garantizar una profundidad mínima de 0.80 metros. En lo que respecta a las construcciones, se requerirá la utilización de muros de albañilería portantes y la cimentación deberá realizarse mediante la construcción de una losa de concreto armado en dos direcciones, la cual deberá contar con un anillo perimetral de concreto armado, manteniendo una profundidad mínima de 0.40 metros. Sin embargo, en el caso de estructuras, se deberán evaluar diversas profundidades de cimentación, tomando en cuenta la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada situación particular (Santana, 2013, p. 4)

Presión admisible

“La presión máxima que la base puede ejercer sobre el suelo sin provocar asentamientos superiores a los límites permitidos es el punto de referencia. Calcular la presión admisible implica considerar los factores siguientes” (Santana, 2013, p. 4)

- Nivel de enterramiento de la base de sustentación.
- Tamaño de las partes que componen la base de apoyo.
- Propiedades físicas y mecánicas del terreno.
- Posición del nivel del agua subterránea.
- Asentamientos tolerables de la estructura.

Etapas del análisis y diseño

Para el proceso de análisis del diseño estructural de las cimentaciones involucra una serie de etapas, a tener en cuenta:

- Calcular la presión efectiva del suelo y determinar las dimensiones de la base de apoyo.
- Estimar la reacción amplificada del suelo.
- Realizar comprobaciones de resistencia al corte y al punzonamiento.
- Calcular la cantidad de refuerzo necesario para resistir fuerzas de flexión.
- Llevar a cabo una inspección de la conexión entre la columna o muro y la base de apoyo. (Santana, 2013, p. 26)

Cómo escoger la cimentación más adecuada.

Para determinar la cimentación más apropiada en función de las propiedades mecánicas del suelo de base, y garantizar que los asentamientos totales, así como las diferencias en niveles, se mantengan dentro de los parámetros permitidos para el tipo de estructura, se pueden emplear los siguientes principios (Crespo, 2015, p. 272)

- Utilizar zapatas aisladas se recomienda en suelos de baja compresibilidad (con un C_c menor a 0.20) y en situaciones en las que se pueda controlar la diferencia en asentamientos entre columnas. Este método es especialmente útil cuando la estructura cuenta con juntas, cierta flexibilidad en su comportamiento, o cuando se requiere mantener asentamientos iguales en todas las columnas.
- En suelos con compresibilidad media (C_c entre 0.2 y 0.4), es aconsejable optar por zapatas continuas rigidizadas con vigas de cimentación para limitar los asentamientos. La elección de unir las zapatas en una o más direcciones dependerá de la magnitud de las cargas aplicadas.
- Cuando las cargas son significativas y las zapatas continuas ocuparían cerca del 50% del área del edificio en planta, resulta más económico y viable utilizar una sola losa de cimentación.
- En suelos con compresibilidad media, alta o muy alta y baja capacidad de carga, se recomienda considerar cimentaciones compensadas, ya que estos

suelos pueden tener un índice de compresión (C_c) que varía desde 0.2 hasta más de 0.4.

- En caso de que la cimentación compensada no sea económicamente viable para soportar las cargas, se puede optar por una compensación parcial y la instalación de pilotes de fricción.
- Para cargas muy elevadas en suelos con baja capacidad de carga, es conveniente utilizar pilotes de punta sostenidos en un estrato resistente en lugar de otros métodos de cimentación. (Crespo, 2015, p. 272)

Resumen de puntos principales.

- "Comúnmente se sostiene la idea de que la solución más rentable implica la mejora del terreno.
- Los enfoques más convencionales y ampliamente empleados para llevar a cabo esta mejora son la compactación y el drenaje.
- El aumento de la capacidad se puede lograr ya sea mediante la optimización del terreno existente o mediante la introducción de suelo artificialmente. Una manera eficaz de incrementar la densidad del suelo es emplear maquinaria de compactación, posiblemente con la ayuda de agua. Las vibraciones resultan especialmente efectivas en la compactación de suelos sin cohesión.
- La compactación reorganiza las partículas del suelo, agrupándolas de forma más compacta y, por lo general, aumentando la relación entre las fuerzas efectivas horizontales y verticales.
- En general, la compactación tiende a mejorar la resistencia del terreno, reducir la permeabilidad y disminuir la compresibilidad del mismo.
- Por otro lado, la precarga, una forma de compactación estática, comprime previamente el suelo debido a la aplicación de carga.
- El drenaje, al eliminar el agua del suelo y reducir las presiones intersticiales, generalmente se presenta como una estrategia económica para mejorar el terreno y disminuir las cargas que afectan a ciertas estructuras de retención. (Lambe y Whitman, 2012, p. 547)

Concreto

El concreto es una sustancia densa que guarda semejanza con la piedra y se obtiene a través de una adecuada combinación de cemento, agregados (piedra y arena). A diferencia de las piedras, el hormigón puede moldearse según las dimensiones requeridas, y para lograr estas dimensiones, se emplean moldes o encofrados. (Ortega, 2014, p. 13)

Tipos de concreto y usos del mismo

En términos generales, la mayoría de las estructuras de construcción se pueden categorizar como "construcciones de concreto macizo", "losas" y "estructuras encofradas". Las estructuras encofradas, como vigas, columnas, muros, arcos y algunas partes de túneles, suelen requerir refuerzo de acero. El espacio para verter el concreto es limitado, y cualquier acabado superficial se realiza una vez retirado el encofrado. En el caso de pavimentos y losas de suelo, una parte sustancial no está encofrada, por lo que es crucial prestar una atención especial al acabado y al proceso de curado tan pronto como se vierte el concreto. En el caso del concreto masivo utilizado en presas, pilares y cimentaciones, aunque una pequeña proporción de su superficie queda expuesta, también es importante controlar las variaciones de temperatura debido al calor generado durante el proceso de hidratación del cemento. (Ortega, 2014, p. 13)

Requisitos que debe cumplir el concreto

El concreto endurecido debe cumplir con requisitos fundamentales, tales como la necesaria resistencia, durabilidad y eficiencia económica. Esto implica que debe poseer la resistencia adecuada según su diseño y especificaciones, así como mantener una uniformidad, impermeabilidad y resistencia frente a condiciones climáticas adversas, uso constante y otros factores dañinos. Además, es importante que no presente excesivas grietas durante el enfriamiento o el secado, y que sea más económico en comparación con otros materiales igualmente resistentes y duraderos. En ciertos casos específicos, el concreto debe exhibir características especiales, como alta resistencia al fuego o a agentes químicos, bajo peso, una superficie excepcionalmente suave o una superficie porosa, requerida por motivos arquitectónicos. En todas estas situaciones, el diseñador debe tener un profundo

entendimiento de la naturaleza del concreto para poder realizar las especificaciones de manera precisa, permitiendo así al inspector garantizar que el proyecto se lleva a cabo conforme a las intenciones iniciales. (Ortega, 2014, p. 14)

Ventajas y Desventajas del Concreto Armado

Ottazzi (2013), La razón por la cual el concreto armado se destaca como uno de los materiales de construcción más ampliamente empleados a nivel global radica en las múltiples ventajas que proporciona. No obstante, como sucede con la mayoría de los materiales de construcción, el concreto también exhibe ciertos inconvenientes (p. 2).

- Es un material ampliamente aceptado, y resulta relativamente sencillo obtener o trasladar los insumos necesarios para su fabricación, como cemento, agregados, agua y refuerzo de acero, incluso en ubicaciones remotas.
- No se requiere un alto grado de destreza para su producción y uso, como se puede apreciar fácilmente en Lima, donde muchas viviendas se han construido a través de la autoconstrucción.
- En comparación con otros materiales, es una opción económica, lo cual es una consideración crucial al seleccionar el material principal para una construcción. La economía depende de los costos de los materiales, la mano de obra y el tiempo necesario para finalizar la obra. Este último aspecto es significativo, ya que el propietario invierte dinero sin obtener un retorno hasta que la construcción esté terminada y se pueda habitar.
- El concreto armado se utiliza en una variedad de estructuras, sin restricciones en términos de tipo o forma estructural, abarcando desde represas, puentes y edificios hasta casas, tanques, silos, tuberías, postes, estructuras subterráneas, túneles, plataformas marinas, obras portuarias, muelles, losas de piso, pistas y veredas, naves industriales, estructuras de contención, reactores nucleares y embarcaciones, entre otros.
- Este material de construcción ofrece una durabilidad destacada y un mantenimiento económico. Las estructuras de concreto requieren menos

mantenimiento en comparación con las estructuras de acero o madera, por ejemplo.

- Las estructuras de un edificio deben resistir los efectos de un incendio mientras se evacúan los ocupantes y se combate el fuego. El concreto demuestra ser resistente al fuego, ya que una estructura de concreto armado estándar puede soportar el fuego durante 1 a 3 horas sin necesidad de medidas especiales de protección, en contraste con las estructuras de acero o madera, que requieren recubrimientos adicionales para lograr una resistencia similar.
- El concreto armado es adecuado tanto para funciones estructurales como arquitectónicas, permitiendo la creación de diversas texturas y acabados. Inicialmente, se moldea en estado plástico, lo que significa que la forma final depende del encofrado y no está limitada, como ocurre con la madera y el acero, por la disponibilidad de secciones estándar en el mercado.
- Además, las estructuras de concreto armado poseen masa y rigidez, lo que las hace menos susceptibles a las vibraciones tanto verticales como laterales."

Principales Desventajas

- El concreto exhibe una resistencia significativamente baja a los esfuerzos de tracción, siendo apenas alrededor del 10% de su resistencia a la compresión. Debido a esta debilidad en tracción, es prácticamente inevitable que surjan grietas o fisuras en las áreas sometidas a tales fuerzas, por lo tanto, se hace necesario incorporar refuerzo de acero para absorber estos esfuerzos y gestionar el fenómeno de agrietamiento.
- Las grietas pueden hacer que el concreto armado sea permeable, lo que a su vez puede acelerar la corrosión de las armaduras en concretos que son poco densos y permeables. Las fisuras, microfisuras y los vacíos en el concreto crean vías que permiten la entrada de agua y otros elementos dañinos, como iones, lo que puede dar lugar a una variedad de problemas relacionados con la durabilidad.
- La construcción de elementos de concreto armado requiere el uso de encofrados mientras el concreto se encuentra en su estado plástico. Estos

encofrados representan un coste significativo en la construcción de estructuras moldeadas en el lugar, y el proceso de encofrado, vertido, desencofrado y apuntalamiento temporal implica el uso de materiales y mano de obra, lo que afecta directamente el coste de la estructura.

- El proceso constructivo puede ser relativamente lento debido a la secuencia de tareas, que incluye encofrar, colocar refuerzos de acero, verter el concreto, esperar a que alcance la resistencia adecuada y luego desencofrar, lo que en su conjunto contribuye a la lentitud del proceso.
- El concreto también experimenta cambios de volumen con el tiempo: que incluyen la contracción por secado, que puede causar fisuras en elementos de concreto armado como vigas, losas y muros, así como deflexiones adicionales. Estas fisuras se producen en elementos donde la retracción se encuentra restringida, es decir, en los que no pueden contraerse libremente. Además, el flujo plástico en el concreto comprimido sometido a cargas sostenidas puede generar cambios significativos con el tiempo en los esfuerzos experimentados por el acero de refuerzo y deflexiones adicionales en vigas y losas, además de las deflexiones instantáneas. (Ottazzi, 2013, p. 3)

Códigos o normas de concreto armado

Generalmente, cada material cuenta con su propio conjunto de códigos (como concreto, acero, madera y albañilería), además, hay un conjunto de normas generales que son aplicables a todos los materiales. En el caso de Perú, estas incluyen la norma E.020 para cargas, la norma E.030 para diseño sismorresistente y la norma E.050 para suelos y cimentaciones. Estas regulaciones se conocen como las normas técnicas de edificación y son parte integral del reglamento nacional de construcciones. (Ottazzi, 2013, p. 8)

El American Concrete Institute (ACI) es una organización sin fines de lucro dedicada a la investigación y educación. Su historia se remonta a 1904, aunque inicialmente operaba bajo otro nombre. Su objetivo principal ha sido proporcionar un espacio para el debate y la discusión de todos los aspectos relacionados con el uso del concreto como material de construcción (Ottazzi, 2013, p. 10)

Código o Norma Peruana

En Perú, el diseño de estructuras de concreto armado está regido por la norma E.060, que forma parte del reglamento nacional de construcciones. Esta norma fue publicada en mayo de 2009 por SENCICO, el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (Ottazzi, 2013, p. 10)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

En relación a este enfoque de investigación aplicada, Valderrama (2015), sostiene que se apoya en la investigación teórica, con el único propósito concreto de emplear las teorías existentes para desarrollar estándares y procedimientos tecnológicos, con el objetivo de regular situaciones o procesos de la realidad. (p.39).

Por ello esta investigación es **aplicada** porque se realizó el ensayo de concreto para cimentación de edificaciones, empleando geodrenes.

3.1.2 Diseño de investigación

“En los diseños experimentales se busca manipular la variable independiente de la investigación para establecer si la presencia de esta variable o tratamiento experimental tiene un efecto o los diferentes niveles de la variable independiente generan diferentes efectos” (Hernández et al. 2014, p.137)

Por ello esta investigación es **experimental**, porque se determinó los efectos de los drenes en la permeabilidad de la cimentación para las edificaciones.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: **Geodrén**

El geodrén es un geocompuesto que se originó principalmente como una alternativa a los sistemas tradicionales ya existentes de drenaje, esto con la finalidad de brindar un producto con características y capacidades de conducir los flujos fluviales en grandes cantidades que los geotextiles puedan manejar, debido a la dimensión de algún proyecto. (Pavco, 2012, p. 19)

Variable Dependiente: **Cimentación**

La cimentación son la base de componentes estructurales y los pilares, de modo que esta base ejerce una presión sobre la superficie de apoyo hasta que el suelo adquiere la capacidad necesaria para resistir sin dificultad la transferencia de las cargas. (Santana, 2013, p. 29)

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Población

La población se define como la totalidad de los casos que cumplen con un conjunto de características específicas. (Hernández et al. 2014, p. 174)

En la presente investigación, la población estuvo compuesta por 6 bloques de concreto, 3 con geodrén vial y 3 dren francés con las siguientes dimensiones: largo (500mm), ancho (250mm) y alto (150mm)

3.3.2 Muestra

Una muestra representa una fracción de la población total y consiste en un conjunto de elementos que forman parte de un grupo claramente definido llamado población. (Hernández et al. 2014, p. 175)

Para el caso de la investigación desarrollada, la muestra fue la misma que la población debido a que fue accesible poder analizarlos.

3.3.3 Muestreo

Para esta investigación no se aplicó el muestreo por tratarse de un ensayo de materiales el cual es no probabilística, y se determinará el geodrén óptimo a causa de los resultados positivos después de los ensayos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hoy en día, en el ámbito de la investigación científica, existen diversas metodologías e instrumentos disponibles para recopilar datos durante la fase

de trabajo de campo de un estudio particular. La elección de las técnicas a emplear depende del método y el enfoque de la investigación en cuestión. (Bernal, 2010, p. 192).

