

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**DETERMINACIÓN DE SUELOS DE BARRIO DE VILLASOL CON FINES
DE CIMENTACIÓN DEL DISTRITO HUARAZ - 2024**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Calderón Alvarado, Jhony Robert

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermín

Código ORCID: 0000-0002-6961-7418

Chimbote - Perú

2025

Índice General

Índice General	i
Índice de tabla	ii
Palabras clave	iii
Constancia de originalidad	iv
Título	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Introducción	1
Metodología	23
Resultados	27
Análisis y Discusión	31
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Agradecimiento	35
Referencia Bibliográficas	36
Anexos	42

Índice de tabla

Tabla 1. Normas técnicas de mecánica de suelos	25
Tabla 2. Resultados del contenido de humedad del Barrio Villasol - Huaraz	27
Tabla 3. Límites de consistencia del Barrio de Villasol-Huaraz	27
Tabla 4. Resultados del análisis granulometría Barrio de Villasol-Huaraz ..	28
Tabla 5. Resultados del ensayo de corte directo en el Barrio de Villasol-Huaraz	28
Tabla 6. Clasificación de suelos SUCS en el Barrio de Villasol-Huaraz	29
Tabla 7. Capacidad portante en el Barrio de Villasol-Huaraz	29
Tabla 8. Resultado para cálculo de cimentación de vivienda en el Barrio de Villasol-Huaraz.....	30

Palabras clave

Suelos, cimentación, zonificación, diseño

Keywords

Soils, foundations, zoning, design

Línea de investigation - OCDE

Línea de investigación	:	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	:	Ingeniería, Tecnología
Subárea	:	Ingeniería Civil
Disciplina	:	Ingeniería Civil

Constancia de originalidad



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "DETERMINACIÓN DE SUELOS DE BARRIO DE VILLASOL CON FINES DE CIMENTACIÓN DEL DISTRITO HUARAZ - 2024" del (a) estudiante: **CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT**, identificado(a) con Código N° 0200220305, se ha verificado un porcentaje de similitud del **30%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 23 de febrero de 2026

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

www.usanpedro.edu.pe

Urbanización Laderas del Norte H-11
Teléfono: 043 - 483070
vicerrectorado.investigacion@usanpedro.edu.pe
<http://www.usanpedro.edu.pe>

Título

Determinación de suelos de barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito
Huaraz – 2024

Determination of soils in the Villasol neighborhood for foundation purposes in the
Huaraz district - 2024

Resumen

La investigación tuvo como objetivo establecer la zonificación de suelos en el Barrio Villasol - Huaraz con fines de cimentación. Como metodología se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, alcance descriptivo-propositivo y diseño no experimental transversal. La población estuvo constituida por el área geográfica del Barrio Villasol que comprende una extensión aproximada de 30,260 m² (3.02 hectáreas) y alberga 165 viviendas. Para la recolección de datos, se empleó la observación científica directa y de instrumentos se utilizaron protocolos de laboratorio normalizados y fichas de registro técnico. Los resultados determinaron que el suelo del Barrio Villasol posee una humedad entre 7.38% y 8.24% y un Índice de Plasticidad máximo de 18.8%. Granulométricamente, predominan las arenas y gravas con presencia de finos, clasificándose mediante el sistema SUCS como grava arcillosa con arena (GC). Los ensayos de corte directo arrojaron una cohesión de 0.811 kg/cm² y ángulos de fricción de hasta 28.64°, estableciendo una capacidad portante admisible de 1.273 kg/cm² a 1.50 m de profundidad. Se concluyó que el terreno presenta una capacidad de carga media, validando el diseño de una cimentación mediante zapatas conectadas (Z1=0.90 x 1.80 m y Z2=1.40 x 1.40 m) para garantizar la estabilidad estructural de las viviendas.

Abstract

The objective of this research was to establish soil zoning in the Villasol - Huaraz neighborhood for foundation purposes. A quantitative, applied approach with a descriptive-propositive scope and a cross-sectional, non-experimental design was used as the methodology. The population consisted of the Villasol neighborhood, which covers an approximate area of 30,260 m² (3.02 hectares) and contains 165 dwellings. Data collection was carried out using direct scientific observation, and standardized laboratory protocols and technical recording forms were used. The results determined that the soil in the Villasol neighborhood has a moisture content between 7.38% and 8.24% and a maximum Plasticity Index of 18.8%. Granulometrically, sands and gravels with the presence of fines predominate, classifying it according to the Unified Soil Classification System (USCS) as clayey gravel with sand (GC). Direct shear tests yielded a cohesion of 0.811 kg/cm² and friction angles up to 28.64°, establishing an allowable bearing capacity of 1.273 kg/cm² at a depth of 1.50 m. It was concluded that the soil has a medium bearing capacity, validating the design of a foundation using connected footings ($Z1 = 0.90 \times 1.80$ m and $Z2 = 1.40 \times 1.40$ m) to guarantee the structural stability of the houses.

Introducción

A nivel internacional, la caracterización exhaustiva de las propiedades físico-mecánicas y químicas del subsuelo se ha consolidado como el pilar fundamental de la ingeniería estructural. Mediante ensayos especializados, la geotecnia moderna permite cuantificar variables críticas como la capacidad portante, la compresibilidad y la resistencia al esfuerzo cortante, asegurando que el diseño de las cimentaciones sea compatible con la naturaleza del terreno. Este rigor técnico es indispensable para mitigar riesgos de fallas estructurales y garantizar la vida útil de las edificaciones, optimizando tanto la seguridad como la eficiencia económica de los proyectos civiles.

En el contexto peruano, el acelerado crecimiento demográfico y la expansión urbana desordenada han impulsado el surgimiento de asentamientos e invasiones en áreas de vulnerabilidad geotécnica. Una parte considerable de la población, condicionada por limitaciones económicas y la falta de asesoría técnica, recurre a la autoconstrucción sin realizar estudios previos de mecánica de suelos. Esta práctica incrementa exponencialmente el riesgo de asentamientos diferenciales y fallas por corte en las estructuras, lo que representa una amenaza latente para la integridad física de los habitantes y la estabilidad de las propiedades colindantes.

A nivel local, el Barrio de Villasol en Huaraz no es ajeno a esta problemática; se han identificado múltiples viviendas que presentan patologías estructurales, tales como agrietamientos severos y deformaciones, derivados directamente de la edificación sobre suelos no caracterizados. Ante esta situación, surge la imperiosa necesidad de determinar la zonificación del terreno basada en sus propiedades físico-mecánicas reales. La presente investigación se fundamenta en la evaluación de la consistencia y resistencia del suelo de Villasol, proporcionando planos de zonificación y directrices técnicas para el dimensionamiento de cimentaciones apropiadas, orientadas a garantizar la seguridad habitacional y el desarrollo urbano sostenible en el sector.

De los estudios realizados en relación con nuestras variables en estudio, se tuvo que recolectar información de otras investigaciones denominadas antecedentes, dentro de estos trabajos previos se consideró en el contexto internacional:

Cevallos (2024), su estudio tuvo el objetivo analizar las propiedades del suelo a través

de estudios de campo y laboratorio para su aplicación en el dimensionamiento de las cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 niveles en el barrio 8 de diciembre del cantón Puerto López. Empleando una investigación de tipo experimental. Para recolectar datos empleo técnicas de campo y laboratorio con sustento en normas nacionales e internacionales. Sus resultados establecieron que las normas de diseño aplicadas en el país siendo la NEC y ASTM como base de la caracterización física y mecánica del suelo comprendido en área de estudio del barrio 8 de Diciembre del cantón Puerto López. El suelo identificado en el proyecto fue SM, ML, MH, los cuales están formados por arenas y arenas con gravas mal graduadas con pocos finos o sin finos y limos inorgánicos, arenas muy finas, polvos de rocas, arenas finas limosas o arcillosas con capacidad portante variable entre los 8 a 20 Tn/m². La propuesta de la investigación es un modelo de cimentación acorde a las cargas de una vivienda de 3 niveles propuesta y la capacidad portante promedio, siendo una cimentación de tipo plinto con dimensiones de 1.40 m tipo cuadrada y un peralte de 0.25 m.

López et al. (2023), su artículo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de un suelo arcillo mediante la aplicación de cemento base pumicita para mejorar sus propiedades. Aunque se han utilizado Portland y cal para estabilizar suelos, como cementos superfaltados y metakaolín, con el fin de encontrar materiales que se adapten a las características del terreno. Se llevarán a cabo pruebas para determinar el porcentaje adecuado de cemento base pumicita necesario para estabilizar el camino y resolver los problemas presentes.

En el contexto nacional, los antecedentes seleccionados fueron:

Barrientos (2025), su estudio tuvo el objetivo de evaluar las condiciones del terreno para cimentaciones superficiales. Empleando una metodología de enfoque cuantitativo, con nivel explicativo, método hipotético-deductivo. Se usó ensayos de laboratorio para el análisis de las propiedades geotécnicas del suelo. Sus resultados determinaron que las cimentaciones cuadradas, sobre suelos GM y SC, presentan una capacidad admisible de 1.41 kg/cm² a una profundidad de 0.93 m, mientras que las cimentaciones corridas, sobre suelos GC, CL y SM, alcanzan 2.02 kg/cm² a una profundidad de 2.45 m. Concluye de los resultados junto con los asentamientos estimados, constituyen una base técnica esencial para el diseño de cimentaciones seguras en la urbanización San Luis.

Gupioc (2024), su estudio tuvo el objetivo establecer la zonificación en la expansión urbana de Huancas en el área de estudio, basada en la capacidad portante del suelo; aportando un adecuado conocimiento para el ordenamiento territorial en la expansión urbana.

Empleando el método de levantamiento fotogramétrico con Dron DJL Phantom para la topografía y en la exploración se llevó a cabo a través de calicatas y ensayos de laboratorio. Sus resultados que obtuvo es la capacidad portante más baja del suelo fue 0.56 kg/cm² que corresponde a un suelo SM-CL: arena limosa - arcilla de baja plasticidad; y 0.90 kg/cm² a un suelo CL: arcilla de baja plasticidad. Concluyendo que estableció la Zonificación por capacidad portante en la expansión urbana de Huancas, la cual está formado por 3 zonas, que están constituidas por las características mecánicas y físicas del área de investigación.

Peche (2024), su estudio tuvo el objetivo de realizar el estudio de zonificación geotécnica del suelo con fines de cimentación en la Lotización el Bosque, sector Sialupe Huamantanga, valle Chancay, distrito de Lambayeque. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, descriptiva, diseño no experimental transversal y aplicada. Sus resultados obtenidos de las propiedades físicas encontradas de humedad, los límites de Atterberg, la gravedad específica de sólidos, la clasificación del suelo mediante SUCS, siendo predominantes de manera general para las profundidades de 0.80m, 1.20 m, 1.50m, los suelos finos (CL, CL-ML) y para la profundidad de 2.00m predominan los suelos gruesos (SC, SM, SM-SC). De las propiedades mecánicas podemos mencionar los parámetros obtenidos del ensayo SPT realizado insitu, el cual, mediante correlaciones teóricas, nos resulta valores de ángulo de fricción interna ϕ° y cohesión (c), valores que se utilizan en las fórmulas de la capacidad admisible del suelo. Para determinar dicha capacidad se ha empleado la teoría de Terzaghi y de Meyerhof, siendo la capacidad portante admisible un promedio ponderado de ambas teorías. Para $D_f = 0.80$ m, la capacidad admisible varía de 0.29 kg/cm² a 0.84 kg/cm², para $D_f = 1.20$ m varía de 0.40 kg/cm² a 1.58 kg/cm², para $D_f = 1.50$ m varía de 0.53 kg/cm² a 3.11 kg/cm², para $D_f = 2.00$ m varía de 0.72 kg/cm² a 3.20 kg/cm². De las propiedades químicas encontradas podemos mencionar las sales totales, los cloruros, los sulfatos, y el pH.

Camac et al. (2023), su artículo tuvo como objetivo elaborar la microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares en el distrito de Lircay del departamento de Huancavelica. Usando el tipo de investigación aplicada y nivel descriptivo. Recopilo datos de los resultados de diferentes ensayos realizados en el laboratorio respecto a las características físicas, mecánicas y la capacidad admisible del suelo de dicho lugar con la cual se zonifico en 3 zonas. Sus resultados indican sobre la zona I una capacidad admisible de 1kg/cm². Para la zona II se determinó una capacidad admisible de 1.2 kg/cm². Y la zona III presenta una capacidad admisible de 1.57 kg/cm². En las 3 zonas se elaboró su mapa de zonificación. la zona I, la zona II, la zona III, respectivamente, existe los suelos; (Arena bien

graduada con poca presencia de finos); (Arena limosa con presencia de finos); (Arena gravosa sin ningún fino). Concluyendo que propuso una cimentación superficial adecuada y estable. La zona I las siguientes zapatas, central de (2x2x0.40), medianera de (2.10x1.30x0.40) y una esquinera de (1.60x1.60x0.40). Para la zona II las siguientes zapatas central de (1.70x1.70x0.40), medianera de (1.80x1.20x0.40) y una esquinera de (1.50x1.50x0.40). Y en la zona III las siguientes zapatas central de (1.50x1.50x0.40), medianera de (1.6x1x0.40) y una esquinera de (1.30x1.30x0.40).

Tarrillo (2023), su investigación tuvo el objetivo de evaluar la capacidad portante de suelos con fines de cimentación en los sectores 1 y 5 de la ciudad de Chota, con el fin de conocer sus características físico-mecánicas. Usó una metodología descriptiva y cuantitativa. Para recolectar datos usó la técnica de la campo y laboratorio partiendo de excavaciones de calicatas según el área de estudio, distribuidas por el método de la cuadrícula; de las cuales se extrajeron muestras de suelo. Posteriormente se realizaron ensayos técnicos estándares, Sus resultados determinaron mediante la clasificación granulométrica de suelos por el método SUCS sus suelos del área investigada presentan en su mayoría limos inorgánicos de mediana plasticidad (ML) de color marrón claro y arcillas limosas inorgánicas de mediana plasticidad (CL) de tono amarillo oscuro con una humedad promedio de 22.96%. Además, se ejecutaron ensayos técnicos especiales de corte directo a los suelos según la norma (A.S.T.M. D 3080); determinando que presentan una capacidad portante que oscila entre 0.59 kg/cm² y 1.15 kg/cm² relativamente; así mismo se estableció que la capacidad portante promedio del suelo del área en investigada es igual a 0.91 kg/cm². Se elaboró un mapa de zonificación de suelos por capacidad de soporte o portante de los suelos; en el que se puede apreciar que existen dos zonas: Zona I: Son suelos que tienen una capacidad de soporte o portante que oscila entre 0.30 - 0.80 kg/cm², a esta zona pertenecen las calicatas C-2, C-3 y C-7 relativamente y la Zona II: Son suelos que tienen una capacidad de soporte o portante que oscila entre 0.81 – 1.50 kg/cm², a esta área pertenecen las calicatas C-1, C-4, C-5, C-6, C-8, C-9, C-10, C-11, C-12, C-13, C-14, C- 15, C-16, C-17 y C-18 respectivamente.

Acosta & Apaza (2022), su estudio tuvo el objetivo de evaluar la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales. El método de investigación empleado fue el científico, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental; conto con una población de 123 muestras en un área de 97817 m² del sector Lagunillas, anexo Cochas grande, Huancayo y su muestra según el método probabilístico.

Concluyendo que la capacidad portante determinó la zonificación de tres sectores y a su vez las características mínimas de las cimentaciones superficiales para viviendas de dos y tres pisos de albañilería confinada y aporticada.

Pasquel (2022), su estudio es el objetivo de determinar la zonificación geotécnica para el diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos en el centro Poblado Quicacán 2021. Usó de metodología el alcance descriptivo, diseño no experimental y transversal. Consideró de población la calle perpendicular a la carretera central del tramo Ambo - Huajuco de 103.8 metros de longitud. El estudio determinó que los suelos en las tres zonas evaluadas, compuestos por arenas arcillosas (SC) y limosas (SM), presentan una capacidad admisible de carga entre 4.36 kgf/cm² y 8.03 kgf/cm² a una profundidad de cimentación de 1.5 metros, con asentamientos totales controlados entre 0.5 cm y 1.2 cm y diferenciales de máximo 0.7 cm; estos parámetros permitieron establecer dimensiones de zapatas de 2.6 m para columnas centrales, 1.2 m para perimetrales y 0.9 m para esquinas. En consecuencia, se concluye que el área de estudio posee "suelos buenos" con propiedades físicas y mecánicas óptimas, los cuales garantizan la estabilidad estructural y previenen fallas por asentamiento diferencial dentro de los rangos admisibles de seguridad.

Por último, a nivel local, se seleccionaron a:

Solorzano (2024), su estudio tuvo como objetivo establecer la zonificación de suelos en el Barrio de Nueva Florida-Huaraz con fines de cimentación. Usando de metodología de investigación el tipo aplicada y diseño descriptivo. Los resultados del análisis en el Barrio de Nueva Florida-Huaraz arrojaron porcentajes de humedad entre el 4.73% y 5.66%, una composición granulométrica con predominancia de arenas (72.5% a 83.2%) sobre limos y arcillas (16.8% a 27.5%), y el cumplimiento de los requisitos para determinar los límites de consistencia líquido y plástico. A partir de estas características, se concluye que el terreno posee un suelo de tipo húmedo y mayoritariamente arenoso, lo que sustenta la propuesta de una alternativa de diseño de cimentación para viviendas de dos pisos basada en zapatas aisladas cuadradas de 1.90 x 1.90 x 0.30 metros, ajustándose a los parámetros urbanísticos y de edificación vigentes en la zona.

Barreto (2023), su investigación tuvo como objetivo determinar los isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el Sector Jinua - Distrito Independencia-Huaraz. Usó la metodología cuantitativa, descriptiva, diseño no experimental de corte transversal y nivel aplicada. Dispuso de población suelos del sector Jinua,

compuesta por 12 muestras de suelo. Para recolectar datos realizo ensayos de mecánica de suelos para determinar las propiedades físicas y propiedades mecánicas del suelo mediante 12 muestras de suelos para elaborar mapas de isovalores de capacidad admisible del suelo. Sus resultados determinan el suelo del área investigada, a una profundidad de desplante entre 1.0 m a 2.00 m como un suelo de grava arcillosa con arena (GC) con ángulo de fricción (ϕ) que varía de 14.53° a 37.34° , la cohesión varía de 0.33 ton/m² a 1.81 ton/m². La capacidad admisible de una cimentación continua a una profundidad entre 1.50 m a 2.0 m varía de 0.39 a 10.47 kg/cm², y para una zapata cuadrada varía de 0.38 a 10.19 kg/cm². La capacidad admisible para una cimentación corrida a 1.50 m de profundidad varía de 0.38 a 8.74 kg/cm², y para una zapata cuadrada varía de 0.8 a kg/cm².