Las **técnicas** aplicadas a la presente investigación fueron: La observación sistematizada y el análisis documental.

Asegurarse de que un instrumento de medición adecuado captura de manera precisa los datos observables que representan los conceptos o variables en cuestión son crucial. (Hernández et al. 2014, p. 199)

La presente investigación para la medición de los indicadores se empleó los siguientes **instrumentos** de medición: Fichas de recolección de datos y manual de ensayo de materiales.

La validez del contenido se relaciona con qué tan bien un instrumento refleja el contenido específico que se está midiendo. (Hernández et al. 2014, p. 201).

La evaluación de la validez del contenido de los instrumentos de recopilación de datos involucró la opinión de tres ingenieros expertos que son especialistas en el área de investigación de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo. Además, se examinaron la coherencia, suficiencia y calidad de redacción de dichos instrumentos, así como su consistencia con el objetivo de la investigación.

Para la validez de los ensayos de resistencia de concreto y ensayos de permeabilidad de drenes, el responsable fue el: Magister M. A. Tejada, del laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería. Que tiene todos sus equipos cuenta con certificación de calibración (LF-B-050-2023), a su vez de estar certificado de calidad ISO 9001. Para el estudio de suelos el responsable estuvo a cargo del Ingeniero V. H. Hervias, del laboratorio de ensayo de materiales LINCOSA S.R.L.

3.5 Procedimientos

Para el procedimiento de ensayos, primero se obtuvo los materiales necesarios y las herramientas que fueron necesarias para la elaboración de las cajas y la preparación de sistemas de drenaje. A continuación, se describe los materiales, herramientas utilizadas y una tabla de procedimientos de ensayos.

Tabla 1. Procedimiento de ensayos

PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS				
Paso 01	Paso 02	Paso 03	Paso 04	Paso 05
Obtención de herramientas necesarias para el ensayo de muestras.	Obtención de materiales necesarios para los ensayos.	Obtención de concreto y drenes: geodrén vial y dren francés.	Realizar el diseño de las cajas contenedoras del concreto, confitillo, drenes y tierra.	Realizar el ensamblado de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 01: Herramientas

- Atornillador
- Juego de brocas de madera
- Sacabocado de 50mm
- Llave francesa
- Desarmadores

Paso 02: Materiales

- 3 planchas de triplay fenólico de 18mm 250 und. Tornillos spack 1.1/2"
- 1 Bolsa de cola sintética
- 24 und. Pernos 2"
- 48 und. Arandelas neoprene 48 und. Tuercas
- 6 und. Placas de polipropileno 2 und. Anillo de cera

- 1 und. Tubo de 1"
- 2 und. Tubo de 3/4"
- 2 und. Tubo de 1/2"
- 10 und. Codos de 1/2"
- 2 und. Codos de 3/4"
- 3 und. Codos de 1"
- 4 und. Tee 1/2"
- 4 und. Tee 3/4"
- 6 und. Reducción de 3/4" a 1/2"
- 12 und. Tapón de 1/2"
- 8 und. Válvula esférica PVC de 3/4" 4 und. Válvula universal de 3/4"
- 1 und. Válvula de pie 1"
- 2 und. Válvula universal de 1"
- 1 und. Electronivel
- 1 und. Bomba de agua periférica
- 1 und. Pegamento oatey
- 1 und. Formador de empaquetadura

Paso 03: Concrelito y geodrenes

- El concrelito se obtuvo de Sodimac, la cantidad de 9 bolsas de 40kg. cada uno.
- Los drenes se obtuvieron de una obra de tratamiento de aguas residuales, 2 metros de cada (geodrén vial y dren francés) con dimensiones de 1m de ancho por 2m de largo.

Paso 04: Diseño de las cajas contenedoras de las muestras

- El diseño de las cajas contendoras de las muestras se realizó en AutoCAD y Sketch Up

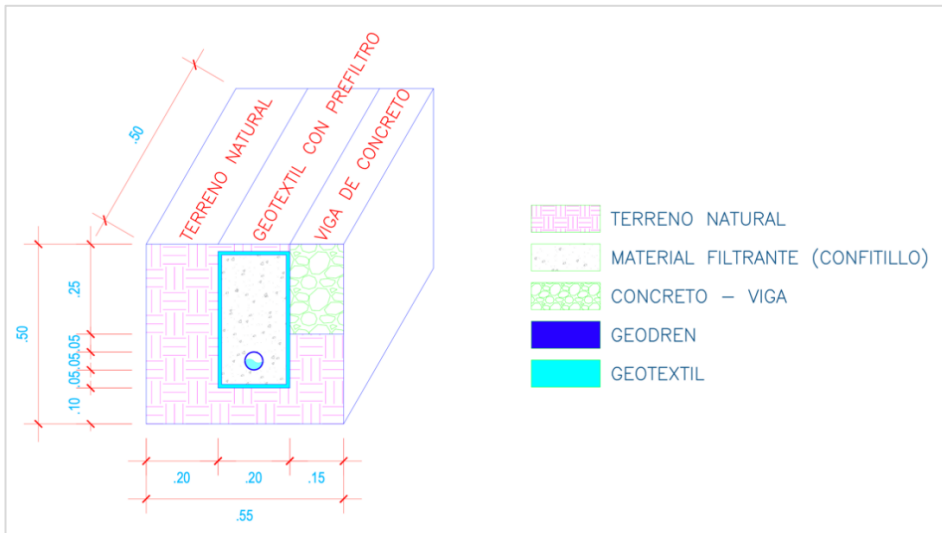


Figura 10. Diseño de muestra de dren francés (AutoCAD)

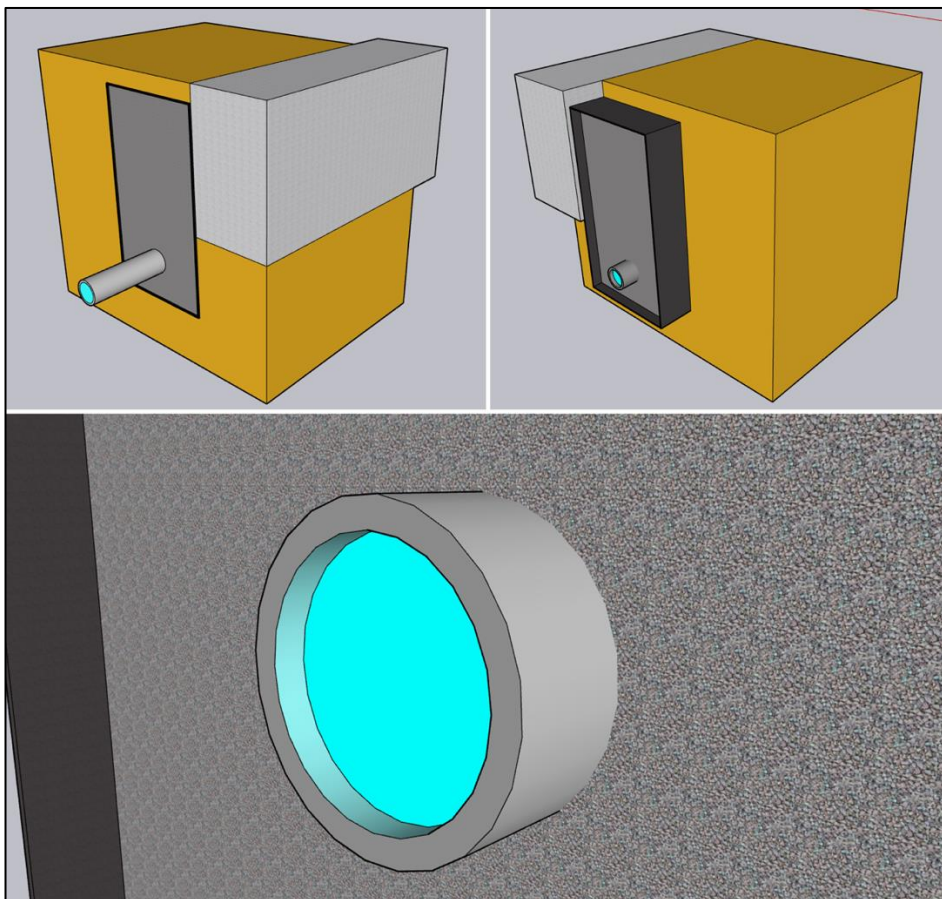


Figura 11. Diseño de muestra de dren francés (Sketch Up)

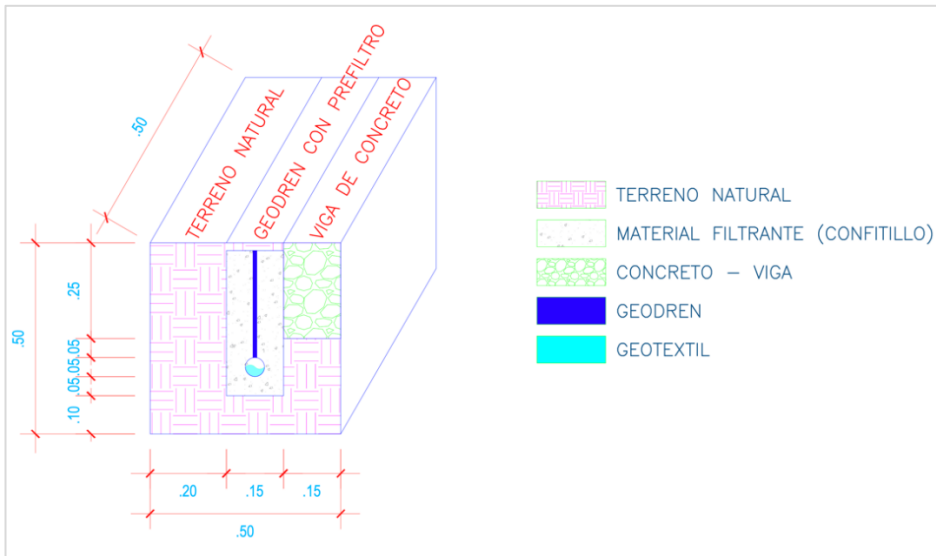


Figura 12. Diseño de muestra de geodrén vial (AutoCAD)

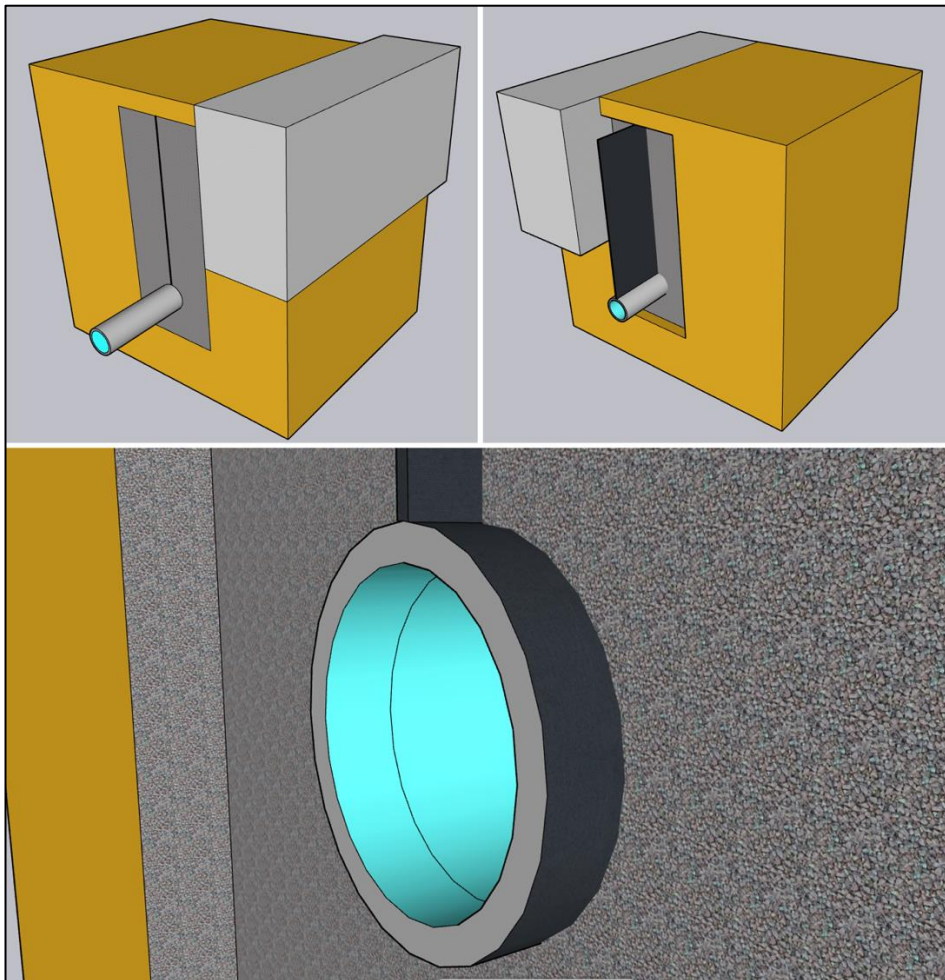


Figura 13. Diseño de muestra de geodrén vial (Sketch Up)

Paso 05: Ensamblado

- Una vez la caja contenedora lista, se procedió con el llenado de concreto, que fue como muestra de cimentación, con una separación de placa de policarbonato, al tercer día se sacó, para luego proceder con la instalación de los geodrenes con el confitillo (piedras chancadas), que son los filtrantes y finalmente el llenado de tierra que hizo la simulación al terreno del área de estudio.

3.6 Método de análisis de datos

Para el método de análisis de datos, después de los 30 días, desde el día de los ensayos se realizó el desmontado de las cajas de las muestras y se analizó la permeabilidad sobre el concreto, además de ellos también se realizó la resistencia a la compresión del concreto para determinar su resistencia.

3.7 Aspectos éticos

El investigador se compromete a mantener la precisión de los resultados, la integridad de los datos derivados de las labores de laboratorio, y la confidencialidad de la identidad de los sujetos que colaboran en el estudio. Afirmamos que toda la información registrada en este estudio está correctamente citada y referenciada

IV. RESULTADOS

4.1 Zona de estudio



Figura 144. Distrito de cerro azul, Provincia de cañete, Departamento de Lima



Figura 155. Ubicación de terreno de estudio

4.1.1 Excavación de Calicatas

El propósito de la excavación era la identificación de los distintos estratos de suelo y su composición, lo cual motivó la realización de tres excavaciones manuales al aire libre, conocidas como calicatas, con profundidades variables

Para cada una de las calicatas, se llevaron a cabo registros de excavación siguiendo las pautas establecidas en las normas ASTM D-2488. Las muestras perturbadas obtenidas de las calicatas se designaron como C-1, C-2 y C-3, y se transportaron al laboratorio en bolsas de polietileno para llevar a cabo los ensayos necesarios.

Tabla 2. Descripción de excavación de calicatas

Descripción de excavación de calicatas			
Calicatas	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Nº de Muestras Alteradas
C - 1	2.20	1.90	1
C - 2	2.20	1.70	1
C - 3	2.20	1.90	1

Fuente. Elaboración propia.