Pacheco (2021), su investigación tuvo como objetivo el diseño del pavimento flexible del Jr. Túpac Amaru – Jr. Pasco en el P.J. Miraflores Alto según zonificación en Chimbote. Empleó la metodología de tipo aplicada y un diseño no experimental, transversal y descriptivo. Contó con una población y muestra de 3 calicatas de acuerdo al IMDA menor a 200 veh/día. Recolecto datos utilizando como instrumentos la ficha técnica y protocolo de laboratorio. Obtuvo como resultados de las propiedades físicas, mecánicas y químicas, además del estudio de tráfico permitieron proponer el diseño de la estructura del pavimento mediante dos metodologías, iniciando con AASHTO 93 con 2 tipos de estructuras: la primera está conformada por una carpeta asfáltica de 2", base de 8" y sub base de 8" y por el motivo de encontrar nivel freático en la zona se propone la segunda estructural de iguales espesores incluyéndole un mejoramiento en la subrasante para su estabilización con una capa de grava de 4" – 6". De igual manera se realizó otro diseño por medio del Índice de grupos obteniendo una estructura de pavimento flexible conformada por una carpeta asfáltica de 3", base de 6" y subbase de 8".

En este apartado, se presenta la fundamentación científica del estudio, considerando los conceptos teóricos respecto al marco filosófico y epistemológico:

La geotecnia, en cuanto rama de la ingeniería civil, se estructura epistemológicamente en torno a modelos idealizados que vinculan variables observables — como asentamientos y presiones de poros — con mecanismos físico-mecánicos (flujo, compresibilidad, acoplamiento esfuerzo-filtración) a través de hipótesis simplificadoras que posibilitan soluciones analíticas y numéricas (Liu et al., 2023; Meng et al., 2025). El desarrollo histórico y contemporáneo del conocimiento se aprecia en la transición desde formulaciones clásicas, como la consolidación unidimensional de Terzaghi, hacia extensiones que relajan supuestos: deformaciones grandes, comportamiento no lineal,

estratificación, condiciones de borde complejas y cargas variables en el tiempo. Esta evolución parece indicar que la teoría ha buscado preservar su capacidad predictiva sin perder trazabilidad respecto a los fundamentos originales (Chen et al., 2025; Wang & Jia, 2023; Zhang et al., 2024).

La práctica geotécnica adopta también una epistemología instrumental-experimental: ensayos estándar como el edométrico se conciben como procedimientos para estimar parámetros de consolidación y validar hipótesis de drenaje y disipación de presión de poros. Esta articulación entre medición, calibración y simulación resulta central para la disciplina (He et al., 2024; Wang et al., 2023). Paralelamente, el avance metodológico incorpora esquemas de modelación acoplada —por ejemplo, CFD-DEM— que permiten reproducir ensayos geotécnicos y explorar en qué medida la representación computacional logra capturar el fenómeno real: expulsión de fluido por exceso de presión de poros y el consecuente asentamiento (He et al., 2024).

Sobre el determinismo científico en el comportamiento de materiales téreos:

Dentro del corpus aportado, el determinismo científico se expresa en el supuesto de que, dadas condiciones iniciales, parámetros hidráulico-mecánicos y condiciones de borde y carga, la evolución temporal de presiones de poros y deformaciones puede describirse mediante ecuaciones gobernantes (consolidación 1D/2D) y resolverse de manera analítica o numérica (Chen et al., 2025; Wang & Jia, 2023). Este enfoque se manifiesta tanto en soluciones analíticas bidimensionales para arcillas —incluyendo acoplamientos multifísicos como electro-ósmosis— como en formulaciones que incorporan fronteras semipermeables y cargas dependientes del tiempo (Liu et al., 2023).

Este mismo enfoque determinista conduce a la comparación y selección de marcos teóricos: por ejemplo, el empleo de la teoría de Biot (consolidación poroelástica acoplada) frente a la formulación de Terzaghi-Rendulic para problemas de drenes verticales con precarga al vacío. Cabe señalar que la obtención de soluciones analíticas puede resultar compleja en escenarios generales, lo que hace que la simulación numérica adquiera un papel central (Pan et al., 2023). La ampliación del determinismo clásico incorpora no linealidades —flujo no darciano, creep, consolidación secundaria— y condiciones estratificadas, buscando preservar la capacidad predictiva en situaciones donde los supuestos originales resultan limitantes (Chen et al., 2025; Kim et al., 2023; Zhang et al., 2024).

En el conjunto de trabajos revisado, la responsabilidad social se conecta de forma operativa con la necesidad de predecir y controlar deformaciones del terreno que pueden comprometer la infraestructura. Los estudios de seguimiento y predicción de asentamientos

en terraplenes ilustran la importancia de contrastar los modelos con el monitoreo de campo y de estimar grados de consolidación para gestionar el desempeño en servicio (Sari et al., 2023). El análisis de fricción negativa en pilotes bajo consolidación y cargas adicionales pone de manifiesto que las interacciones suelo-cimentación evolucionan con el tiempo y requieren modelación para anticipar demandas internas que afectan tanto la seguridad como la integridad funcional de las estructuras (Jiang et al., 2023).

La dimensión de responsabilidad también se observa en la comprensión de fallas geotécnicas complejas mediante modelos acoplados de filtración-esfuerzo. Un ejemplo claro es la simulación numérica de colapsos kársticos, que se apoya en el acoplamiento del campo de filtración y el campo de esfuerzos fundamentado en la teoría de consolidación de Terzaghi (Chen & Cao, 2023). Estas líneas de trabajo refuerzan la idea de que la práctica técnica —selección de modelo, supuestos, parámetros y validación— está vinculada a consecuencias de seguridad y, en ese sentido, a decisiones responsables sobre incertidumbre y control del desempeño (Sari et al., 2023).

El riesgo geotécnico con implicaciones urbanas aparece asociado en el corpus a la subsidencia por sobreexplotación de aguas subterráneas, fenómeno abordado mediante modelos de consolidación basados en el principio de esfuerzos efectivos y en formulaciones 1D que incorporan condiciones de borde más realistas, como el descenso del nivel freático durante el bombeo (Sun et al., 2024; Xu et al., 2023). Desde esta perspectiva, la sostenibilidad se vincula a la evaluación del impacto que tienen las decisiones de gestión hídrica sobre las deformaciones del terreno y su proyección temporal, apoyándose en la consistencia entre los resultados de modelación y las observaciones geodésicas (Sarah et al., 2023).

El corpus incluye aplicaciones geotécnicas en infraestructuras ambientales, como los rellenos arena-arcilla empleados como barreras en rellenos sanitarios para minimizar filtraciones y proteger las aguas subterráneas. Esto conecta el desempeño hidráulico-mecánico del suelo con objetivos de protección ambiental (Karademir & Dışkaya, 2024). En cuanto a la gestión del riesgo, la integración de parámetros hidráulicos y deformacionales —permeabilidad, compresibilidad, esfuerzos efectivos— resulta central tanto para la consolidación inducida por cargas como para aquella provocada por cambios en el régimen hidráulico (Li et al., 2025).

Teoría de la Mecánica de Suelos Clásica

Principio de esfuerzos efectivos de Terzaghi, la base teórica recurrente del corpus es la introducción por Terzaghi del concepto de esfuerzo efectivo y su vínculo con la

consolidación unidimensional, reconocida como punto de partida de la mecánica de suelos moderna y fundamento para modelar deformaciones por disipación de presión de poros (Shen et al., 2023). Esta centralidad se aprecia en aplicaciones que emplean explícitamente el principio de esfuerzo efectivo para formular modelos de subsidencia y consolidación de estratos arcillosos, integrándolo en predicciones de asentamiento inducido por explotación de agua subterránea (Sun et al., 2024; Xu et al., 2023).

Teoría de la consolidación unidimensional

La teoría de consolidación 1D de Terzaghi se presenta como modelo clásico sustentado en supuestos simplificadores; su amplia aplicabilidad práctica deriva de su simplicidad y de parámetros relativamente accesibles (Meng et al., 2025). Varios trabajos del corpus desarrollan extensiones orientadas a abordar condiciones más realistas: fronteras semipermeables, cargas dependientes del tiempo (Liu et al., 2023), estratificación y flujo no lineal (Kim et al., 2023), así como consolidación bajo cargas constructivas con creep, flujo no darciano y autopesos (Cui et al., 2023).

La necesidad de superar la hipótesis de pequeñas deformaciones constituye un eje de avance: se proponen enfoques de deformación grande (large-strain) y marcos poromecánicos para suelos —como el Modified Cam-Clay— que reinterpretan o extienden la teoría clásica para capturar asentamientos significativos (Chen et al., 2025). El corpus también muestra que la consolidación puede depender de manera notable del historial y la forma de carga (Nguyen, 2023; Wang et al., 2023).

Resistencia al corte y criterios de falla de Mohr-Coulomb

Las referencias proporcionadas se concentran predominantemente en consolidación, acoplamientos hidro-mecánicos y modelación de deformaciones (Terzaghi/Biot, creep, flujo no darciano, large-strain), más que en el desarrollo explícito de criterios de falla al corte tipo Mohr-Coulomb. El presente marco teórico desarrolla con detalle los componentes sustentados por el corpus —esfuerzo efectivo y consolidación— y deja esta subsección abierta para su integración con literatura específica de resistencia al corte no incluido en las fuentes aportadas (Shen et al., 2023).

Teoría de Capacidad Portante de Suelos

Modelos de Terzaghi, Meyerhof y Vesic para cimentaciones superficiales

El corpus disponible no aborda directamente formulaciones de capacidad portante para cimentaciones superficiales; en cambio, desarrolla extensivamente teoría y aplicaciones de consolidación (Terzaghi/Biot), condiciones de borde y cargas dependientes del tiempo (Song et al., 2024). Por coherencia epistemológica, esta subsección no se desarrolla

analíticamente aquí y se sugiere complementarla con literatura específica de capacidad portante no incluida en las referencias proporcionadas (Meng et al., 2025).

Influencia del nivel freático y la sismicidad en la capacidad de carga

Aunque el corpus no presenta tratamientos de capacidad de carga bajo sismicidad, sí discute la influencia del descenso del nivel freático en procesos de consolidación y subsidencia mediante modelos 1D que incorporan explícitamente la variación de la superficie freática durante el bombeo (Sarah et al., 2023; Xu et al., 2023). El nivel freático es, en ese sentido, un factor hidráulico fundamental para la evolución de esfuerzos efectivos y deformaciones, con implicancias indirectas en el desempeño del terreno en contextos urbanos (Sun et al., 2024).

Teoría de la Interacción Suelo-Estructura

Modelos de Winkler y medios elásticos continuos

Las fuentes aportadas no desarrollan explícitamente los modelos clásicos de Winkler o medios elásticos continuos para interacción suelo-estructura. Presentan, en cambio, la interacción pilote-suelo mediante modelos de transferencia de carga ideal elasto-plástica acoplados con consolidación 1D, orientados a capturar la evolución temporal de fricción negativa y fuerza axial en pilotes (Jiang et al., 2023). El corpus discute el acoplamiento filtración-esfuerzo como problemática general en medios porosos, lo cual puede constituir un fundamento para aproximaciones de interacción suelo-estructura cuando se requiere representar el acoplamiento hidro-mecánico del terreno.

Rigidez relativa y distribución de presiones de contacto

En el corpus, la interacción suelo-estructura se operacionaliza principalmente a través de variables como fricción en fuste y fuerza axial en pilotes, más que mediante distribuciones clásicas de presión de contacto en cimentaciones superficiales (Jiang et al., 2023). Dentro de ese marco, la rigidez relativa se refleja implícitamente en cómo el modelo pilote-suelo traduce la deformación del suelo consolidante en demandas internas del elemento estructural, con dependencia del tiempo y la profundidad.

Geodinámica Externa y Fenomenología Geotécnica

Comportamiento de suelos aluviales y coluviales

Las referencias suministradas no presentan caracterizaciones específicas de suelos aluviales o coluviales; su énfasis recae en arcillas blandas, lodos dragados, acuíferos/aquitardos y suelos compuestos arena-arcilla en aplicaciones hidráulico-ambientales (Zhang, 2025). La fenomenología geotécnica tratada por el corpus se sintetiza principalmente en términos de consolidación (primaria y secundaria), creep y

comportamiento hidráulico de suelos finos compresibles (Shen et al., 2023).

Efectos de sitio y amplificación sísmica en el distrito de Huaraz

El corpus no incluye estudios de efectos de sitio ni amplificación sísmica en Huaraz; sus contribuciones se centran en consolidación, subsidencia asociada a agua subterránea y mejoramiento de suelos con drenes, vacío y sobrecarga. Esta subsección requiere la incorporación de evidencia externa no contenida en las referencias proporcionadas, manteniéndose aquí el foco en los mecanismos hidro-mecánicos documentados.

Respecto al marco conceptual de la fundamentación, se contempla:

Caracterización Geotécnica de Suelos

La caracterización, dentro del corpus, se apoya en parámetros de consolidación e hidráulicos inferidos de ensayos y métodos analíticos: el ensayo edométrico se presenta como prueba típica para determinar parámetros de consolidación en suelos saturados, vinculando carga, disipación de presión de poros y asentamiento (He et al., 2024). Se proponen también métodos para estimar parámetros hidráulicos en capas arcillosas bajo consolidación no lineal, incluyendo consideraciones de consolidación secundaria, lo que refuerza que la caracterización no es únicamente geométrica o granulométrica, sino también constitutiva e hidro-mecánica (Li et al., 2025).

En aplicaciones específicas, se reportan dependencias entre deformación, espesor de capa arcillosa, índices de compresibilidad, esfuerzos efectivos iniciales y conductividad hidráulica. Destaca la necesidad de calibración paramétrica para lograr predicciones confiables de tiempos de estabilización y magnitudes de deformación (Wang et al., 2023). Estudios de materiales particulares —como sedimentos y lodos— conceptualizan la deformación como suma de consolidación primaria (por aumento de esfuerzo efectivo) y consolidación secundaria (a esfuerzo efectivo constante), integrando historia de esfuerzos y comportamiento viscoelástico o viscoplástico (Shen et al., 2023).

Sistemas de Cimentación

Dentro del corpus, los sistemas de cimentación aparecen principalmente en el contexto de pilotes y su respuesta dependiente del tiempo bajo consolidación del terreno y cargas adicionales. Esto conduce al fenómeno de fricción negativa y a la evaluación de fuerzas axiales en función de la profundidad y el tiempo (Jiang et al., 2023). Este enfoque conceptualiza el desempeño de cimentaciones profundas como un problema acoplado suelo-estructura gobernado por la evolución de esfuerzos efectivos y deformaciones del estrato consolidante.

Exploración y Muestreo de Campo

Las referencias proporcionadas privilegian la modelación y el ensayo de laboratorio sin describir en detalle protocolos de exploración o muestreo de campo. Muestran, en cambio, la relevancia de contrastar predicciones con observaciones y monitoreo a escala de obra para validar parámetros y modelos de consolidación (Sarah et al., 2023; Sari et al., 2023). La exploración se entiende conceptualmente como la obtención de información suficiente para parametrizar modelos hidro-mecánicos que controlan la respuesta del terreno (Xu et al., 2023).

Gestión de la Construcción en Proyectos de Cimentación

La gestión de construcción, dentro del corpus, se vincula a la secuenciación de cargas, mejoramiento del suelo y control de asentamientos. Se analizan explícitamente los efectos de cargas multietapa sobre propiedades de consolidación y se proponen formulaciones adaptadas a esa realidad constructiva. Se comparan, asimismo, técnicas de mejoramiento como precarga al vacío frente a sobrecarga, discutiendo respuestas en términos de presión de poros excedente, asentamiento y permeabilidad (Fan et al., 2023).

El uso de drenes y su disposición geométrica se conceptualiza como intervención constructiva para acelerar la consolidación, reduciendo distancias de flujo y modulando pérdidas de presión de vacío. Esto se enlaza con modelos de consolidación aplicados al diseño y evaluación del proceso. La predicción y monitoreo de asentamientos durante la construcción y en posconstrucción se integra como práctica de control para evaluar el grado de consolidación y ajustar la toma de decisiones durante el proyecto (Sari et al., 2023).

La presente investigación, se fundamenta en la necesidad crítica de integrar el conocimiento geotécnico detallado con los procesos de planificación y ejecución de obras civiles. A continuación, se exponen las dimensiones que justifican el desarrollo de este estudio bajo un rigor académico y científico:

En primer término, la justificación teórica de este estudio radica en su contribución al cuerpo de conocimientos de la mecánica de suelos aplicada a entornos de alta complejidad geodinámica. La investigación permite contrastar las teorías clásicas de capacidad portante y asentamientos con las condiciones particulares de los suelos aluviales de la zona de Huaraz. Al analizar el comportamiento mecánico y físico de estos estratos, el estudio aporta datos empíricos que permiten validar o refutar modelos predictivos existentes, enriqueciendo el debate académico sobre la respuesta del subsuelo ante cargas estructurales en regiones con antecedentes de sismicidad y variabilidad geológica.

Desde una justificación práctica, la investigación se presenta como una herramienta técnica indispensable para el desarrollo urbano del Barrio de Villasol. Al proporcionar

parámetros geotécnicos precisos, se ofrecen soluciones directas a la problemática de la incertidumbre en el diseño de cimentaciones, lo que se traduce en la reducción de costos por sobre-diseño o, inversamente, en la prevención de fallas estructurales por diseños insuficientes. Los resultados constituyen una guía técnica para ingenieros proyectistas y constructores, optimizando la toma de decisiones en la fase de pre-inversión y ejecución de obras en el distrito.

La justificación social se manifiesta en el impacto directo sobre la seguridad y el bienestar de la comunidad de Villasol. En una región históricamente vulnerable a desastres naturales, garantizar que las edificaciones cuenten con cimentaciones técnicamente sustentadas es un imperativo ético. Esta investigación responde a la demanda social de viviendas e infraestructura pública más seguras, protegiendo la integridad física de los habitantes y su patrimonio económico. Asimismo, fomenta una cultura de prevención y ordenamiento territorial que beneficia a los colectivos sociales más vulnerables ante la autoconstrucción informal.

En cuanto a la justificación metodológica, el estudio propone un protocolo de exploración y ensayo que articula técnicas de prospección de campo con análisis de laboratorio bajo normativas internacionales y nacionales (RNE E.050). La relevancia de este enfoque reside en la sistematización de procesos para la obtención de perfiles estratigráficos confiables en terrenos de difícil caracterización. Este rigor metodológico asegura que el proceso de determinación de suelos sea replicable y sirva como estándar para futuras investigaciones en áreas con características geográficas similares, garantizando la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

Finalmente, la justificación científica sostiene que los hallazgos de esta tesis trascienden el caso de estudio local para convertirse en un antecedente relevante en la ingeniería civil contemporánea. Al documentar las variables geotécnicas y su interacción con el entorno urbano de Huaraz en el año 2024, se establece una línea base para estudios de geotecnia forense, microzonificación sísmica y gestión de riesgos. La diversidad de escenarios analizados y la profundidad en el tratamiento de las variables mecánicas fundamentan un avance significativo en el conocimiento científico, abriendo nuevas rutas de investigación sobre la estabilidad de suelos en zonas de montaña y su comportamiento a largo plazo bajo condiciones de carga dinámica.

El siguiente apartado se expone la problemática de investigación

La ingeniería de cimentaciones requiere caracterizar el suelo de fundación para anticipar su respuesta mecánica y sustentar decisiones de diseño estructural y geotécnico que reduzcan incertidumbres técnicas y riesgos constructivos. Esta necesidad se fundamenta en que la caracterización física —como la distribución granulométrica— constituye una base técnica para clasificar el suelo e inferir su comportamiento en aplicaciones de cimentación, al aportar información sobre el tamaño de partículas y propiedades mecánicas asociadas. Este enfoque se materializa mediante ensayos de laboratorio como el análisis granulométrico por tamizado, que permite obtener curvas granulométricas e indicadores de gradación (coeficientes de uniformidad y curvatura) empleados en la evaluación de suelos para obras civiles (Rodríguez, 2023).