4.1.2 Ensayo de densidad in situ

A través de la tabla que se presenta a continuación, se exhiben los experimentos efectuados para calcular la densidad del suelo en la región de investigación, específicamente para los cimientos de las futuras construcciones. La tabla proporciona detalles sobre la densidad en condiciones húmedas, densidad en condiciones secas y el contenido de humedad correspondiente

Tabla 3. Resultados de ensayo de densidad de campo

Resultados de ensayo de densidad de campo						
Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	C.H. (%)	Densidad Húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (gr/cm ³)
C - 1	M-1	2.20	SP	5.4	1.725	1.636
C - 3	M-3	2.20	SP	5.2	1.715	1.630

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Ensayos estándar

La finalidad de este ensayo fue para determinar las características físico-mecánico y químicos de los materiales obtenidos del campo, basados en las normas: NTP y ASTM.

Límite plástico e índice de plasticidad NTP 339.129 (99)

Análisis mecánico por tamizado NTP 339.128 (99)

Contenido de humedad natural NTP 339.127 (98)

Clasificación AASHTO, NTP 339.134 (99)

Clasificación SUCS NTP 339.135 (99)

Límite líquido NTP 339.129 (99)

Tabla 4

Resultados de los ensayos estándar de clasificación de suelos

Resultados de los ensayos estándar de clasificación de suelos										
Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	Granulometría (%)			Límites (%)			C.H. (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L	L.P.	I.P.		
C-1	M-1	0.00 – 2.20	0.0	95.5	4.5	N.P.	N.P.	N.P.	25.2	SP
C-2	M-1	0.00 – 2.20	0.0	95.8	4.2	N.P.	N.P.	N.P.	22.9	SP
C-3	M-1	0.00 – 2.20	0.0	95.1	4.9	N.P.	N.P.	N.P.	22.5	SP

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Ensayos químicos

Se llevaron a cabo pruebas químicas con el propósito de evaluar la susceptibilidad del suelo a la construcción, abarcando análisis de parámetros como el pH, la presencia de sulfatos, cloruros y las sales totales. Los resultados detallados de estos ensayos químicos aplicados a las calicatas bajo investigación se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 5. Resultados de los ensayos químicos

Resultados de los ensayos químicos						
Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	pH	SST ppm	Cloruros ppm	Sulfatos ppm
C-1	M – 1	0.00 – 2.20	7.33	1263	197	152
C-2	M – 1	0.00 – 2.20	7.41	1342	201	178
C-3	M – 1	0.00 – 2.20	7.37	1287	185	163

Fuente: Elaboración propia

A partir de los hallazgos obtenidos en los análisis químicos detallados en la tabla precedente, se exhibe a continuación una tabla que especifica los límites admisibles en términos de concentraciones expresadas en partes por millón (p.p.m) de sulfatos, cloruros y sales solubles totales. Además, se incluye información sobre el nivel de deterioro y las observaciones referentes a la corrosión de las armaduras y del concreto. En esta sección, también se brindan las directrices necesarias para salvaguardar la integridad de la cimentación ante la exposición a agentes químicos corrosivos.

Tabla 6. Límites permisibles de los ensayos químicos

Límites permisibles de los ensayos químicos (Comité ACI 318 - 83)			
Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
Sulfatos	0-1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000-2000	Moderado	
	2000-20 000	Severo	
	>20 000	Muy Severo	
Cloruros	>6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
Sales Soluble totales	>15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los **sulfatos** solubles en el suelo, las regulaciones del Reglamento Nacional de Construcción establecen tolerancias permisibles. Según los resultados obtenidos, se concluye que no se requiere la utilización de un tipo especial de cemento en la cimentación de la estructura.

Los **cloruros** pueden causar corrosión en estructuras metálicas y en el refuerzo de acero del concreto. Los valores máximos de referencia se encuentran en la Norma

técnica de Edificación E-60. Los resultados indican que los niveles son bajos, por lo tanto, no es necesario aplicar medidas de protección contra los cloruros en la cimentación.

En lo que respecta a las **sales solubles** totales, no existe una normativa de suelos que establezca valores máximos permitidos. Sin embargo, se recomienda tomar precauciones adecuadas para asegurar que las concentraciones no dañen el concreto. Los resultados obtenidos indican que los niveles de sales son insignificantes.

4.2 Perfil estratigráfico

La zonad entre las perforaciones C-1 y C-3 exhibe una topografía plana y contiene un estrato de material de área mal graduada (SP) sin grava. Este estrato presenta un color gris, una ligera humedad, carece de plasticidad y tiene una consistencia medianamente compacta. No se detecta presencia de materia orgánica ni se percibe olor alguno. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 1.9 metros en las calicatas C-1 y C-3, y a una profundidad de 1.7 metros en la calicata C-2

4.3 Análisis de cimentación de suelo

A continuación, se describe el análisis de cimentación, desarrollados en base a los resultados obtenidos de los ensayos y la evolución geotécnica.

4.3.1 Profundidad de cimentación

Con base en el análisis de los suelos descubiertos en las investigaciones de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, junto con las dimensiones previstas para las estructuras y las cargas estimadas, se determinó que una profundidad de cimentación de 1.5 metros sería óptima. Esto se hizo con el propósito de asegurar un soporte adecuado y una contención efectiva en terrenos arenosos para las estructuras proyectadas.

4.3.2 Determinación de los parámetros de resistencia

Se llevaron a cabo ensayos de corte directo para establecer los valores de resistencia del material y su capacidad admisible, lo que involucró la determinación de los parámetros como el ángulo de fricción interna (ϕ) y la cohesión (c).

La **capacidad portante admisible** (de diseño) en suelos es definida por la siguiente ecuación.

$$\text{Ec. 1: } q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

F_s : Factor de seguridad = 3.0

q_u : Capacidad aportante última

Para determinar la capacidad de carga se analizó empleando la fórmula general que inicialmente propuesta por Terzaghi (1943) y posteriormente modificada por Meyerhof (1951).

$$q_u = c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

Donde:

q_u = Capacidad última de carga

q_{ad} = Capacidad admisible de carga

F_s = Factor de seguridad = 3

γ = Peso unitario del suelo.

B = Ancho de la cimentación.

D_f = Profundidad de cimentación.

N_c, N_γ, N_q = Parámetros de capacidad portante en función de ϕ S_c, S_γ, S_q = factores de forma de la cimentación.

d_c, d_γ, d_q = Factores de profundidad de la cimentación.

i_c, i_γ, i_q = Factores de inclinación de carga.

Los valores utilizados en los cálculos para diseñar la base de la estructura planificada se derivaron de los resultados obtenidos en pruebas de corte directo realizadas en la matriz del material granular, ajustándolos según las condiciones de humedad y densidad en el lugar. Los datos disponibles son los siguientes:

Peso volumétrico seco encima del nivel de desplante (γ_1) = 1.618 g/cm³

Peso volumétrico seco debajo del nivel de desplante (γ_2) = 1.618 g/cm³

Ángulo de fricción interna (ϕ°) = 30.2°

Cohesión (c) = 0.0 kg/cm²

Factores de carga adimensionales:

$$N_c = 32.87$$

$$N_q = 19.83$$

$$N_\gamma = 16.79$$

Factores de forma:

$$S_c = 1.07$$

$$S_q = 1.03$$

$$S_\gamma = 1.03$$

Factores de profundidad:

$$d_c = 1.11$$

$$d_q = 1.06$$

$$d_\gamma = 1.06$$

Factores de inclinación

$$i_c = 1.00$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_\gamma = 1.00$$

Factor de seguridad

$$(F_s) = 3$$

Finalmente, para las zapatas cuadradas de cimentación la capacidad portante admisible será la siguiente:

$$Q_{ad} = 1.27 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo del asentamiento inmediato**

Se utilizó la teoría de la elasticidad para estimar el asentamiento elástico de la cimentación superficial.

$$S_e = q_o * B * (1 - \mu_s) * I_f / E_s$$

Donde:

E_s (ton/m²) = Módulo de elasticidad del suelo

q (ton/m²) = Presión de trabajo

I_f (cm/m) = Factor de forma

B (m)	= Ancho de la cimentación
S _e	= Asentamiento en cm
μ _s	= Relación de Poisson

Remplazando los valores se tiene lo siguiente para las zapatas cuadrada.

$$S_e = 0.64 \text{ cm}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a una pulgada (2,4 cm), según Terzaghi y Peck (1967).

- **Estabilidad de la cimentación**

De lo expuesto, se puede deducir que el subsuelo en el área en cuestión es propicio para la construcción de una cimentación superficial debido a su adecuada profundidad de desplante. Esto significa que es más económico utilizar un cimiento corrido con sobrecimientos y zapatas aisladas para las estructuras planificadas, ya que el suelo consiste en arena pobremente graduada con finos no plásticos en estado semi-compacto, lo que permite asumir posibles asentamientos diferenciales y garantiza una base sólida para la construcción, de esta manera el responsable del proyecto estructural puede optar por una platea de cimentación.

4.4 Sismicidad del área de estudio

En el territorio de Perú se han delimitado cuatro regiones sísmicas, cada una con particularidades relacionadas con la frecuencia de los terremotos. Conforme a las pautas de zonificación sísmica establecidas en la Norma de Sismo-Resistente E-030 del (Reglamento Nacional de Edificaciones 2016, p. 2), se ha determinado que la ciudad de Lima está ubicada en la región 4, lo que indica un riesgo elevado de actividad sísmica.

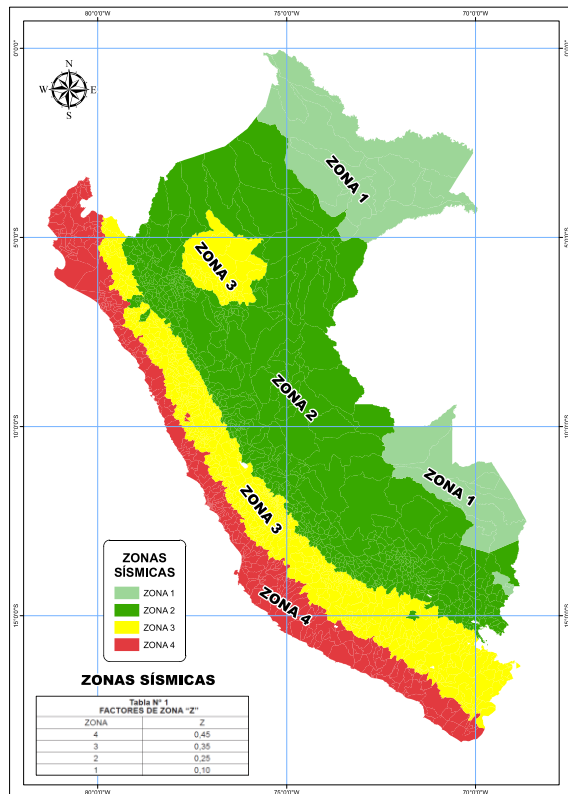


Figura 166. Mapa de zonificación sísmica del Perú

Factor de zona: $Z = 0.45 g$

Perfil del suelo tipo $T = S_2$

Período predominante $T_p = 0.6 s$

Factor de amplificación $S = 1.2$

4.5 Condiciones de cimentación y parámetros sísmicos

Norma E-050 (acápites N° 2.4.1)

Generalidades: Es necesario considerar los aspectos a tener en cuenta al llevar a cabo la investigación en el campo de la especialización de estructuras relacionadas con la obra mencionada:

condiciones de cimentación:

1. Tipo de cimentación:

- Zapatas armadas aisladas cuadradas o rectangulares, con cimientos corridos.

2. Estrato de apoyo de cimentación:
 - SP (arena pobremente gradada)
3. Profundidad mínima de cimentación:
 - Df: = 1.50 metros desde el nivel del suelo
4. Presión admisible del terreno
 - Para zapata cuadrada: 1.27 kg/cm²
5. Factor de seguridad de corte:
 - Fs = 3.0
6. Asentamiento máximo permisible:
 - Para zapata cuadrada = 0.64 cm
7. Agresividad del suelo:
 - No agresivo
8. Fabricación de concreto con cemento:
 - Portland tipo I.

4.6 Ensayos de resistencia a la compresión de los cimientos de concreto

Para realizar este ensayo se consideró 6 muestras de especímenes cilíndricos de concreto, mediante la máquina de ensayo axial (ELE Internacional) y para la confiabilidad la máquina cuenta con certificación de calibración: LF-B-050-2023.



Figura 177. Prueba de resistencia a la compresión

Tabla 7. Ensayos de resistencia a la compresión de los cimientos de concreto

Resultados de ensayos de resistencia a la compresión de los cimientos de concreto					
Muestras	Fecha de obtención de muestra	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M.1	27/04/2023	04/05/2023	82.0	18280	223
M.2	27/04/2023	04/05/2023	81.2	16478	203
M.3	27/04/2023	04/05/2023	81.9	16836	206
M.4	27/04/2023	04/05/2023	80.0	18156	227
M.5	27/04/2023	04/05/2023	82.4	17866	217
M.6	27/04/2023	04/05/2023	81.7	16481	202

Fuente: Elaboración propia

En la tabla que se muestra los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, se puede notar que la mayoría de las muestras satisfacen el requisito de resistencia a la compresión 210 kg/cm².

4.7 Resultado de ensayo de permeabilidad en drenes

Para este ensayo fue necesario colocar las muestras de concreto con protección de drenaje y suelo, después se realizó la saturación del suelo para analizar la capacidad de barrera del drenaje al finalizar los 30 días. Para la evaluación se realizó la flexión de las muestras, fallando al centro de luz.



Figura 188. Ensayo de permeabilidad tras 30 días

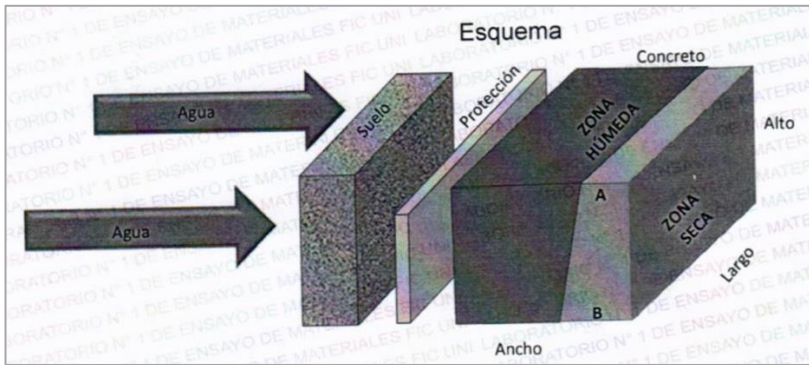


Figura 19. Esquema de permeabilidad de drenes

Tabla 8. Ensayos de permeabilidad en drenes

Ensayos de permeabilidad en drenes						
Dren	Muestras	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	A (mm)	B (mm)
Francés	DF-01	500	149	263	120.7	133.41
	DF-02	500	150	250	37.7	43.4
	DF-03	500	150	250	20.2	39.1
Geodrén vial	GV-01	500	147	264	128.3	198.15
	GV-02	500	150	250	38.0	47.2
	GV-03	500	150	250	11.0	31.2

Fuente: Elaboración propia.

En base al resultado de los ensayos de permeabilidad de las 6 muestras, el geodrén vial tiene una mayor permeabilidad de (128.30 mm, 198.15mm), frente al dren francés de (120.7 mm, 133.41mm).