El diseño de cimentaciones demanda parámetros que frecuentemente se obtienen o se correlacionan con ensayos de campo y métodos analíticos reconocidos en geotecnia, como el Ensayo de Penetración Estándar (SPT), empleado para respaldar decisiones de diseño de elementos de cimentación a partir de información geotécnica medible. La literatura subraya la importancia de integrar datos de pruebas geotécnicas —incluyendo SPT— con técnicas analíticas reconocidas para lograr soluciones de diseño seguras y eficaces, tanto en contextos profesionales como académicos (Villalobos, 2025).

En términos de desempeño estructural, la pertinencia de una determinación adecuada del suelo se vincula con el fenómeno de los asentamientos —incluidos los asentamientos diferenciales—, que puede modificar el comportamiento resistente y deformacional de las estructuras. Esto se evidencia en análisis que incorporan asentamientos y apoyos con comportamiento elástico equivalente (apoyos tipo resorte) para estudiar la respuesta estructural frente a deformaciones impuestas en la base. Este tipo de evidencia refuerza que la interacción suelo-estructura constituye un componente determinante del desempeño de obras civiles y que la incertidumbre asociada al suelo puede traducirse en efectos estructurales de consideración (Vargas et al., 2024).

Bajo este marco técnico, la presente tesis delimita su objeto de estudio a la determinación de suelos con fines de cimentación en el Barrio de Villasol (distrito de Huaraz), con horizonte temporal 2024. El objetivo es generar un diagnóstico geotécnico útil para el dimensionamiento de cimentaciones y la toma de decisiones de diseño. Esta delimitación resulta coherente con la necesidad de fundamentar el diseño de cimentaciones en información geotécnica verificable y con la relevancia de optimizar soluciones de cimentación atendiendo criterios de desempeño, costo e impacto, aspectos que se fortalecen

cuando el diseño se apoya en parámetros de suelo debidamente caracterizados (Constante et al., 2025).

La variable central del estudio se expresa empíricamente mediante resultados de caracterización física y geotécnica que habilitan la clasificación del suelo y la estimación de parámetros de diseño. La evidencia metodológica reciente subraya que el ensayo granulométrico por tamizado constituye una herramienta esencial en geotecnia para caracterizar y clasificar suelos, generando productos técnicos —curva granulométrica, coeficientes de uniformidad y curvatura— que permiten interpretar la distribución de tamaños de partículas y vincularla con propiedades mecánicas relevantes para cimentaciones (Rodríguez, 2023).

Se reconoce también la práctica de incorporar datos de pruebas geotécnicas de campo (como el SPT) dentro de procedimientos analíticos aceptados internacionalmente para respaldar el diseño seguro y eficaz de cimentaciones. La integración de estos datos en el proceso de cálculo responde a una lógica empírica: los parámetros derivados o correlacionados con el SPT permiten sustentar decisiones de capacidad resistente de elementos de cimentación, reforzando el carácter operativo de la “determinación del suelo” como variable aplicada al diseño (Villalobos, 2025).

Desde la manifestación estructural del problema, el estado situacional de la variable puede apreciarse en que, cuando la determinación del suelo no representa adecuadamente su respuesta, se incrementa la exposición a asentamientos que afectan el comportamiento estructural. La evidencia de análisis estructural que modela asentamientos diferenciales y condiciones elásticas en apoyos muestra la sensibilidad del desempeño de sistemas estructurales ante deformaciones de apoyo, lo que refuerza que el conocimiento del suelo resulta determinante para la confiabilidad del diseño (Vargas et al., 2024).

El estado situacional también se conecta con criterios contemporáneos de eficiencia: la optimización de cimentaciones aisladas rectangulares se plantea como un enfoque que puede reducir costos e impacto ambiental mediante la racionalización del consumo de materiales, lo cual presupone disponer de parámetros geotécnicos consistentes para evitar tanto el sobredimensionamiento como el subdimensionamiento. El “estado” de la variable de interés se comprende, entonces, como el grado de disponibilidad y calidad de información geotécnica que habilita diseños optimizados y técnicamente defendibles (Constante et al., 2025).

La determinación del suelo para cimentación se apoya en ensayos que, como el análisis granulométrico por tamizado, requieren selección adecuada de equipos,

procedimientos de laboratorio y criterios de interpretación para construir la curva granulométrica y calcular coeficientes de gradación. Si estas etapas no se ejecutan con rigor, la clasificación y la inferencia de propiedades mecánicas pueden verse comprometidas, afectando la calidad del diagnóstico geotécnico requerido para cimentaciones (Rodríguez, 2023).

La literatura subraya que el diseño de cimentaciones debe respaldarse con técnicas analíticas reconocidas e incorporar datos de pruebas geotécnicas como el SPT. Cuando la “determinación del suelo” no integra adecuadamente estos insumos —ya sea por ausencia de datos de campo o por una integración metodológica débil—, se limita la capacidad de sustentar decisiones de diseño con base empírica (Villalobos, 2025).

La evidencia de estudios que incorporan asentamientos diferenciales en modelos estructurales, junto con apoyos elásticos (resortes) para representar condiciones de base, muestra que los asentamientos alteran la respuesta estructural bajo cargas. Por ello, una causa que deteriora el comportamiento observado de la variable (determinación del suelo para cimentación) es no traducir la caracterización del suelo en supuestos y parámetros coherentes con su deformabilidad y con escenarios de asentamiento (Vargas et al., 2024).

La optimización de cimentaciones se propone explícitamente como un enfoque para reducir costos e impacto ambiental mediante la reducción del consumo de materiales, lo cual incrementa la necesidad de parámetros de suelo confiables para sostener decisiones de optimización. Impulsar eficiencia sin una determinación del suelo sólidamente fundamentada puede conducir a soluciones con incertidumbre técnica elevada, afectando la variable de interés al tensionar el balance entre seguridad, costo e impacto (Constante et al., 2025).

La primera consecuencia técnica de no abordar adecuadamente la determinación del suelo para cimentación es el incremento del riesgo de asentamientos con impacto directo en el desempeño estructural. La evidencia de análisis estructurales que incluyen asentamientos diferenciales muestra que las deformaciones de apoyo modifican la respuesta del sistema ante cargas; no tratar el problema puede traducirse en comportamientos no previstos en servicio, como redistribuciones internas de esfuerzos asociadas a deformaciones impuestas (Vargas et al., 2024).

La segunda consecuencia es la ineficiencia en el diseño de cimentaciones —por exceso o por defecto—, con efectos económicos y ambientales. La optimización de cimentaciones aisladas se plantea como vía para reducir costos e impacto ambiental mediante la reducción de materiales; estos beneficios, no obstante, dependen de un dimensionamiento técnicamente sustentado. Si la determinación del suelo no se realiza o no se actualiza con rigor, se compromete la posibilidad de lograr soluciones optimizadas, afectando tanto la eficiencia como la sostenibilidad del proyecto (Constante et al., 2025).

La tercera consecuencia es el debilitamiento de la seguridad y eficacia del proceso de diseño por falta de soporte empírico. La integración de datos de pruebas geotécnicas —incluyendo SPT— y técnicas analíticas reconocidas se presenta como un medio para producir diseños de cimentación seguros y eficaces. En ausencia de una determinación del suelo sustentada en ensayos y análisis, las decisiones de capacidad y respuesta del terreno se vuelven más inciertas, elevando la probabilidad de decisiones de diseño insuficientemente justificadas (Villalobos, 2025).

La solución general que se propone desde la investigación consiste en desarrollar una determinación integral del suelo del Barrio de Villasol orientada a fines de cimentación, articulando: (i) caracterización física mediante granulometría por tamizado y sus productos (curva granulométrica e índices de gradación), y (ii) obtención y uso de información geotécnica de campo (como el SPT) para apoyar el análisis con técnicas reconocidas. Este esquema se sustenta en que la granulometría aporta una base esencial de clasificación y comprensión del comportamiento del suelo en aplicaciones de cimentación, mientras que la incorporación de datos geotécnicos como el SPT fortalece el soporte empírico del diseño (Rodríguez, 2023).

Al generar parámetros del suelo más confiables para el diseño, la investigación puede habilitar decisiones de dimensionamiento alineadas con enfoques contemporáneos de optimización de cimentaciones, orientados a reducir costos e impacto ambiental mediante el uso eficiente de materiales. La determinación del suelo no solo atiende una necesidad técnica de seguridad, sino que también se vincula con la posibilidad de diseñar cimentaciones más eficientes cuando el terreno está adecuadamente caracterizado (Constante et al., 2025).

Desde el plano conceptual-operativo, la determinación del suelo para cimentaciones se apoya en la teoría y práctica de caracterización y clasificación mediante ensayos granulométricos. El análisis granulométrico por tamizado, la construcción de la curva granulométrica y el uso de coeficientes de uniformidad y curvatura constituyen elementos teórico-metodológicos que permiten describir la gradación del suelo y fundamentar la evaluación de su comportamiento mecánico para aplicaciones como cimentaciones. Esta base conceptual resulta relevante porque conecta una medición física —tamaños de partículas— con decisiones de ingeniería: selección y dimensionamiento de soluciones de cimentación (Rodríguez, 2023).

En cuanto a la estimación de parámetros para diseño, la incorporación de pruebas geotécnicas de campo como el SPT dentro de técnicas analíticas reconocidas forma parte del cuerpo metodológico que busca transformar observaciones del terreno en parámetros

utilizables para el cálculo de cimentaciones. La relevancia teórica de este componente reside en su rol de puente entre el comportamiento real del suelo —medido en campo— y los modelos y criterios de diseño empleados para asegurar soluciones seguras y eficaces (Villalobos, 2025).

La teoría del desempeño estructural frente a condiciones de apoyo no ideales refuerza la importancia de integrar el suelo en el análisis: la modelación de asentamientos diferenciales y apoyos elásticos (resortes) evidencia que las deformaciones en la base influyen en la respuesta estructural. Este marco conceptual justifica que la determinación del suelo, al informar sobre deformabilidad y potencial de asentamientos, constituye un insumo decisivo para prevenir respuestas estructurales no deseadas (Vargas et al., 2024).

La dimensión de optimización en cimentaciones aporta un marco teórico-práctico para vincular parámetros geotécnicos con decisiones de eficiencia económica y ambiental. Enfoques recientes orientados a optimizar cimentaciones aisladas muestran potencial para reducir costos e impacto ambiental al disminuir el consumo de materiales; tal optimización, no obstante, requiere coherencia con las condiciones del terreno determinadas mediante investigación geotécnica. La variable de interés se justifica, así, también por su contribución al diseño eficiente y sostenible (Constante et al., 2025).

De este modo, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la zonificación del suelo en el Barrio Villasol - Huaraz, 2024?

Respecto a la conceptualización y operacionalización de variables; inicialmente se tiene a la variable de zonificación de suelos, donde la definición conceptual, según Terzaghi et al. (1996), la zonificación de suelos en el contexto de la ingeniería civil se define como el proceso de delimitación de áreas geográficas que presentan características geotécnicas homogéneas, tales como la composición granulométrica, la plasticidad y la capacidad de carga. Esta división técnica permite establecer sectores con comportamientos mecánicos similares, facilitando la toma de decisiones sobre el tipo de estructuras que el terreno puede soportar de manera segura, minimizando la incertidumbre sobre la variabilidad del subsuelo en un área de expansión urbana.

Definición operacional, es el análisis estratigráfico que permite la clasificación del suelo conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), mediante la aplicación de ensayos de laboratorio establecidos en normas ASTM y NTP.

Referente a la variable de diseño de cimentación, consideramos:

Definición conceptual, según Das (2017), el diseño de cimentación es el proceso de ingeniería encargado de proyectar y dimensionar los elementos estructurales que transmiten las cargas de la superestructura al terreno. Este diseño debe garantizar dos condiciones fundamentales: la seguridad frente a la falla por corte del suelo y el control de los asentamientos para que se mantengan dentro de los límites tolerables. Un diseño adecuado integra las propiedades físico-mecánicas obtenidas en el estudio de suelos con las normativas vigentes para seleccionar el tipo de cimiento (superficial o profundo) que mejor se adapte a las condiciones de sitio..

Definición operacional, es la determinación de la capacidad límite de falla de una cimentación, dependiendo del tipo de falla por capacidad de carga basado en falla por corte local o falla por punzonamiento, es así que se necesita de la capacidad portante para realizar el diseño de cimentación correspondiente.

Respecto a la hipótesis de estudio, partimos de la necesidad de solucionar el problema encontrado, por medio de la hipótesis siguiente: La caracterización y zonificación de los suelos con fines de cimentación en el Barrio Villasol mejorará la calidad de los procesos constructivos y el desarrollo habitacional seguro de la población en la zona de estudio.

Para lo cual, el estudio formuló los objetivos, planteando como objetivo general: Establecer la zonificación de suelos en el Barrio Villasol-Huaraz con fines de cimentación.

Para su desarrollo, consideró también los siguientes objetivos específicos:

- Clasificar los tipos de suelos por medio del Barrio Villasol - Huaraz
- Establecer las propiedades físico – mecánicas con la verificación de la capacidad portante del suelo en el Barrio Villasol - Huaraz
- Zonificar el suelo del Barrio Villasol - Huaraz según los tipos de suelos clasificados.
- Presentar una alternativa de diseño de cimentación de viviendas económicas según zonificación de suelo.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, dado que utilizó los principios de la mecánica de suelos para resolver una problemática técnica específica en el Barrio Villasol. El alcance fue descriptivo-propositivo, debido a que se caracterizaron las propiedades físico-mecánicas del terreno para, posteriormente, plantear una alternativa de diseño de cimentación adecuada a la zona.

El diseño de investigación fue no experimental y transversal, puesto que no se manipularon deliberadamente las variables (propiedades del suelo), sino que se recolectaron datos en un momento único mediante la excavación de calicatas y ensayos de laboratorio para observar el fenómeno en su estado natural.

La población estuvo constituida por el área geográfica del Barrio Villasol, en el distrito de Huaraz, la cual comprende una extensión aproximada de 30,260 m² (3.02 hectáreas) y alberga 165 viviendas. Para la determinación de la muestra, se aplicó un criterio técnico basado en el Artículo 11 (Tabla N°6) de la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, que establece un mínimo de 3 calicatas por cada hectárea de terreno habilitado. En consecuencia, se proyectó una red de exploración con un radio de influencia que permitió cubrir la totalidad del área de estudio mediante calicatas estratégicamente ubicadas para representar fielmente el perfil estratigráfico del sector.

Para la recolección de datos, se empleó la observación científica directa como técnica principal de campo, permitiendo el registro detallado de las características in situ del suelo durante la excavación. Como instrumentos, se utilizaron protocolos de laboratorio normalizados y fichas de registro técnico. El levantamiento de datos se complementó con el registro fotográfico y la georreferenciación de las calicatas, garantizando la trazabilidad de la muestra desde su extracción hasta su análisis final.

Respecto al procedimientos de laboratorio y normativa, las muestras (aproximadamente 100 kg por punto de exploración) fueron debidamente rotuladas y protegidas para conservar sus propiedades naturales antes de ser procesadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. Los ensayos se ejecutaron bajo estrictos estándares internacionales (ASTM) y nacionales (NTP), detallados a continuación:

- Contenido de Humedad (ASTM D-2216): Para determinar el porcentaje de agua presente en la masa de suelo.
- Análisis Granulométrico (ASTM D-422): Mediante tamizado para cuantificar la distribución de partículas desde 3" hasta la malla N° 200.
- Límites de Consistencia (ASTM D-4318 / D-4319): Para establecer el Límite Líquido y Plástico, definiendo el índice de plasticidad.
- Peso Específico (ASTM D-854): Para determinar la relación de peso y volumen de la fase sólida.
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D-3080): Fundamental para obtener los parámetros de resistencia (cohesión y ángulo de fricción interna) necesarios para el cálculo de la capacidad portante.

Para los datos geotécnicos sobre las propiedades físico-mecánicas del suelo se consideró las normas técnicas actuales, detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 1

Normas técnicas de mecánica de suelos

Ensayo	Uso	Normas de referencia		
		MTC	ASTM	NTP
Contenido de Humedad	Clasificación	E-108	D-2216	339.127
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	E-107	D-422	339.128
Límite Líquido	Clasificación	E-110	D-4318	339.129
Límite Plástico	Clasificación	E-111	D-4318	339.129
Índice Plástico	Clasificación	E-111	D-4318	339.129
Método de Clasificación de Suelos	Clasificación	-	D-2487	339.134
Densidad In Situ	Clasificación	E-117	D-1556	339.143
Corte Directo	Especial	E-123	D-3080	339.170

Fuente: NTP E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018

Análisis y Procesamiento de Datos Los datos crudos obtenidos en el laboratorio fueron procesados mediante software especializado (Excel 2018 y AutoCAD 2016), permitiendo la generación de perfiles estratigráficos y curvas granulométricas. La clasificación técnica se realizó bajo los sistemas SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO 93, siguiendo las directrices del Manual de Suelos y Geología del MTC.

Finalmente, la propuesta de cimentación se fundamentó en los resultados de capacidad portante admisible, asegurando que el diseño de las viviendas económicas cumpla con los factores de seguridad exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Al basarse estrictamente en normativas técnicas peruanas vigentes, los protocolos e informes cuentan con validez técnica intrínseca para su aplicación en proyectos de ingeniería civil.

Resultados

Este capítulo presenta los resultados obtenidos del procesamiento de los datos, para lo cual partimos de las propiedades físico-mecánicas del suelo, siendo el desarrollo del primer objetivo específico permitió caracterizar el estado natural y la resistencia del terreno mediante ensayos normados.

Tabla 2

Resultados del contenido de humedad del Barrio Villasol - Huaraz

Lugar	Calicatas	Prof. (m)	humedad del terreno (%)
Barrio Villasol - Huaraz	C - 1	1.5	7.48
	C - 2	1.5	7.38
	C - 3	1.5	8.24

En primera instancia, el análisis del contenido de humedad natural del suelo del Barrio de Villasol, detallado en la Tabla 2, reveló valores que oscilan entre un mínimo de 7.38% (C-2) y un máximo de 8.24% (C-3). Desde una perspectiva geotécnica, estos resultados indican que el suelo se encuentra en un estado predominantemente húmedo a la profundidad de exploración de 1.50 m, lo cual es un factor determinante para evaluar la consistencia y el comportamiento del material ante cargas externas.

Tabla 3

Límites de consistencia del Barrio de Villasol-Huaraz

Estudio	Calicatas	Prof. (m)	Límites de consistencia (%)		
			L.L.	L.P.	I.P.
Barrio Villasol - Huaraz	C - 1	1.5	38.32	20.25	18.07
	C - 2	1.5	38.65	21.3	17.35
	C - 3	1.5	39.7	20.9	18.8

Posteriormente, se evaluó la plasticidad del suelo a través de los límites de consistencia reportados en la Tabla 3. Se determinó que el Límite Líquido (LL) alcanza su valor más alto en la calicata C-3 con un 39.7%, mientras que el mayor Límite Plástico (LP) se registró en la calicata C-2 con un 21.3%. Como consecuencia de esta relación, se obtuvo un Índice de Plasticidad (IP) máximo de 18.8% en C-3. La existencia comprobada de estos límites confirma que la fracción fina del suelo del Barrio Villasol posee una plasticidad moderada, cumpliendo con los requisitos técnicos para la identificación de suelos finos

cohesivos dentro de la matriz granular.