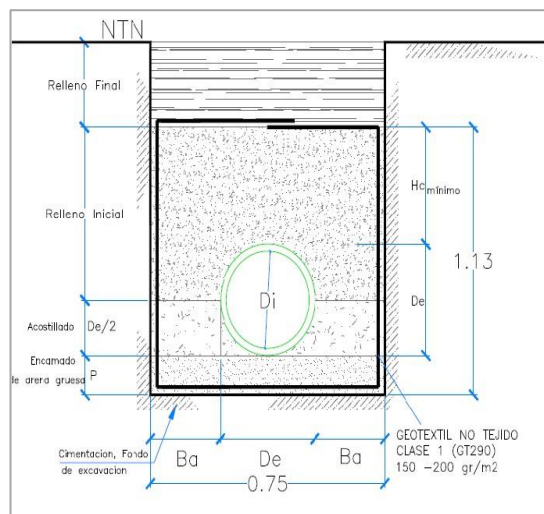


Figura 19. Sección típica de drenaje

V. DISCUSIÓN

Técnicamente el geodrén la principal diferencia con el método tradicional el geodrén es de alta capacidad hidráulica, el geotextil está en contacto con él una capa prefiltros que previene la colmatación. Técnicamente podemos afirmar que con las características dadas se resalta un óptimo funcionamiento del sistema de subdrenaje y mayor vida útil, previniendo el deterioro prematuro de las obras civiles.

Aparte del análisis técnico se realizó una evaluación económica, donde podemos ver que el espesor de la zanja es mucho menor que el tradicional y esto se traduce en menores volúmenes de excavación y relleno, además de ello tiene una fácil manipulación y es por ello que tiene mayor rendimiento en cuanto a la instalación por metro lineal permitiendo que podamos realizar otras actividades en la obra. A su vez representa una alternativa en obras de difícil acceso, pero lo más importante es la del geodrén tiene una mayor duración, y esta garantiza mayor vida útil de la construcción y esto incide en la calidad de vida para los residentes, y un ahorro significativo de hasta un 20% respecto al método tradicional. (ver anexo 4 y 5)

De acuerdo a los resultados de esta investigación se encontró varias investigaciones asociadas a las variables de esta investigación como la aplicación del geodrén y cimentación para edificaciones. Guerrero y Flores (2019), quienes desarrollaron su investigación del uso del geodrén a diferencia de con esta investigación ellos optaron por usar materiales residuales de construcción y de las demoliciones el cual lo usaron como un relleno de agregado. Otro autor Bernilla (2021), quien uso el dren francés para filtrar en agua subterránea en la construcción de un centro policial, el cual tuvo un resultado significativo de permeabilidad, en referente a esta investigación se optó por utilizar el geodrén vial por tener menos permeabilidad que el dren francés en base a los ensayos realizados. Y de esa manera los investigadores encontrados aplicaron el geodrén con diferentes agregados o componentes, para diferentes obras o proyectos de construcción o proyectos viales, el resultado que obtuvieron fue exitosamente favorable en todas las aplicaciones.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general

- Como conclusión general de esta investigación se afirma que la aplicación del geodrén vial, mejora de manera significativa el drenaje de aguas subterráneas, para las cimentaciones de los edificios multifamiliares en Cerro Azul, esto significará la prolongación de la vida útil de las edificaciones de manera eficiente y será más segura para quienes la habitan.

Conclusiones específicas:

- Los ensayos de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm^2 , de las muestras de concreto para las cimentaciones de edificaciones, arrojaron resultados satisfactorios de 227 kg/cm^2 , lo que significa que es apto para aplicar el geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas.
- Los resultados de permeabilidad realizados de las 6 muestras arrojaron un resultado favorable para el geodrén vial con (128.30 mm, 198.15mm), frente al dren francés de (120.7 mm, 133.41mm), lo que significa que es completamente apto para ser empleado en las cimentaciones de los edificios multifamiliares del centro poblado Cerro Azul.
- El análisis de la mecánica de suelos, arrojó, que la carga máxima que el suelo de la base puede soportar en el caso de cimentaciones de zapatas aisladas de forma cuadrada o rectangular es de $Q_{ad} = 1.27 \text{ kg/cm}^2$ y el asentamiento inmediato de $S_e = 0.64 \text{ cm}$. Esto significa se puede aplicar el geodrén en las cimentaciones de los edificios en Cerro, Azul.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las empresas constructoras realicen estudios previos de mecánica de suelos, antes de ejecutar una obra de construcción de una edificación y empleen el uso del geodrén vial geodrén como una alternativa de drenaje de las aguas subterráneas, frente a otros geodrenes, ya que en esta investigación se ha demostrado que el geodrén vial es el más eficiente en el drenaje de aguas.

- Se recomienda realizar la prueba de ensayo de resistencia a la compresión del concreto, para determinar el diseño de mezcla óptimo para ser empleado en las cimentaciones de las edificaciones.

- Se recomienda utilizar el geodrén vial de manera perimetral en la zanja con la finalidad de evitar la migración de finos. La tubería cribada Ø 8" cumplirá la función de captar los flujos y trasladará a la acometida, la zanja será rellena con material granular drenante.

- Se recomienda realizar el estudio de suelos para determinar la carga máxima que el suelo de la base puede soportar la carga de una cimentación, esto con la finalidad de garantizar que la presión de contacto no supere la capacidad de carga admisible del suelo.

REFERENCIAS

- AGROREDES, 2021. *Geodrén Planar PAVCO Especificaciones técnicas* [en línea]. S.I.: Recuperado 26 de abr. 2021. Disponible en: https://grupo-ap.com.ar/wp-content/uploads/2016/12/Geodrén-Planar_Ficha-Técnica.pdf.
- ALFARO, D. y LAPOTE, G., 2018. Problemas de cimentación de obras en laderas debido a deformaciones inducidas por sismos y lluvias. *Research Gate* [en línea], Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gaston-Laporte/publication/326673527_Problemas_de_cimentacion_de_obras_en_laderas_debido_a_deformaciones_inducidas_por_sismos_y_lluvias/links/5b5cd91ba6fdccf0b2fe8d71/Problemas-de-cimentacion-de-obras-en-laderas-debido-a-deformaciones-inducidas-por-sismos-y-lluvias.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19.
- ALLEN, S., 2016. Geotextile durability. *ScienceDirect* [en línea], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100221-6.00009-7>.
- ALONSO, A., 2009. *Guía de cimieentos en obras de carretera* [en línea]. S.I.: Gobierno de España, Ministerio de fomento. Disponible en: https://www.mitma.es/recursos_mfom/0710401.pdf.
- ÁLVAREZ, L. y GUERRA, S., 2021. *Diseño de un sistema de subdrenajes con geodren para controlar el flujo de infiltración en un camino vecinal, Arequipa 2021* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68798>.
- AMANCO, 2022a. Aplicaciones / Sistemas de Subdrenaje. [en línea]. Disponible en: <https://amancowavingeosinteticos.com/sistemas-de-subdrenaje/>.
- AMANCO, 2022b. Geodrén vial. *Amanco wavin* [en línea], Disponible en: <https://amancowavingeosinteticos.com/geodren-vial/>.
- AMANCO, 2022c. Sistema de subdrenaje geodrén planar. *Amanco wavin* [en línea], Disponible en: <https://amancowavingeosinteticos.com/geodren-planar/>.
- ANGULO, C., 2021. *Pasantía realizando el seguimiento y apoyo en las actividades de construcción de la estación de policía del Municipio de Boyacá, Boyacá* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad Santo Tomás. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11634/35033>.

- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. Tercera ed. S.I.: Pearson. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- BERNILLA, S., 2021. *Implementación del sistema de drenaje tipo frances aplicado a la napa freática superficial para el mejoramiento de la infraestructura los servicios policiales de la comisaría PNP Catacaos – Piura 2021* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad Privada Del Norte. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/29470>.
- CARTAGENA, B., 2019. *Estudio de geomembranas nodulares y lisas para la aplicación en la ingeniería civil* [en línea]. S.I.: Proyecto de Investigación, Universidad De Antioquia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10495/13151>.
- CAZZUFFI, D., MANDAGLIO, M. y MORACI, N., 2016. Hydraulic properties, behavior, and testing of geotextiles. *ScienceDirect* [en línea], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100221-6.00008-5>.
- CHEHADE, R., 2023. Parámetros urbanísticos enfrentados. *Urbanistas* [en línea], Disponible en: <http://urbanistas.lat/parametros-urbanos-enfrentados/>.
- CONSTRUBLOG, 2014. Dren francés, ejecución y características. [en línea]. Disponible en: <https://construblogspain.wordpress.com/2014/01/23/dren-frances-ejecucion-y-caracteristicas/>.
- COPARA, S., 2021. *Propuesta de cimentación para edificación de alta densidad, con menor consolidación de suelo en el APV INADE C.P. Los Ángeles de Moquegua, 2019.* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad José Carlos Mariátegui. Disponible en: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1372>.
- CÓRDOVA, M., 2003. *Estadística descriptiva e inferencial* [en línea]. Quinta edi. Lima, Perú: Moshera S.R.L. Disponible en: https://www.academia.edu/45028725/ESTADISTICA_Descriptiva_e_Inferencia.
- CORIPA, 2022. Durabilidad y Resistencia UV de los geosintéticos. *Coripa* [en línea], Disponible en: <https://coripa.com.ar/durabilidad-y-resistencia-uv-de-los-geosinteticos/>.
- CRESPO, C., 2015. *Mecánica de suelos y cimentaciones* [en línea]. Sexta edic. S.I.: Editorial Limusa S.A. ISBN 978-968-186-963-2. Disponible en: <https://www.agapea.com/libros/MECaNICA-DE-SUELOS-Y-CIMENTACIONES->

6-Edicion-9789681869632-i.htm.

- DELBONO, H., 2021. Geosintéticos en la infraestructura vial: Parte 2 – Drenaje. *Revistavial* [en línea], Disponible en: <https://revistavial.com/geosinteticos-en-la-infraestructura-vial-parte-2-drenaje/>.
- GEOACE, 2022. ¿Qué es un Geodren? Aplicaciones y Ventajas. [en línea], Disponible en: <https://www.geoaceperu.com/blog/geodren-aplicaciones-y-ventajas/>.
- GEOFOR, 2021. Geomembrana y geodren. [en línea], Disponible en: https://www.gerfor.com/wp-content/uploads/2021/03/Lista_de_Precios_Geosistemas_2021.pdf.
- GUERRERO, A. y FLORES, M., 2019. *Determinación de la permeabilidad y desgaste de residuos de construcción y demolición para su implementación como material granular en geodrenes con tubería colectora* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad Católica De Colombia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/24281>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta edic. S.I.: MCGRAW-HILL / Interamericana editores S.A. DE C.V. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.Hernandez,FernandezyBaptista-MetodologiaInvestigacionCientifica6taed.pdf>.
- HERRERA, J., 2021. *Métodos constructivos de cimentaciones y estructuras de contención utilizadas para la rehabilitación de la infraestructura del viaducto 13 ubicado en el km 10+325 de la Vía Doble Calzada Las Palmas* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad De Antioquia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10495/21900>.
- JORDÁN, R., RIFFO, L. y PRADO, A., 2017. Desarrollo sostenible, urbanización y desigualdad en América Latina y el Caribe Dinámicas y desafíos para el cambio estructural. *Naciones unidas CEPAL* [en línea], Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/b83172de-d3d6-4e45-a4d7-e5c2adbc9ff0/content>.
- LAMBE, W. y WHITMAN, R., 2012. *Mecánica de suelos* [en línea]. Mexico, DF: Editorial Limusa S.A. ISBN 978-968-18-1894-4. Disponible en: https://www.academia.edu/44624675/Mecánica_de_Suelos_T_William_Lambe

_Robert_V_Whitman.

- MEXICHEM, 2015. *Sub drenaje en edificaciones* [en línea]. Primera ed. Mexico, DF: Mexichem soluciones integrales. Disponible en: https://amancowavingeosinteticos.com/wp-content/uploads/2018/09/Cartilla-Subdrenaje_En_Edificaciones_Pavco.pdf.
- MEYERHOF, G., 1951. *Géotechnique* [en línea]. Vol. 02. S.I.: The Ultimate Bearing Capacity of Foudations. ISBN 0016-8505. Disponible en: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/geot.1951.2.4.301>.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2021. *Modificación de la norma técnica os.060 drenaje pluvial urbano a norma técnica CE.040 drenaje pluvial del reglamento nacional de edificaciones* [en línea]. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366728/CE.040 DRENAJE PLUVIAL_RM 126-2021-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366728/CE.040_DRENAJE_PLUVIAL_RM_126-2021-VIVIENDA.pdf).
- ORTEGA, J., 2014. *Diseño de estructuras de concreto armado* [en línea]. Vol. 1. S.I.: Editorial Macro. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=PwsvDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- OTTAZZI, G., 2013. *Diseño de concreto armado* [en línea]. 2da. Ed. Lima, Perú: s.n. ISBN 978-612-45252-0-9. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/482517784/DISENO-DE-CONCRETO-ARMADO-OTTAZZI-pdf>.
- PABÓN, N., 2019. *Auxiliar de ingeniería en la construcción del intercambiador de Fátima, ubicado en el municipio de Floridablanca, Santander* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad Pontificia Bolivariana. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8472>.
- PACHECO, C. y PARI, R., 2022. *Sistema de subdrenaje utilizando geodrén para captar y conducir el agua en una carretera de la selva peruana* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad De Ricardo Palma. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5904>.
- PAVCO, 2012. *Manual de diseño con geosintéticos* [en línea]. 9. Ed. Bogota, Colombia: s.n. Disponible en: [https://es.scribd.com/document/332102631/Manual-de-Diseno-Con-](https://es.scribd.com/document/332102631/Manual-de-Diseno-Con)

Geosintéticos.

- PAVCO, 2014. Sistemas de drenaje geodrén lamidrén. *Geosistemas pavco* [en línea], Disponible en: <https://es.scribd.com/document/227167641/lamidren>.
- PROMALLAS, 2022. Drén francés: errores comunes y correcto funcionamiento. *CR webs* [en línea]. Disponible en: <https://promallascr.com/dren-frances-errores-comunes-y-correcto-funcionamiento/>.
- PUPPALA, A., BANERJEE, A. y CONGRESS, S., 2020. Geosynthetics in geo-infrastructure applications. *ScienceDirect* [en línea], Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818260-4.00007-7>.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2016. *Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 «Diseño sismorresistente» del reglamento nacional de edificaciones* [en línea]. Lima, Perú: El peruano. Disponible en: <https://www.geogpsperu.com/2016/06/mapa-de-zonificacion-sismica-peligro.html>.
- SALAZAR, R., 2021. Opinión: ¿Qué hacer con el tema de la vivienda en el Perú? El reto que enfrenta el urbanismo en el Perú es enorme y está directamente vinculado con la vivienda. *Diario el comercio Perú* [en línea]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/eldominical/opinion-que-hacer-con-el-tema-de-la-vivienda-en-el-peru-urbanismo-lima-noticia/?ref=ecr>.
- SANTANA, R., 2013. *Cimentaciones superficiales* [en línea]. Primera ed. Huancayo, Lima: International Star Student ISS-PERÚ. ISBN 978-612-00-1322-9. Disponible en: <https://isbn.cloud/9786120013199/cimentaciones-superficiales/>.
- SOLA, L., RODRÍGUEZ, L., LOEZA, C. y CUEVAS, O., 2020. Acciones de diseño en cimentaciones en edificios de concreto reforzado con comportamiento inelástico. *Revista de ingeniería sísmica* [en línea], vol. Vol. 104, no. Scielo, Disponible en: <https://smis.mx/index.php/RIS/article/view/539/566>.
- TERZAGHI, K., 1943. *Theoretical Soil Mechanics* [en línea]. 1 er. Ed. S.I.: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 9780471853053. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470172766>.
- TERZAGHI, K. y PECK, R., 1967. *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica* [en línea]. 2. da. Edi. S.I.: Editorial «EL ATENEO» S.A. ISBN 84-7021-020-3. Disponible en: <https://www.libreriaingeniero.com/2020/05/mecanica-de-suelos->

en-la-ingenieria-practica-karl-terzaghi-ralph-b-peck.html.

- VALDERRAMA, S., 2015. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* [en línea]. Segunda ed. Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>.
- VALERO, J., 2022. *Análisis de Esfuerzos por Sismo en la Cimentación de Edificaciones Aporticadas con Sótano y Sin Sótano* [en línea]. S.I.: Tesis de titulación, Universidad Peruana Los Andes. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4893>.

ANEXOS

ANEXO 1: ENSAYO DE RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE DRENES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : FREDDY ALBERTO MIRANDA SOTELO
 Obra : APLICACION DEL GEODREN PARA EL DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS EN CIMENTACIONES DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES CERRO AZUL - CAÑETE 2017
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 22-2622-1
 Recibo N° : 79134
 Fecha de emisión : 14/12/2022

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 especímenes cilíndricos de concreto.
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE International
 Certificado de Calibración: CMC-028-2022
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2021.
 Procedimiento interno: AT-PR-12.
 4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	M-1	14/11/2022	14/12/2022	82.0	18280	223	Tipo 5
2	M-2	14/11/2022	14/12/2022	81.2	16478	203	Tipo 3
3	M-3	14/11/2022	14/12/2022	81.9	16836	206	Tipo 3

5. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Elaborado por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. A.S.V.
 Digitador : Mag. Ing. M.A.T.

Ing. Oscar Miranda Hospinal
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

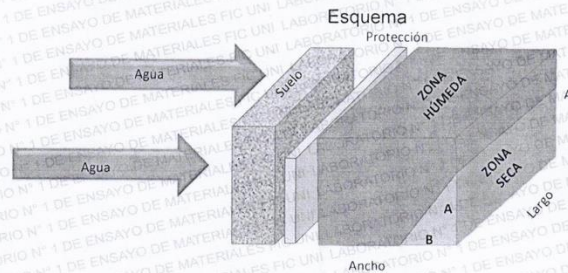
INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : FREDDY ALBERTO MIRANDA SOTELO
Obra : APLICACIÓN DEL GEODREN PARA EL DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS
EN CIMENACIONES DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES CERRO AZUL - CAÑETE
Asunto : Ensayo de Permeabilidad en drenes
Expediente N° : 22-2622-2
Recibo N° : 79134
Fecha de emisión : 14/12/2022

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 especímenes de concreto con protección de Dren Francés y Geodren.
2. DEL EQUIPO : Sistema de bombeo para recircular el agua.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Se colocó muestras de concreto con protección de drenajes y suelo, luego se saturó el suelo para evaluar la capacidad de barrera del drenaje al cabo de 30 días. Para la evaluación se realizó la flexión de las muestras, fallando al centro de la luz.

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	B (mm)
1	DREN FRANCÉS	500	149	263	120.7	133.41
2	GEODREN VIAL	500	147	264	128.3	198.15



5. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Elaborado por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. A.S.V.

Ing. Oscar Miranda Hospital
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : FREDDY ALBERTO MIRANDA SOLEO
Obra : APLICACIÓN DE GEODREN VIAL EN CIMENTACIONES DE ALTO NIVEL
Asunto : FREÁTICO CERRO AZUL - CAÑETE
Expediente N° : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Recibo N° : 23-0782-1
Fecha de emisión : 80407
Fecha de emisión : 07/06/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 03 especímenes cilíndricos de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE International
 Certificado de Calibración: LF-B-050-2023
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034 2021.
 Procedimiento interno: AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
1	M-1	27/04/2023	04/05/2023	80.0	18156	227	Tipo 5
2	M-2	27/04/2023	04/05/2023	82.4	17866	217	Tipo 2
3	M-3	27/04/2023	04/05/2023	81.7	16481	202	Tipo 5

5. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Elaborado por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. J.J.O.
 Digitador : Mag. Ing. M.A.T.



Ing. Oscar Miranda Hospinal
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



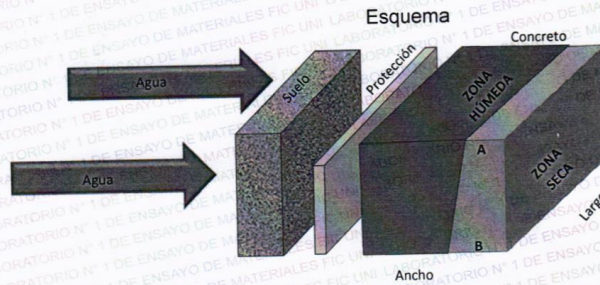
Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : FREDDY ALBERTO MIRANDA SOTELO
Obra : APLICACIÓN DE GEODREN VIAL EN CIMENTACIONES DE ALTO NIVEL
FREÁTICO CERRO AZUL - CAÑETE
Asunto : Ensayo de Permeabilidad en drenes
Expediente N° : 23-0782-2
Recibo N° : 80407
Fecha de emisión : 07/06/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 04 especímenes de concreto con protección de Dren Francés y Geodren.
- 2. DEL EQUIPO** : Sistema de bombeo para recircular el agua.
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : Se colocó muestras de concreto con protección de drenajes y suelo, luego se saturó el suelo para evaluar la capacidad de barrera del drenaje al cabo de 30 días. Para la evaluación se realizó la flexión de las muestras, fallando al centro de la luz.
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	B (mm)
1	DREN FRANCÉS-1	500	150	250	37.7	43.4
2	DREN FRANCÉS-2	500	150	250	20.2	39.1
3	GEODREN VIAL-1	500	150	250	38.0	47.2
4	GEODREN VIAL-2	500	150	250	11.0	31.2



- 5. OBSERVACIONES** : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Elaborado por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. J.J.O.



Ing. Oscar Miranda Hospinal
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Aplicación Del Geodrén Vial Para El Drenaje De Aguas Subterráneas En Cimentaciones De Edificios Multifamiliares, Cerro Azul - Cañete

Autor: Miranda Sotelo Freddy Alberto

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente: GEODRÉN VIAL	Resistencia a la compresión	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Manual de ensayo NTP 339.034 2021
¿De qué manera determinar la aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas mejorará las cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete?	Determinar cómo la aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas mejorará las cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete.	La aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas mejora positivamente las cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete.		Permeabilidad en drenes	Coefficiente de permeabilidad (k)	Manual de ensayo de permeabilidad
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente: CIMENTACIÓN DE EDIFICIOS	la capacidad admisible de suelo	$q_{ad} \frac{q_u}{F_s}$	Hoja de Excel
¿De qué manera determinar la resistencia de la cimentación para aplicar el geodrén vial en el drenaje de las aguas subterráneas en edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete?	Determinar la resistencia de la cimentación para aplicar el geodrén vial en el drenaje de las aguas subterráneas en edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete.	La resistencia de la cimentación es favorable para la aplicación del geodrén vial en el drenaje de las aguas subterráneas en edificios multifamiliares, Cerro Azul – Cañete.		Asentamiento	$S_e = q_o * B * (1 - \mu_s)$	
¿De qué manera determinar la permeabilidad de los geodrenes para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete?	Determinar la permeabilidad de los geodrenes para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete.	La permeabilidad de los geodrenes tiene influencia positiva para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete.				
¿De qué manera determinar la capacidad admisible del suelo para la aplicación de geodrén en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete?	Determinar la capacidad admisible del suelo para la aplicación de geodrén en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete.	La capacidad admisible del suelo es óptima para la aplicación de geodrén en cimentaciones de edificios multifamiliares Cerro Azul – Cañete.				

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: MATRIZ DE OPERANALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERANALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Aplicación Del Geodrén Vial Para El Drenaje De Aguas Subterráneas En Cimentaciones De Edificios Multifamiliares, Cerro Azul - Cañete, 2023

Autor: Miranda Sotelo Freddy Alberto

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
<u>Variable independiente:</u> GEODRÉN VIAL	El geodrén es un geocompuesto que se originó principalmente como una alternativa a los sistemas tradicionales ya existentes de drenaje, esto con la finalidad de brindar un producto con características y capacidades de conducir los flujos fluviales en grandes cantidades que los geotextiles puedan manejar, debido a la dimensión de algún proyecto. (Pavco, 2012, p. 19)	La variable geodrén será medida a través de sus dimensiones: Resistencia a la compresión, esta para determinar el diseño de mezcla correcta y los ensayos de permeabilidad para determinar si la aplicación más adecuada de los drenes.	Resistencia a la compresión	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Razón	Tipo de investigación: Aplicada, explicativa Diseño de investigación: Cuasi-experimental Población de estudio: 6 bloques de concreto con geodrén Muestra: igual que la población debido a que se tiene accesibilidad
			Permeabilidad en drenes	Coefficiente de permeabilidad (k)		
<u>Variable dependiente:</u> CIMENTACIÓN DE EDIFICIOS	“La cimentación son la base de componentes estructurales y los pilares, de modo que esta base ejerce una presión sobre la superficie de apoyo hasta que el suelo adquiere la capacidad necesaria para resistir sin dificultad la transferencia de las cargas” (Santana, 2013, p. 29)	La variable cimentación será medida a través de sus dimensiones: Estudio de suelos, determinación de la capacidad admisible del suelo y el asentamiento, entre otros estudios de suelo, esto para tener el conconiendo sobre que terreno se planea ejecutar la obra.	la capacidad admisible de suelo	$q_{ad} \frac{q_u}{F_s}$	Razón	Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación sistematizada y observación directa Herramientas: Ficha de recolección de datos y manual de ensayo de materiales
			Asentamiento	$S_e = q_o * B * (1 - \mu_s) * I_f / E_s$		

Elaboración propia.

ANEXO: 4 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS GEODRÉN VIAL

Partida	1.00 GEODRÉN VIAL	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por:	Cantidad	254.40	Parcial S/.
Rendimiento	ml/DIA40.0000		Cuadrilla	0.0200	Precio	0.30
Código		Unidad		0.2000	S/.	2.65
	Descripción Recursos		0.1000	0.2000		2.46
	Mano de Obra	hh	1.0000		15.22	5.41
	OPERARIO		1.0000		13.23	
	OFICIAL	hh		1.0500	12.30	154.63
	PEON			0.3000		76.09
		hh		0.3000		9.00
	Materiales			0.3000	147.26	9.00
	GEODRÉN VIAL 100mm x 1m PAVCO	ml			253.64	9.00
	MATERIAL DRENANTE			5.0000	30.00	248.72
	EXCAVACIÓN	m ³				0.27
	ELIMINACIÓN	m ³				0.27
		m ³			5.41	
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				

ANEXO 5: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DREN FRANCÉS

Partida	2.00 DREN FRANCÉS	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por:	Cantidad	315.65	Parcial S/.
Rendimiento			Cuadrilla	0.0400	Precio S/.	0.61
Código	ml/DIA20.0000	Unidad		0.4000		5.29
	Descripción Recursos		0.1000	0.4000	15.22	4.92
	Mano de Obra	hh	1.0000		13.23	10.82
	OPERARIO	hh	1.0000		12.30	
	OFICIAL	hh		3.5000		67.38
	PEON	hh		1.0500		48.91
				0.6000	19.25	152.00
	Materiales	m2		0.6000	46.59	18.00
	GEOTEXTIL NT2500	ml		0.6000	253.33	18.00
	TUBERÍA DE DRENAJE 100mm	m³			30.00	18.00
	MATERIAL DRENANTE	m³		5.0000	30.00	304.29
	EXCAVACIÓN ELIMINACIÓN	m³				0.54
		m³			10.82	0.54
	Equipos	%mo				
	HERRAMIENTAS MANUALES					

ANEXO 6: REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS

CALICATA (C - 1)



LICONSA S.R.L.

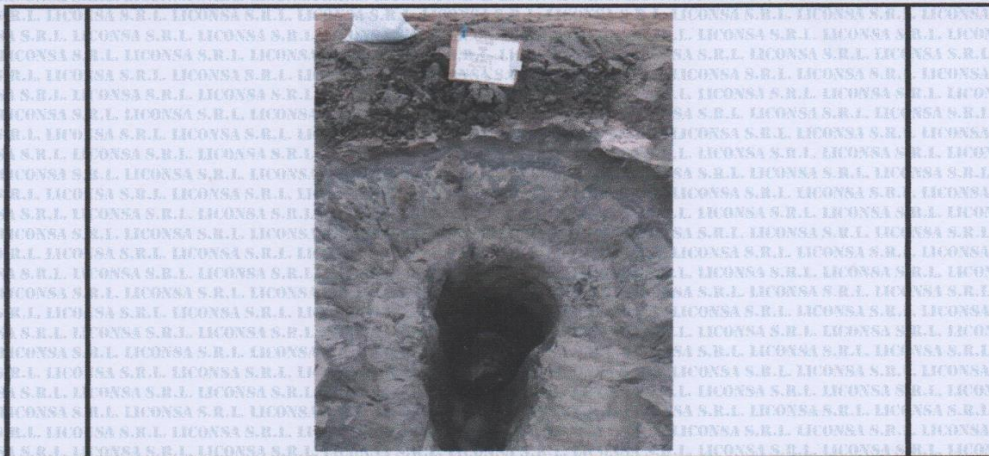
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES - PANAMERICANA SUR Km. 120		
CONSULTOR	LICONSA S.R.L.		
UBICACION	CERRO AZUL - CAÑETE - LIMA		
METODO DE EXCAVACION	Manual	TEC RESPONSABLE	G. Zambrano V.
COORDENADAS		ING. RESPONSABLE	V. Hervias A.
PROGRESIVA	-	LADO	-
CALICATA	C - 1	PROF. (m)	2.20
N. F. (m)	1.90	OPERADOR	Tec. G.Z.V
		FECHA EXCAVACION	Abril del 2019

Prof. (m)	Simbolo	Descripcion del estrato	SUCS	AASHTO
1.90		Arena pobremente graduada, en estado semicompacto, medianamente húmeda, color gris claro, no plástico	SP	A - 1 - a (0)
2.20			N.F.	

Observaciones:



LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C.I.P. 54809

CALICATA (C - 2)



LICONSA S.R.L.