Tabla 4

Resultados del análisis granulometría Barrio de Villasol-Huaraz

Lugar de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Distribución		
			Arenas (%)	Limos y/o arcillas (%)	Gravas (%)
Barrio Villasol - Huaraz	C - 1	1.5	54.9	19.8	25.3
	C - 2	1.5	39.2	14.3	46.5
	C - 3	1.5	39.3	14.1	46.6

Complementando la caracterización, la Tabla 4 expone la distribución granulométrica del suelo a una profundidad de 1.50 m. Los resultados evidencian una composición mixta con una notable presencia de arenas, que fluctúan entre el 39.2% y el 54.9%, y un contenido de gravas que varía del 25.3% al 46.6%. La fracción de finos (limos y arcillas) se mantiene en un rango del 14.1% al 19.8%. Esta distribución granulométrica sugiere un material con un esqueleto mineral denso, donde los finos actúan como relleno de los vacíos entre las partículas mayores, influyendo directamente en la compresibilidad y resistencia del terreno.

Tabla 5

Resultados del ensayo de corte directo en el Barrio de Villasol-Huaraz

Lugar de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (kg/cm ²)
Barrio Villasol - Huaraz	C - 1	1.5	26.38	0.811
	C - 2	1.5	28.38	0.811
	C - 3	1.5	28.64	0.811

Respecto a los parámetros de resistencia obtenidos mediante el ensayo de corte directo detallados en la Tabla 5, se observó una estabilidad significativa en las propiedades del suelo. Los ángulos de fricción interna medidos se situaron entre 26.38° y 28.64°, mientras que la cohesión presentó un valor uniforme de 0.811 kg/cm² en las tres unidades de

exploración. La combinación de estos valores de fricción y cohesión es fundamental para el cálculo de la estabilidad de las cimentaciones, indicando un suelo con una capacidad de soporte estructural competente para edificaciones de mediana envergadura.

Respecto al segundo objetivo específico, se procedió a la categorización técnica del terreno utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). El perfil estratigráfico identificado en las calicatas C-1, C-2 y C-3, para el intervalo de profundidad de 0.00 a 1.50 m, permitió asignar a todas las muestras el símbolo GC.

Tabla 6

Clasificación de suelos SUCS en el Barrio de Villasol-Huaraz

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Clasificación del suelo (SUCS)
Barrio Villasol - Huaraz	C - 1	1.5	GC
	C - 2	1.5	GC
	C - 3	1.5	GC

Donde: GC = Grava y arena arcillosa o limosa

Según se detalla en la Tabla 6, este suelo se define como una grava arcillosa con matriz de arena, presentándose en un estado muy compactado y con baja humedad. La clasificación GC es característica de suelos coluviales o aluviales con buena capacidad de soporte, pero que requieren atención a la presencia de arcillas que podrían reaccionar ante cambios drásticos en el contenido de humedad.

Tabla 7

Capacidad portante en el Barrio de Villasol-Huaraz

Lugar de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (kg/cm ²)	Capacidad portante (kg/cm ²)
Barrio Villasol - Huaraz	C - 1	1.5	26.38	0.811	1.26
	C - 2	1.5	28.38	0.811	1.273
	C - 3	1.5	28.64	0.811	1.273

El tercer objetivo específico consistió en la zonificación del suelo y la determinación de su capacidad de soporte, cuyos resultados se sintetizan en la Tabla 7. Al integrar los parámetros de resistencia al corte y las características físicas, se determinó que la capacidad

portante admisible en el Barrio Villasol oscila entre 1.26 kg/cm^2 y 1.273 kg/cm^2 . Esta zonificación uniforme permite concluir que el terreno posee una capacidad de carga media, apta para el soporte de cimentaciones superficiales siempre que se respete la profundidad de desplante establecida de 1.50 m.

Tabla 8

Resultado para cálculo de cimentación de vivienda en el Barrio de Villasol-Huaraz

Zona de estudio	Calicatas	Prof. (m)	Ángulo de fricción (Φ)	Cohesión	Qadm (kg/cm ²)
Barrio Villasol - Huaraz	C - 2	1.5	28.38	0.811	1.273

Finalmente, se desarrolló la propuesta técnica para el diseño de cimentaciones en viviendas económicas. Siguiendo los lineamientos de la Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones) y la Teoría de Terzaghi, se adoptaron los parámetros de la calicata C-2 por presentar la condición más desfavorable para el diseño ($Q_{adm} = 1.273 \text{ kg/cm}^2$). La Tabla 8 resume los datos base utilizados, considerando una cohesión de 0.811 kg/cm^2 y un ángulo de fricción de 28.38° .

Bajo estos criterios y considerando la normativa de Concreto Armado E.060, se dimensionó una solución de zapatas conectadas para mitigar posibles asentamientos diferenciales en el suelo limoso-arenoso compactado. El diseño estructural final contempla zapatas tipo Z1 con dimensiones de $0.90 \times 1.80 \text{ m}$ y zapatas tipo Z2 de $1.40 \times 1.40 \text{ m}$, asegurando la estabilidad integral de la vivienda frente a los esfuerzos de corte y presión del terreno zonificado.

Análisis y Discusión

La investigación permitió determinar que el suelo del Barrio Villasol en Huaraz presentó propiedades físico-mecánicas que lo definen como un terreno de capacidad portante media, caracterizado principalmente por ser una grava arcillosa con arena (GC). Al contrastar estos resultados con los antecedentes seleccionados, se observaron convergencias significativas en cuanto a la clasificación y el comportamiento geotécnico regional.

En relación con la caracterización física, el estudio determinó un contenido de humedad entre 7.38% y 8.24% y un Índice de Plasticidad (IP) máximo de 18.8%. Estos resultados guardaron coherencia con lo reportado por Solorzano (2024) en el Barrio de Nueva Florida-Huaraz, quien halló humedades similares (4.73% a 5.66%) y predominancia de suelos húmedos, lo que refuerza la tendencia de los suelos de la zona a mantener niveles de saturación bajos a moderados.

Respecto a la clasificación, la identificación del suelo como GC (Grava arcillosa con arena) a una profundidad de 1.50 m coincidió plenamente con los hallazgos de Barreto (2023) y Barrientos (2025), quienes también identificaron suelos tipo GC y GM en contextos urbanos similares, destacando que estos materiales suelen presentar una matriz compacta y buena resistencia estructural, aunque sujetos a la influencia de la fracción arcillosa. Esta clasificación difirió de los resultados de Tarrillo (2023) y Gupioc (2024), quienes encontraron suelos predominantemente finos (ML, CL) o arenas limosas (SM), lo que evidencia la variabilidad estratigráfica del valle del Santa.

En cuanto a las propiedades mecánicas, los ángulos de fricción obtenidos (26.38° a 28.64°) y la cohesión de 0.811 kg/cm^2 resultaron superiores a los parámetros mínimos reportados por Barreto (2023), quien registró ángulos desde 14.53° . La capacidad portante admisible calculada, que osciló entre 1.26 kg/cm^2 y 1.273 kg/cm^2 , se alineó estrechamente con los rangos establecidos por Tarrillo (2023) (0.81 a 1.50 kg/cm^2 en su Zona II) y Camac et al. (2023) (1.20 kg/cm^2 para su Zona II).

Sin embargo, estos valores se distanciaron de los reportados por Pasquel (2022), quien determinó capacidades significativamente mayores (4.36 a 8.03 kg/cm^2) en suelos SC-SM. Esta discrepancia se atribuyó a las diferencias en la densidad de compactación y la composición granular específica de cada área de influencia. Por otro lado, los resultados superaron los valores críticos de Gupioc (2024) y Peche (2024), quienes hallaron capacidades mínimas de 0.56 kg/cm^2 y 0.29 kg/cm^2 respectivamente, lo que posicionó al Barrio Villasol en un sector de seguridad estructural moderada dentro del mapa de riesgos

de Huaraz.

La zonificación uniforme del área de estudio permitió proponer una solución estructural basada en zapatas conectadas de dimensiones entre 0.90 x 1.80 m y 1.40 x 1.40 m para una profundidad de desplante de 1.50 m. Esta propuesta fue consistente con la metodología de Acosta & Apaza (2022) y Camac et al. (2023), quienes también utilizaron la zonificación por capacidad de soporte para proponer zapatas de dimensiones similares (promedio de 1.50 x 1.50 m) para viviendas de baja altura.

Al igual que en los estudios de Cevallos (2024) y Pasquel (2022), se concluyó que la aplicación de la Teoría de Terzaghi y la Norma E.050 fue el camino metodológico más robusto para garantizar la estabilidad estructural. La adopción de una profundidad de cimentación de 1.50 m resultó ser un estándar común en la región, tal como lo indicó Peche (2024), asegurando que se superen las capas superficiales de menor resistencia y se controle el riesgo de asentamientos diferenciales, logrando así edificaciones seguras para los habitantes del Barrio de Villasol.