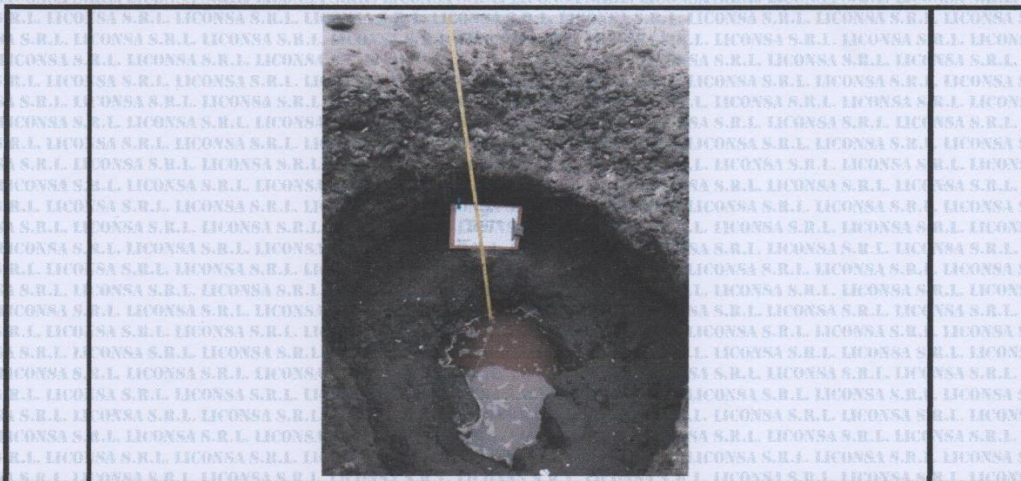
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES - PANAMERICANA SUR Km. 120		
CONSULTOR	LICONSA S.R.L.		
UBICACION	CERRO AZUL - CANETE - LIMA		
METODO DE EXCAVACION	Manual	TEC RESPONSABLE	G. Zambrano V.
COORDENADAS		ING. RESPONSABLE	V. Hervias A.
PROGRESIVA	-	LADO	-
CALICATA	C - 2	PROF. (m)	2.20
N. F. (m)	1.70	OPERADOR	Tec. G.Z.V
		LOCALIZACION	-
		COTA (m.s.n.m.)	-
		FECHA EXCAVACION	Abril del 2019

Prof. (m)	Simbolo	Descripción del estrato	SUCS	AASHTO
1.70		Arena pobremente graduada, en estado semicomacto, medianamente húmeda, color gris claro, no plástico	SP	A - 1 - a (0)
2.20			N.F.	

Observaciones :



LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C.I.P. 54809

CALICATA (C - 3)



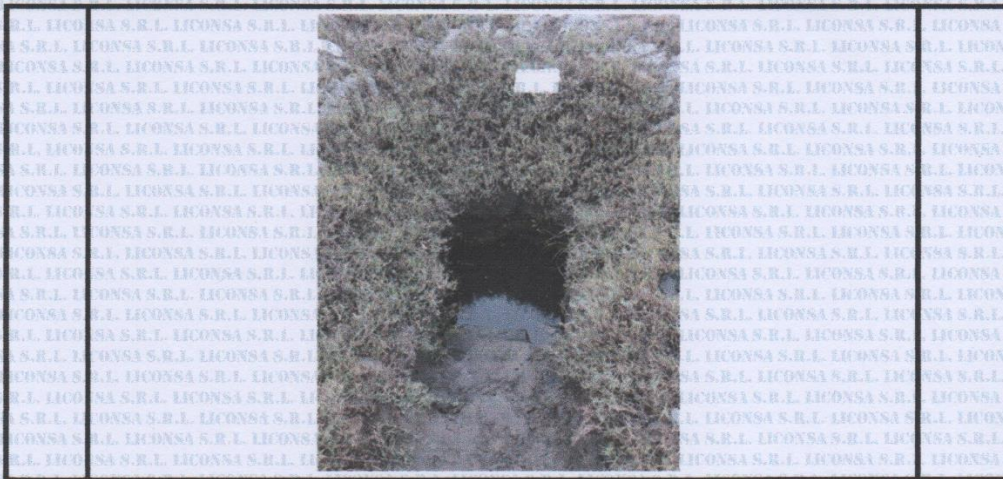
LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES - PANAMERICANA SUR Km. 120		
CONSULTOR	LICONSA S.R.L.		
UBICACION	CERRO AZUL - CANETE - LIMA		
METODO DE EXCAVACION	Manual	TEC RESPONSABLE	G. Zambrano V.
COORDENADAS		ING. RESPONSABLE	V. Hervías A.
PROGRESIVA	-	LADO	-
CALICATA	C - 3	PROF. (m)	2.20
N. F. (m)	1.90	OPERADOR	Tec. G.Z.V
		LOCALIZACION	-
		COTA (m.s.n.m.)	-
		FECHA EXCAVACION	Abril del 2019

Prof. (m)	Símbolo	Descripción del estrato	SUCS	AASHTO
1.90		Arena pobremente graduada, en estado semicompecto, medianamente húmeda, color gris claro, no plástico	SP	A - 1 - a (0)
2.20			N.F.	
Observaciones:		Restos orgánicos en la superficie. Excavación Existente		



LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervías Acosta
C.T.P. 54809

ANEXO: 7 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE CALICATAS

LICONSA S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO ASTM D 422

Cliente :	FREDDY MIRANDA SOTELO	Certificado N°:	201902501001
Obra:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Fecha de Muestrec	28 de abril de 2019
Atención:	SR. FREDDY MIRANDA SOTELO	Fecha de Ensayo:	2 de mayo de 2019
Procedencia:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Clase de Material:	MATERIAL PROPIO
Ubic. De Muestreo:	CALICATA 1 - Prof. 2.20 m.	Hoja:	01 de 01

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones	Descripción de la Muestra
3"	75.000						Peso Inicial 577.7
2 1/2"	62.500						
2"	50.800						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						Limite Liquido N.P.
3/4"	19.000						Limite Plástico N.P.
1/2"	12.500						Índice de Plasticidad N.P.
3/8"	9.500						Clas. SUCS SP
1/4"	6.250						Clas. AASHTO A-3 (0)
Nº4	4.750						Cont. De Humedad 25.2
Nº8	2.360						% de Agregados
Nº10	2.000				100		
Nº16	1.100						% Grava 0.0
Nº20	0.850						% Arena 95.5
Nº30	0.600						% Fino 4.5
Nº40	0.425				100		
Nº50	0.300						
Nº60	0.250	21.1	3.7	3.7	96.3		
Nº80	0.200						
Nº100	0.150	405.2	70.1	73.8	26.2		
Nº140	0.105						
Nº200	0.075	125.2	21.7	95.5	4.5		
< Nº200		26.2	4.5	100			



Observaciones:

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C.I.P. 54809

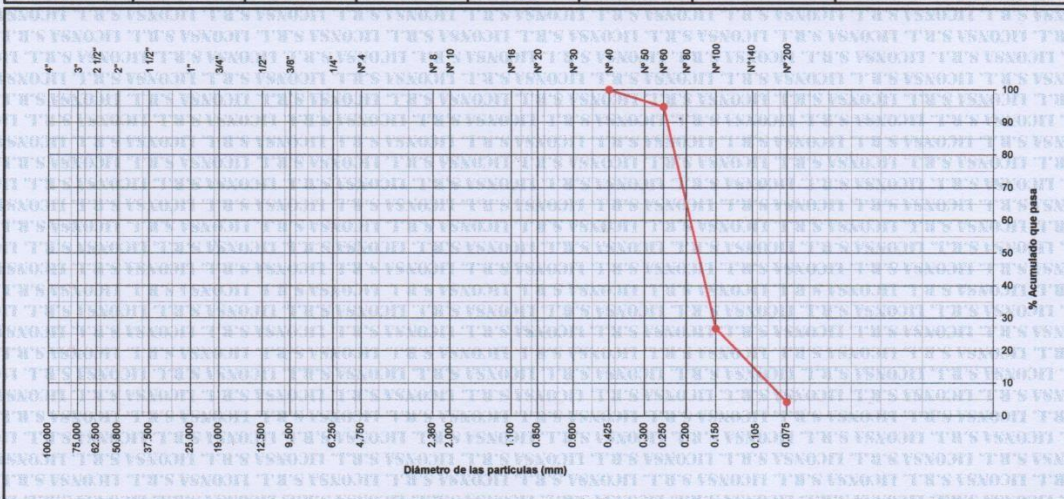
LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO ASTM D 422

Cliente :	FREDDY MIRANDA SOTELO	Certificado N°:	201902501003
Obra:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Fecha de Muestreo:	28 de abril de 2019
Atención:	SR. FREDDY MIRANDA SOTELO	Fecha de Ensayo:	2 de mayo de 2019
Procedencia:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Clase de Material:	MATERIAL PROPIO
Ubic. De Muestreo:	CALICATA 2 - Prof. 2.20 m.	Hoja:	01 de 01

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones	Descripción de la Muestra
3"	75.000						Peso Inicial 515.8
2 1/2"	62.500						
2"	50.800						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						Limite Liquido N.P.
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						Limite Plástico N.P.
3/8"	9.500						Índice de Plasticidad N.P.
1/4"	6.250						Clas. SUCS SP
Nº8	2.360						Clas. AASHTO A-3 (0)
Nº10	2.000						Cont. De Humedad 22.8
Nº16	1.100						
Nº20	0.850						
Nº30	0.600						
Nº40	0.425				100		
Nº50	0.300						% de Agregados
Nº60	0.250	27.3	5.3	5.3	94.7		% Grava 0.0
Nº80	0.200						
Nº100	0.150	350.7	68.0	73.3	26.7		% Arena 95.8
Nº140	0.105						
Nº200	0.075	116.1	22.5	95.8	4.2		% Fino 4.2
< Nº200		21.7	4.2	100			



Observaciones:

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C.I.P. 54809

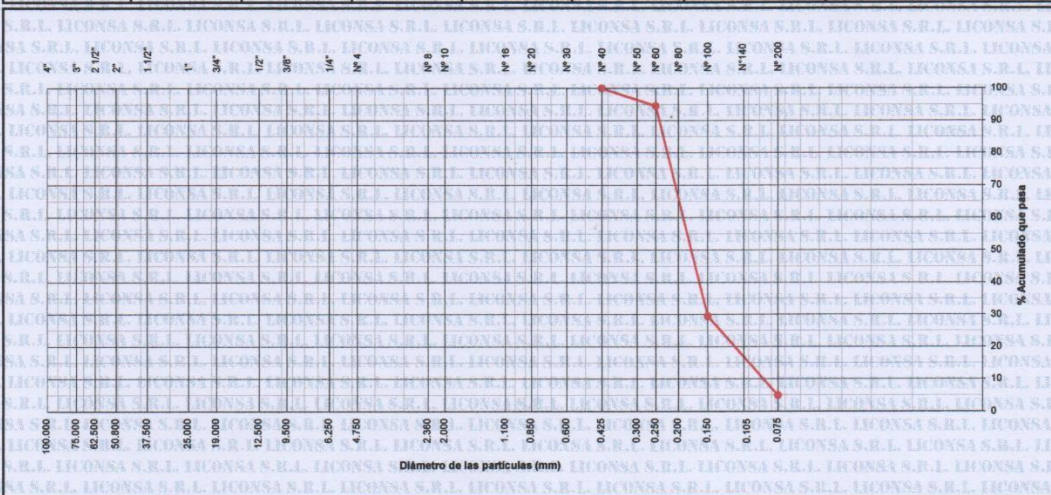
LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO ASTM D 422

Cliente : FREDDY MIRANDA SOTELO	Certificado N°: 201902501005
Obra: VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Fecha de Muestreo: 28 de abril de 2019
Atención: SR. FREDDY MIRANDA SOTELO	Fecha de Ensayo: 2 de mayo de 2019
Procedencia: VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Clase de Material: MATERIAL PROPIO
Ubic. De Muestreo: CALICATA 3 - Prof. 2.20 m.	Hoja: 01 de 01

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones	Descripción de la Muestra
3"	75.000						Peso Inicial 631.6
2 1/2"	62.500						
2"	50.800						
1 1/2"	37.500						Límite Líquido N.P.
1"	25.000						Límite Plástico N.P.
3/4"	19.000						Índice de Plasticidad N.P.
1/2"	12.500						Clas. SUCS SP
3/8"	9.500						Clas. AASHTO A-3 (0)
1/4"	6.250						Cont. De Humedad 24.9
Nº4	4.750						% de Agregados
Nº8	2.360						
Nº10	2.000						% Grava 0.0
Nº16	1.100						% Arena 95.1
Nº20	0.850						% Fino 4.9
Nº30	0.600						
Nº40	0.425				100		
Nº50	0.300						
Nº60	0.250	34.7	5.5	5.5	94.5		
Nº80	0.200						
Nº100	0.150	410.9	65.1	70.6	29.4		
Nº140	0.105						
Nº200	0.075	155.2	24.6	95.1	4.9		
< Nº200		30.8	4.9	100			



Observaciones:

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Cervias Acosta
C.I.P. 54809

ANEXO: 8 LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

LICONSA S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS ASTM D 4318					
Cliente :	FREDDY MIRANDA SOTELO			Certificado N°:	201902501002
Obra:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES			Fecha de Muestreo:	28 de abril de 2019
Atención:	SR. FREDDY MIRANDA SOTELO			Fecha de Ensayo:	2 de mayo de 2019
Procedencia:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES			Clase de Material:	MATERIAL PROPIO
Ubic. De Muestreo:	CALICATA 1 - Prof. 2.20 m.			Hoja:	01 de 01
LIMITE LIQUIDO					
Prueba N°	1°	2°	3°	4°	
Recipiente N°					
N° de golpes					
Recipiente + Suelo Húmedo					
Recipiente + Suelo Seco		N	P		
Peso del Agua (gr)					
Peso de Recipiente					
Peso de Suelo Seco (gr)					
% de Humedad					
LIMITE PLÁSTICO					
Prueba N°	1°	2°	3°	4°	
Recipiente N°					
Recipiente + Suelo Húmedo					
Recipiente + Suelo Seco					
Peso del Agua (gr)		N	P		
Peso de Recipiente					
Peso de Suelo Seco (gr)					
% de Humedad					
HUMEDAD NATURAL					
Recipiente N°	1				
Recipiente + Suelo Húmedo	723.2				
Recipiente + Suelo Seco	577.7				
Peso del Agua (gr)	145.5				
Peso de Recipiente	0.0				
Peso de Suelo Seco (gr)	577.7				
% de Humedad	25.2				
DIAGRAMA DE FLUIDEZ					
				Limite Liquido N.P. Limite Plástico N.P. Índice de Plasticidad N.P. Humedad Natural 25.2	
Observaciones :					

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C.I.P. 54809

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS ASTM D 4318

Cliente :	FREDDY MIRANDA SOTELO	Certificado N°:	201902501004
Obra:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Fecha de Muestreo:	28 de abril de 2019
Atención:	SR. FREDDY MIRANDA SOTELO	Fecha de Ensayo:	2 de mayo de 2019
Procedencia:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLAYA HUESO LOS REYES	Clase de Material:	MATERIAL PROPIO
Ubic. De Muestreo:	CALICATA 2 - Prof. 2.20 m.	Hoja:	01 de 01

LIMITE LIQUIDO

Prueba N°	1°	2°	3°	4°
Recipiente N°				
N° de golpes				
Recipiente + Suelo Húmedo				
Recipiente + Suelo Seco		N	P	
Peso del Agua (gr)				
Peso de Recipiente				
Peso de Suelo Seco (gr)				
% de Humedad				

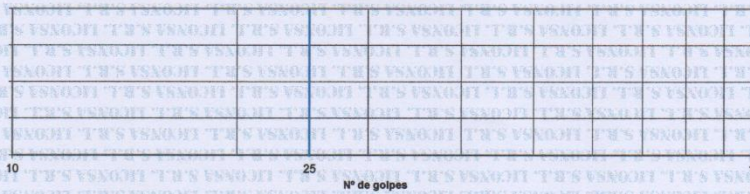
LIMITE PLÁSTICO

Prueba N°	1°	2°	3°	4°
Recipiente N°				
Recipiente + Suelo Húmedo				
Recipiente + Suelo Seco				
Peso del Agua (gr)		N	P	
Peso de Recipiente				
Peso de Suelo Seco (gr)				
% de Humedad				

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N°	1			
Recipiente + Suelo Húmedo	637.1			
Recipiente + Suelo Seco	518.8			
Peso del Agua (gr)	118.3			
Peso de Recipiente	0.0			
Peso de Suelo Seco (gr)	518.8			
% de Humedad	22.8			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Limite Líquido

N.P.

Limite Plástico

N.P.

Índice de Plasticidad

N.P.

Humedad Natural

22.8

Observaciones :

LICONSA S.R.L.

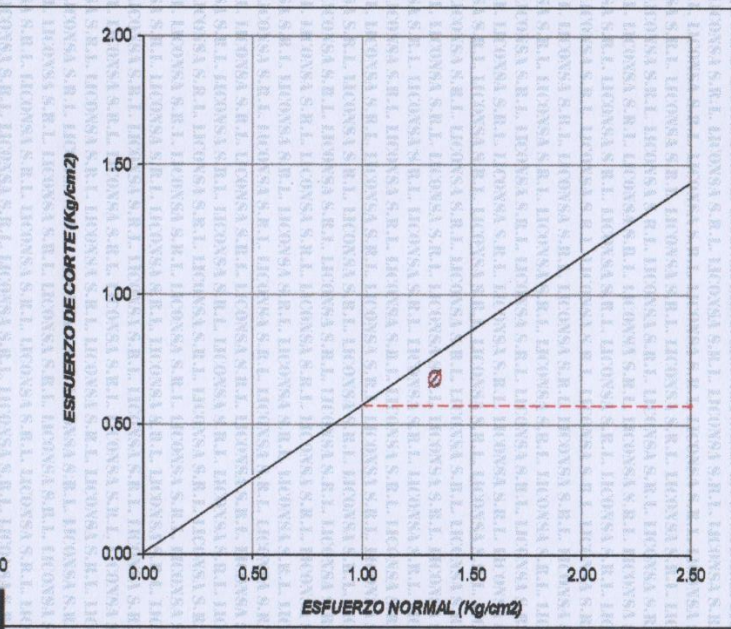
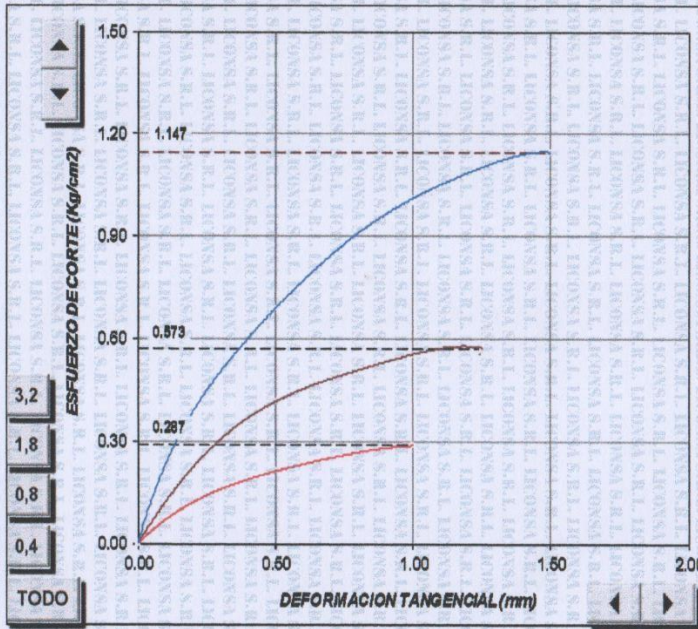
Ing. Victor Hugo Hervías Acosta

C.I.P. 54809

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR			
SOLICITADO : Sr. Freddy Alberto Miranda Sotelo			
UBICACIÓN : Raya Huesos Los Reyes			
MUESTRA : C-01 / M-01	PROF. (m) : 0.00 - 1.90	ING° RESP. : V. HERVASA.	
CONDICIÓN : REMOLDEADA	FECHA : abril-2019	TÉCNICO : G. ZAM. V.	
CLASIF. SUCS : SP	L.L. : --	I.P. : NP	% MENOR QUE MALLA N° 200 : 4.5 %

MUESTRA N°	ÁREA (cm ²)	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (gr/cm ³)	ESFUERZOS (Kg/cm ²)	
				TANGENCIAL	NORMAL
				01	28.23
02	28.23	5.77	1.624	0.573	1.0
03	28.23	5.21	1.626	1.147	2.0



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES NO CONSOLIDADA NO DRENADA.

RESULTADOS DE ENSAYOS			
COHESIÓN (Kg/cm²)	0.00	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	29.8

Ing. Victor Hugo Hervas Acosta
 C.I.P. 54609

LICONSA S.R.L.

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO	: VIVENDA MULTIFAMILIAR	
SOLICITADO	: Sr. Freddy Alberto Miranda Sotelo	REGISTRO N° : 015 - 2019
UBICACIÓN	: Playa Huesos Los Reyes	ING°RESP. : V. HERVIAS A.
MUESTRA	: C-01 / M-01	TÉCNICO : G. ZAM. V.
	PROF. (m) : 0.00 - 1.90	FECHA : abril-2019

CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: REMOLDEADA
ÁREA DE LOS ESPECÍMENES	: 28.23 cm ²
VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES	: 30.77 cm ³

CLASIFICACIÓN SUCS	: SP
LÍMITE LÍQUIDO	: -
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	: NP
% MENOR QUE LA MALLA N° 200	: 4.5 %

N° DE MUESTRA	: 01
CONTENIDO DE HUMEDAD	: 5.4 %
DENSIDAD HÚMEDA	: 1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA	: 1.618 g/cm ³
ESFUERZO NORMAL	: 0.5 kg/cm ²

	: 02
	: 5.8 %
	: 1.718 g/cm ³
	: 1.624 g/cm ³
	: 1.0 kg/cm ²

	: 03
	: 5.2 %
	: 1.711 g/cm ³
	: 1.626 g/cm ³
	: 2.0 kg/cm ²

0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
-	-	-	-	-	-
0.25	0.14	0.25	0.27	0.25	0.45
0.50	0.21	0.50	0.42	0.50	0.89
0.75	0.26	0.75	0.50	0.75	0.88
100	0.29	100	0.55	100	1.01
		125	0.57	125	1.10
		150		150	1.15

0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
-	-	-	-	-	-
0.25	0.14	0.25	0.27	0.25	0.45
0.50	0.21	0.50	0.42	0.50	0.89
0.75	0.26	0.75	0.50	0.75	0.88
100	0.29	100	0.55	100	1.01
		125	0.57	125	1.10
		150		150	1.15

0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
-	-	-	-	-	-
0.25	0.14	0.25	0.27	0.25	0.45
0.50	0.21	0.50	0.42	0.50	0.89
0.75	0.26	0.75	0.50	0.75	0.88
100	0.29	100	0.55	100	1.01
		125	0.57	125	1.10
		150		150	1.15

Ángulo de Fricción

Ø = 29.8°

Cohesión

C = 0.0 kg/cm²

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C I P. 54309

CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE - TEORIA DE MEYERHOF

Datos Generales

C (Cohesion)	=	0.00 Kg/cm ²
φ (Angulo de fricción)	=	29.8 °
γ1 (hasta en NFZ)	=	1.62 tn/m ³
γ2 (apartir del NFZ)	=	1.62 tn/m ³
D (Profund. de cim.)	=	2.00 m
B (menor dimensión)	=	2.00 m
L (mayor dimensión)	=	2.00 m
Factor de Seguridad	=	3.00

Factores de Capacidad de Carga

Nc	=	32.87
Nq	=	19.83
Nγ	=	16.79

Factores de Inclinacion

Datos (Ingresar)	
θ	= 0.0 °

Angulo que forma la carga con la vertical

Carga Admisible

$$Q_u = c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

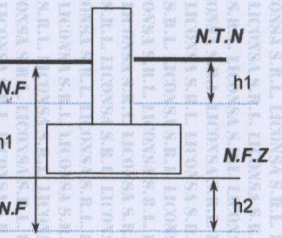
Nivel freatico

h1	=	0.00 m
γ'1	=	0.62 tn/m ³
h2	=	0.00 m
γ'2	=	0.62 tn/m ³

Zapata Cuadrada o Circular

Factores de Forma

Sc	=	1.07
Sq	=	1.03
Sγ	=	1.03



Factores de Profundidad

dc	=	1.11
dq	=	1.06
dγ	=	1.06

Qadm = 1.27 Kg/cm²

LICONSA S.R.L.
Ing. Victor Hugo Heredia Acosta
C.I.P. 54809

ANEXO 10: ESTUDIO GEOTÉCNICO CON FINES DE CIMENTACIÓN

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ESTUDIO GEOTÉCNICO CON FINES DE CIMENTACIÓN

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El Sr. Freddy Alberto Miranda Sotelo solicita realizar un estudio Geotécnico con fines de Cimentación.

El presente Informe es el estudio geotécnico, contiene inspecciones de superficie, investigación geotécnica, ensayos de laboratorio y los respectivos análisis con las conclusiones y recomendaciones.

El área de estudio se encuentra ubicada en el Departamento de Lima, Provincia de Cañete Distrito de Cerro Azul.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente estudio geotécnico tiene por finalidad realizar una evaluación de las condiciones del terreno dentro del área de interés donde se va a construir la vivienda Multifamiliar. Por tal motivo se ha realizado trabajos de investigación, describiendo las características de superficie y subsuelo con el propósito de conocer las propiedades físico, mecánicas del terreno, identificando el tipo de suelo, sus características de resistencia y deformación.

Los resultados de éste estudio servirán de base para la definición del tipo y característica de cimentación para la edificación de acuerdo a las dimensiones y cargas solicitadas.

1.3 Metodología

Según la Norma Técnica de Edificaciones E-050, en el presente caso se requieren tres (03) sondajes. Los Sondajes fueron realizados mediante el sistema de calicata excavada con herramientas manuales hasta una profundidad máxima de 3.00 m. Las calicatas se enumeraron como C-1 a C-3.

Con la finalidad de cumplir con el programa de trabajo, se realizaron las siguientes actividades:

- Inspección visual de campo

Ing. Victor Hugo Hervias Acosta
C.I.P. 54809

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

- Investigación de campo (calicatas, densidad)
- Ensayos de laboratorio
- Elaboración del perfil estratigráfico
- Análisis de la cimentación
- Sismicidad del área de estudio
- Conclusiones y Recomendaciones.

1.4 Normatividad

En las perforaciones se registró el perfil del suelo cuidadosamente y se clasificaron visualmente los estratos de acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E-050 y las Normas NTP 339.162, NTP 339.134 Y NTP 339.150, extrayéndose muestras representativas en los suelos, las que debidamente protegidas fueron remitidas al laboratorio para su análisis.

1.5 Condición climática

El clima característico de la zona de Lima corresponde al de la zona de vida Desierto-Subtropical (dd-S), que se extiende a lo largo del litoral, comprendiendo planicies y las partes bajas de los valles costaneros, desde el nivel del mar hasta los 1.800m de altura. Presenta un clima templado y húmedo con precipitaciones moderadas. El periodo de Abril a Diciembre y sol intenso entre enero y marzo, la temperatura anual promedio es de 19° a 20° C.

LICONSA S.R.L.
Ing. Victor Hugo Hervás Acosta
C.I.P. 54809

2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Los trabajos de exploración de campo fueron realizados el día 29 de Abril del 2019.

En éste estudio se realizaron 03 excavaciones manuales a cielo abierto (calicatas), con profundidades variables.

2.1 Excavación de Calicatas

Con el objeto de identificar los diferentes estratos de suelo y su composición, se ejecutaron tres excavaciones manuales a cielo abierto (calicatas), alcanzando profundidades variables.

En cada una de las calicatas se realizó el registro de excavación de acuerdo a la norma ASTM D-2488. Se tomaron muestras disturbadas de las calicatas las cuales fueron identificadas convenientemente y embaladas en bolsas de polietileno que fueron remitidas al laboratorio para la ejecución de los ensayos correspondientes.

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

En el cuadro N° 1.0 se presenta un resumen de las calicatas ejecutadas en el área en evaluación.

Cuadro N° 1.0
Resumen de calicatas

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	N° de Muestras Alteradas
C-1	2.20	1.90	1
C-2	2.20	1.70	1
C-3	2.20	1.90	1

N.A.: No alcanzado

2.2 Ensayo de Densidad In situ

Se realizaron 02 ensayos de densidad de campo con el fin de determinar la densidad del terreno de fundación de las nuevas estructuras.

Dichos resultados son mostrados en el cuadro N° 2.0 en el cual se muestran los valores de densidad húmeda, densidad seca y contenido de humedad.

Cuadro N° 2.0
Resumen de los Ensayo de Densidad de Campo

Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	C.H. (%)	Densidad Húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (gr/cm ³)
C-1	M-1	2.20	SP	5.4	1.725	1.636
C-3	M-3	2.20	SP	5.2	1.715	1.630

C.H: Contenido de humedad.

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1 Ensayos estándar

Con la finalidad de determinar las características físico-mecánicas de los materiales obtenidos en campo, se han seguido las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y ASTM, las mismas que a continuación se detallan:

LICONSA S.R.L.

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Ensayos Estándar

- Contenido de Humedad Natural NTP 339.127 (98)
- Análisis Mecánico por Tamizado NTP 339.128 (99)
- Límite Líquido NTP 339.129 (99)
- Límite Plástico e Índice de Plasticidad NTP 339.129 (99)
- Clasificación AASHTO NTP 339.134 (99)
- Clasificación SUCS NTP 339.135 (99)

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los ensayos estándar realizados.

Cuadro N° 3.0
Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos

Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	Granulometría (%)			Límites (%)			C.H. (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	I.P.		
C-1	M-1	0.00 – 2.20	0.0	95.5	4.5	N.P.	N.P.	N.P.	25.2	SP
C-2	M-1	0.00 – 2.20	0.0	95.8	4.2	N.P.	N.P.	N.P.	22.9	SP
C-3	M-1	0.00 – 2.20	0.0	95.1	4.9	N.P.	N.P.	N.P.	22.5	SP

L.L.: Límite líquido

L.P.: Límite plástico

C.H.: Contenido de humedad

Ensayos Especiales

- Corte Directo (ASTM D-3080)
- Análisis químico para determinar el contenido de sulfatos (ASTM D-516) y cloruros (ASTM D-512)

3.2 Ensayos químicos

Para determinar la agresividad del suelo a la cimentación, se efectuaron ensayos químicos (pH, sulfatos, cloruros y sales totales), obtenidas en las investigaciones de campo.

El siguiente cuadro presenta un resumen de los ensayos químicos realizados.

Cuadro N° 4.0
Resumen de los resultados de los ensayos químicos

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Heróles Acosta
C.I.P. 54809

Pje. Los Keros N° 214 – SALAMANCA – ATE TELF. 434-1686 RPC 951 390 660 – RPM *0097213
Correo Electrónico: Liconsa.srl@hotmail.com

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	pH	SST ppm	Cloruros ppm	Sulfatos ppm
C-1	M-1	0.00 - 2.20	7.33	1263	197	152
C-2	M-1	0.00 - 2.20	7.41	1342	201	178
C-3	M-1	0.00 - 2.20	7.37	1287	185	163

En el presente Informe, se muestran los resultados de los Ensayos Químicos.

4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Calicata 01 y 03

La zona ubicada entre las calicatas 01, presenta una topografía casi plana.

Existe un estrato de material de arena mal graduada (SP), no presenta grava, de color gris, ligera humedad, sin plasticidad, consistencia medianamente compacta, sin presencia de materia orgánica, sin olor.

A una profundidad de 1.9 m se encontró el nivel freático.

Calicata 02

La zona ubicada entre las calicatas 01, presenta una topografía casi plana.

Existe un estrato de material de arena mal graduada (SP), no presenta grava, de color gris, ligera humedad, sin plasticidad, consistencia medianamente compacta, sin presencia de materia orgánica, sin olor.

A una profundidad de 1.7 m se encontró el nivel freático.

5. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN EN SUELO

A continuación se presenta el análisis de cimentación, desarrollado sobre la base de los resultados de la evaluación geotécnica.

5.1 Profundidad de la Cimentación

Tomando en cuenta las características de los suelos encontrados en las investigaciones de campo y laboratorio, las dimensiones de las estructuras proyectadas y los niveles de carga impuestas por estas últimas, se ha considerado la profundidad de cimentación de 1.5 m con la finalidad de proporcionar a la cimentación un soporte y confinamiento adecuado en suelos arenosos.

5.2 Determinación de los Parámetros de Resistencia

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Henríquez Acosta
C.I.P. 94604

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Los parámetros de resistencia del material involucrado en la determinación de la capacidad admisible, es decir, el ángulo de fricción interna (ϕ) y la Cohesión (c), han sido determinados por el ensayo de corte directo.

5.3. Cálculo de la Capacidad Admisible

La capacidad portante admisible (de diseño) en suelos es definida por la ecuación Ec.1:

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Donde:

F_s : Factor de seguridad, igual a 3.0.

q_u : Capacidad portante última

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula General inicialmente propuesta por Terzaghi (1943) y después modificada por Meyerhof (1951 y 1963).

$$q_u = c.N_c.Sc.dc.ic + \gamma_i.D_f.N_q.S_q.d_q.i_q + 0.5\gamma_2.B.N_\gamma.S_\gamma.d_\gamma.i_\gamma$$

Donde:

q_u = capacidad última de carga

q_{ad} = capacidad admisible de carga

F_s = factor de seguridad = 3

γ = peso unitario del suelo

B = Ancho de la cimentación,

D_f = profundidad de cimentación

N_c, N_γ, N_q = parámetros de capacidad portante en función de ϕ

S_c, S_γ, S_q = factores de forma de la cimentación

d_c, d_γ, d_q = factores de profundidad de la cimentación

i_c, i_γ, i_q = factores de inclinación de carga

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Horvath Acosta

C.P. 94809

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Los parámetros utilizados en los cálculos de la cimentación de la estructura proyectada, se tomaron del ensayo de corte directo efectuado a la matriz del material granular, remoldeandolos a la humedad y densidad in situ. Estos valores fueron los siguientes:

- Peso volumétrico seco encima del nivel de desplante (γ_1) = 1.618 g/cm³

- Peso volumétrico seco debajo del nivel de desplante (γ_2) = 1.618 g/cm³

- Ángulo de fricción interna (ϕ) = 30.2°

- Cohesión (c) = 0.0 kg/cm²

- Factores de carga adimensionales:

Nc = 32.87

Nq = 19.83

Ny = 16.79

- Factores de Forma:

Sc = 1.07

Sq = 1.03

Sy = 1.03

- Factores de Profundidad:

dc = 1.11

dq = 1.06

dy = 1.06

- Factores de Inclinación:

ic = 1.00

iq = 1.00

iy = 1.00

- Factor de seguridad (Fs) = 3

• Para zapatas cuadradas:

Qad = 1.27 kg / cm²

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Herwas Acosta
C.I.P. 54809

Pje. Los Keros N° 214 – SALAMANCA – ATE TELF. 434-1686 RPC 951 390 660 – RPM *0097213

Correo Electrónico: Liconsa.srl@hotmail.com

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

5.4 Cálculo del Asentamiento Inmediato

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad:

$$S_e = q_0 \cdot B \cdot (1 - \mu_s) \cdot I_f / E_s$$

Donde:

- Asentamiento en cm S_e
- Presión de trabajo q (ton/m²)
- Relación de Poisson μ_s
- Factor de forma I_f (cm/m)
- Módulo de elasticidad del suelo E_s (ton/m²)
- Ancho de la cimentación B (m)

Remplazando valores se obtienen los siguientes resultados:

Para zapata cuadrada:

$$S_e = 0,64 \text{ cm}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2,54cm), según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

$$S_e (0,64 \text{ cm}) < 1" (2,54 \text{ cm})$$

Ing. Victor Hugo Herveyas Acosta
C.I.P. 94489

5.5 Estabilidad de la Cimentación

De lo expuesto, es deducible que a partir de una profundidad de desplante, el subsuelo del área en cuestión dispone de condiciones favorables para la cimentación, constituyendo por lo tanto un adecuado material de fundación, que justifica la adopción de un sistema de cimentación superficial, por lo tanto adecuado material de fundación, el más económico para las estructuras proyectadas; es decir cimiento corrido con

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

sobrecimientos y zapatas aisladas para asumir los posibles asentamientos diferenciales, por tratarse de un material arena pobremente graduada, con finos no plásticos en estado Semi-compacto. Pudiendo el Proyectista Estructural optar por una platea de cimentación.

6. SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

Dentro del territorio peruano se han establecido cuatro zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según los Mapas de Zonificación Sísmica del Perú, propuesto por la norma Sismo – Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones, la ciudad de Lima se encuentra comprendida en la Zona 4 correspondiéndole una alta sismicidad.

Los parámetros sísmicos correspondientes son los siguientes:

Factor de Zona	$Z = 0,45g$
Perfil del suelo tipo	$T = S_2$
Periodo predominante	$T_p = 0,6 s$
Factor de amplificación del suelo	$S = 1,2$

7. EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS QUÍMICOS

En base a los resultados del análisis químico (Cuadro Nº 4.0) y de acuerdo al Cuadro Nº 5.0 "Límites Permisibles" donde se presentan las cantidades en partes por millón (p.p.m.) de sulfatos, cloruros y sales solubles totales, así como el grado de alteración y las observaciones del ataque a las armaduras y al concreto, se da las recomendaciones necesarias para la protección de la cimentación contra el ataque químico

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Heredia Acosta
C I P. 54809

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Cuadro Nº 5.0

Límites permisibles

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
	0-1000	Leve	
	1000-2000	Moderado	
*Sulfatos	2000-20 000	Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	>20 000	Muy Severo	
**Cloruros	>6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Soluble totales	>15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

* Comité ACI 318-83
 ** Experiencia existente

Con respecto a las sales solubles totales, no existe ninguna norma de suelos que indique valores máximos permisibles; sin embargo, se permite tomar las precauciones necesarias, de manera que dichas concentraciones no perjudiquen al concreto, de los resultados obtenidos se concluye que los niveles de sales son mínimos.

Para sulfatos solubles en el suelo, existen tolerancias permisibles que se encuentran en el Reglamento Nacional de Construcción; de los resultados obtenidos se concluye que no es necesario el uso de ningún tipo especial de cemento en la cimentación de la estructura.

Los cloruros producen corrosión a estructuras metálicas, refuerzo de acero del concreto, etc. La referencia a valores máximos se encuentra en la Norma técnica de Edificación E-60 los resultados indican que los niveles son mínimos, por lo tanto no es necesario proteger la cimentación de los cloruros.

8. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN Y PARÁMETROS SÍSMICOS

Norma E-050 en su acápite Nº 2. 4.1

LICONSA S.R.L.

Ing. Víctor Hugo Hervás Acosta
 C I P. 54809

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

GENERALIDADES: Se ha de tener en cuenta para desarrollar el estudio en la especialidad de estructuras de la obra en referencia, lo siguiente:

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN:

1. Tipo de cimentación. Zapatas armadas aisladas cuadradas o rectangulares - con cimientos corridos
2. Estrato de apoyo de cimentación : SP (Arena Pobremente gradada)
3. Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1,50m$ (Desde el nivel de piso).
4. Presión admisible del terreno
 - Para zapata cuadrada : $1,27 \text{ kg/cm}^2$
5. Factor de seguridad de corte : 3,0
6. Asentamiento máximo permisible
 - Para zapata cuadrada : 0,64 cm
7. Agresividad del suelo : No agresivo
8. Fabricación de concreto con cemento Portland tipo I.

RESUMEN DE PARÁMETROS SÍSMICOS

1. Sistema estructural sismo-resistente : Dual
2. Coeficiente sísmicos
3. De zona $Z(g) = 0,45$
4. De suelo $S = 1,2$
5. Periodo predominante $T_p = 0,6 \text{ seg}$

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La evaluación geotécnica ha consistido en la ejecución de un total de 03 calicatas con profundidades variables. De las calicatas, se han extraído muestras alteradas para luego ser sometidas a ensayos estándar de clasificación, ensayos químicos y propiedades físicas.
- Para el estudio de mecánica de suelos se ha determinado que la capacidad admisible del suelo de fundación para una cimentación tipo zapatas armadas aisladas cuadradas y/o rectangulares es de $1,27 \text{ kg/cm}^2$.
- Se recomienda que se debe cimentar en la arena SP encontrada en la zona a una profundidad mínima de 2.0 m.

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Heras Acosta
C.I.P. 54809

Pje. Los Keros N° 214 – SALAMANCA – ATE TELF. 434-1686 RPC 951 390 660 – RPM *0097213
Correo Electrónico: Liconsa.srl@hotmail.com

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

• El área en estudio se encuentra en la Zona 4 de la Zonificación Sísmica del Perú, por lo tanto los parámetros sísmicos correspondientes son los siguientes:

Factor de Zona $Z = 0,45g$

Perfil del suelo tipo $T = S_2$

Periodo predominante $T_p = 0,6 s$

Factor de amplificación del suelo $S = 1,2$

• Según el resultado de los ensayos químicos en la muestra donde se cimentará la estructura, los niveles de concentración de sales, sulfatos y cloruros son pequeños, por lo que se recomienda el empleo de cemento Portland Tipo I.

• Bajo las condiciones actuales del terreno, y considerando las recomendaciones arriba expuestas, se calculó una capacidad portante admisible por corte de:

Para zapatas cuadradas:

$$Q_{ad} = 1.27 \text{ kg/cm}^2$$

• Los asentamientos producidos debido a la sollicitación de las cargas actuantes, serán absorbidos por la cimentación propuesta.

• En ningún caso la presión de contacto será mayor a la presión admisible del suelo.

• Debe tenerse en cuenta que la napa freática se encontró entre 1,70 m y 1,90 m de profundidad y puede sufrir fluctuaciones. En el proceso constructivo puede considerarse deprimir la napa freática para construir la cimentación en seco.

• Se recomienda efectuar zanjas drenantes perimetrales conducidas a un punto de bombeo.

• La profundidad de la zanja drenante será variable manteniendo pendientes entre 1% y 2% con un ancho estimado de 0.75m.

• Se colocará geotextil no tejido de manera perimetral en la zanja con la finalidad de evitar la migración de finos. La tubería cribada $\varnothing 8"$ cumplirá la función de captar los flujos y trasladarla a la acometida, la zanja será rellenada con material granular drenante.

• Impermeabilizar los muros evitando la humedad al contacto con el terreno

• Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agregados (piedra y arena).

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Hervas Acosta
C.I.P. 54809

Pje. Los Keros N° 214 – SALAMANCA – ATE TELF. 434-1686 RPC 951 390 660 – RPM *0097213
Correo Electrónico: Liconsa.srl@hotmail.com

LICONSA S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

- Debe considerarse que el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:
 - Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
 - Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
 - Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
 - Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
 - Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.
- Se recomienda que en el proceso constructivo de la obra, deberán tomarse las debidas precauciones para proteger las paredes de las excavaciones y cimentaciones en general, mediante entibaciones y/o calzaduras con la finalidad de proteger a los operarios y evitar daños a terceros conforme lo indica la Norma E-050.
- Los resultados de éste estudio se aplican exclusivamente al área estudiada.

REFERENCIAS

- Alva Hurtado J. (1992), "Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones", Capítulo de Estudiantes ACI-UNI, Lima.
- Vesic A. (1973), "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales", JSMFED, ASCE, Vol. 99.
- Reglamento Nacional de Construcciones (1997), "Norma Técnica de Edificaciones E-30- Diseño Sismorresistente", Lima - Perú.
- Reglamento Nacional de Cimentaciones (1997), "Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones", Lima- Perú.

LICONSA S.R.L.

Ing. Victor Hugo Heriberto Acosta
C.T.P. 54809

ANEXO 11: PANEL FOTOGRAFICO DE ENSAYO DE GEODRÉN

11.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN





11.2 PRIMER ENSAYO DE GODREN (DOS BLOQUES)



11.3 SEGUNDO ENSAYO (4 BLOQUES)





ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 08
Fecha : 12-09-2017
Página : 1 de 1

Yo,

JORGE JOHN GABRIEL BELTRAN

....., docente de la Facultad... INGENIERIA CIVIL y Escuela
Profesional... INGENIERIA de la Universidad César Vallejo LIMA - ESTE (precisar
filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" APLICACION DE GEOPEN PARA EL DRENAGE DE AGUAS SUBTERRANEAS
EN CIMENTACIONES DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES CERRO AZUL
CAÑETE 2017

.....",
del (de la) estudiante... FREDOY ALBERTO MIRANDA SOTELO
....., constato que la investigación tiene un índice de
similitud de 20.0% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha... SAN JOAN DE URIGANCHO 27-10-17

JORGE JOHN GABRIEL BELTRAN

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 09348653

Elaboró	Dirección de investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------