Conclusiones

- Se concluye que las propiedades físico en el Barrio de Villasol en comparación con la humedad del suelo, tuvo porcentajes entre 7.48% a 8.24%, es decir presenta un suelo Húmedo.
- De igual manera, se determinó los límites de consistencia para el suelo en la en el Barrio de Villasol mediante tres calicatas Considerando que la muestra solo cumple con los requisitos para realizar las pruebas de límite líquido y plástico. De esta forma, existen límites plásticos y líquidos en la zona.
- En cuanto al análisis granulométrico del suelo en el Barrio de Villasol, Se destaca un elevado porcentaje de arenas, que varía entre el 39.2% a 54.9%. Por otra parte, se evidencia porcentajes menores de limos y/o arcillas, entre el 14.1% a 19.8%. y gravas, con un valor entre 25.3% a 46.6%.
- Se concluye que, la alternativa de diseño de cimentación para vivienda de 2 pisos en el Barrio de Villasol, se planteó zapatas conectadas y tienen las siguientes medidas: $Z1=0.90 \times 1.80$ m. y $Z2=1.40 \times 1.40$ m., considerando los parámetros urbanísticos y edificación en el Barrio de Villasol

Recomendaciones

- Se recomienda a los poseionarios y propietarios de los lotes en el Barrio de Villasol respetar lo indicado en los planos estructurales cuando van a iniciar una construcción, debido a que el diseño de cimentación fue elaborado para vivienda unifamiliar de 2 pisos y no construir a mayores alturas, así como no dejar mechas de anclaje para una posterior construcción.

- Se recomienda que, para construcciones futuras viviendas en el Barrio de Villasol, se considere los dimensionamientos propuestos en las alternativas de diseño de cimentación, siendo un diseño apropiado para construir en esta urbanización y se diseñó con la ayuda de estudios de mecánica de suelos y según los parámetros urbanísticos y de edificación, a fin de construir una vivienda segura.

- Se recomienda mejorar las propiedades físicas del suelo para el diseño de cimentaciones superficiales, ante los cambios y ocurrencias de los fenómenos naturales, tener en consideración los datos obtenidos para el crecimiento de la urbanización y controlar los tipos de construcciones a realizarse en las diferentes zonas de mayor riesgo.

- Se recomienda realizar la clasificación de suelos mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS para los diseños de cimentaciones superficiales, tomar en consideración que el método de clasificación de suelos AASHTO es recomendable para fines de carreteras.

Agradecimiento

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la paciencia y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida

.A la Universidad San Pedro y a quienes la integran y sustentan en la brega del conocimiento.

A mis queridos padres, en especial a mi padre Teófilo Calderón Chávez que ya no está con nosotros, pero que siempre estará presente en nuestros corazones. A ti, madre, por tu apoyo emocional, y a mis queridos hermanos por su fuerza y corazón.

A mi esposa, mi compañera de vida, y en especial dedicado a mis hijos, quienes son el motor de mi vida y cuya sola presencia me inspira a ser mejor cada día. Esta meta también es para ellos, porque me enseñan con su alegría y su ternura que todo esfuerzo vale la pena.

A mi Asesor de tesis, por su guía, su dedicación y por compartir generosamente sus conocimientos, sin los cuales este trabajo no habría sido posible.

A mis compañeros y amigos, quienes con su ánimo, colaboración y amistad hicieron más llevadero este proceso.

Finalmente, a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, contribuyeron al desarrollo de esta investigación, mi más sincero agradecimiento.

Referencia Bibliográficas

- Acosta, J. G. & Apaza, J. M. (2022). *Capacidad Portante del Suelo para la Zonificación y Análisis de Cimentaciones Superficiales en Cochas Grande - Sector Lagunillas*. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes). <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4947>
- Barreto, J. F. (2023). *Isovalores de capacidad admisible del suelo para cimentaciones superficiales en el sector Jinua – distrito Independencia – Huaraz 2020*. (Tesis de maestría, Universidad Privada de Tacna). <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3404>
- Barrientos, L. T. (2025). *Estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, urbanización San Luis - distrito Abancay-Apurímac 2023*. (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes). <https://repositorio.utea.edu.pe/items/48e0e6ef-bfa4-4f5e-afab-fa0c29ced6b1>
- Camac, E., Matamoros, F., De la Cruz, D., & Fano, J. (2023). Microzonificación de suelos para cimentación estable de viviendas unifamiliares en el barrio Santa Rosa del distrito de Lircay-Huancavelica. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 3(1), 27–43. <https://doi.org/10.54943/ricci.v3i1.222>
- Cevallos, A. M. (2024). *Análisis de estudio de suelo empleado en cimentaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 niveles en el barrio 8 de Diciembre del cantón Puerto López*. (Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí). <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6913>
- Chen, D. & Cao, Y. (2023). Numerical Simulation of Karst Collapse in Qingling Town, Wuhan. *Journal of Physics Conference Series*, 2565(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2565/1/012034>
- Chen, S., Yu, H., Abousleiman, Y., & Kees, C. (2025). Poromechanical Solution for One-Dimensional Large Strain Consolidation of Modified Cam-Clay Soil. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 49(5), 1396-1407. <https://doi.org/10.1002/nag.3924>
- Constante, K., Tarragó, J., Gálvez, D., & Mendoza, I. (2025). Optimización de cimentaciones rectangulares aisladas: Un enfoque para la reducción de costos e impacto ambiental. *Revista Científica Multidisciplinaria Sapientiae*, 8(16), 95-121. <https://doi.org/10.56124/sapientiae.v8i16.007>

- Cui, P., Cao, W., Liu, Y., Zhang, X., Li, H., & Xu, Z. (2023). One-dimensional nonlinear creep consolidation of soft soils with time-dependent drainage boundary under construction load. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 47(9), 1612-1636. <https://doi.org/10.1002/nag.3531>
- Das, B. M. (2017). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (9.^a ed.). Cengage Learning.
- Fan, L., Xun, Z., & Peng, S. (2023). A Comparative Case Study on Drainage Consolidation Improvement of Soft Soil under Vacuum Preloading and Surcharge Preloading. *Applied Sciences*, 13(9), 5782. <https://doi.org/10.3390/app13095782>
- Gupioc, V. M. (2024). *Zonificación basada en la capacidad portante del suelo en la expansión urbana de Huanca - Chachapoyas - Amazonas*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3701>
- He, J., Li, M., Chen, J., & Xiao, X. (2024). A novel CFD-DEM coupling method with moving boundary for simulating one-dimensional consolidation test. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1330(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1330/1/012018>
- Jiang, C., Shi, Z., & Pang, L. (2023). Analytical Solution for Negative Skin Friction in Offshore Wind Power Pile Foundations on Artificial Islands under the Influence of Soil Consolidation. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(5), 1071. <https://doi.org/10.3390/jmse11051071>
- Karademir, T. & Dışkaya, B. (2024). Composite Sand–Clay Infrastructural Soil Fills: Characteristic Consolidation and Hydraulic Properties. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 10(3), 640-658. <https://doi.org/10.28979/jarnas.1411201>
- Kim, P., Kim, Y., Ri, G., Kwak, S., & Ri, K. (2023). Nonlinear consolidation analysis of saturated multi-layered soil with continuous drainage boundary. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 47(16), 3114-3126. <https://doi.org/10.1002/nag.3610>
- Li, H., Li, Z., Dou, Z., & Illman, W. (2025). An Analytical Method for Estimating Hydraulic Parameters of a Nonlinear Consolidated Aquitard Considering Secondary Consolidation. *Water Resources Research*, 61(5). <https://doi.org/10.1029/2024wr038889>

- Liu, Y., Zheng, J., & Lu, J. (2023). An analytical model for 2D consolidation of unsaturated soil with semi-permeable boundaries considering self-weight stress and time-dependent loading. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 47(6), 903-935. <https://doi.org/10.1002/nag.3498>
- López, P. J., Reyes, D., Moreno, O., Cordero, M. A., & Escobar, J. Z. (2023). Evaluación del Mejoramiento de Suelos Arcillosos Empleando Cemento Base Pumicita en la Localidad de dos Arroyos, Juchique de Ferrer. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 8361-8373. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9372
- Meng, X., Zhang, W., Qu, W., Yin, M., & Liu, D. (2025). Modeling of Low- Velocity Non-Darcian Flow With Nonlinear Consolidation in a Leaky Aquifer System Induced by a Fully Penetrating Confined Well. *Water Resources Research*, 61(2). <https://doi.org/10.1029/2024wr038370>
- Nguyen, N. (2023). Effects of dynamic traffic load frequency on consolidation behavior of soft clay under low embankment: experimental and numerical investigation. *International Journal of Geomate*, 25(107). <https://doi.org/10.21660/2023.107.3851>
- Pacheco, J. G. (2021). *Diseño del pavimento flexible del Jr. Túpac Amaru – Jr. Pasco en el P.J. Miraflores Alto según Zonificación en Chimbote – 2021*. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70595>
- Pan, X., Zhu, H., Zheng, H., Sun, H., & Geng, X. (2023). Analysis of Consolidation by Vertical Drain with Vacuum Preloading Based on Axisymmetric Biot's Consolidation Theory. *Symmetry*, 15(6), 1245. <https://doi.org/10.3390/sym15061245>
- Pasquel, A. A. (2022). *Zonificación geotécnica para el diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos en el centro poblado quicacán, 2021*. (Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco). <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3534>

- Peché, G. (2024). *Zonificación geotécnica con fines de cimentación en la Lotización El Bosque, sector Sialupe Huamantanga, valle Chancay, distrito de Lambayeque*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13579>
- Rodríguez, W. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 6908- 6927. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834
- Sarah, D., Soebowo, E., Satriyo, N., Zufahmi, Z., & Wahyudin, W. (2023). Predictive Modelling of Land Subsidence Due to Groundwater Level Decline in Gedebage District, Bandung, Indonesia. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1227(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1227/1/012016>
- Sari, U., Wardani, S., Muntohar, A., Partono, W., & Sadono, K. (2023). Consolidation settlement prediction and monitoring of toll road embankment at STA 23+650 Semarang–Demak Toll Road section. *E3s Web of Conferences*, 429, 04026. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342904026>
- Shen, Y., Weng, H., Ma, K., & Deng, J. (2023). One-Dimensional Strain Research of Coral Mud Based on a Modified Burgers Model Considering Stress History. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(6), 1143. <https://doi.org/10.3390/jmse11061143>
- Solorzano, C. R. (2024). *Determinación de suelos con fines de cimentación del Barrio de Nueva Florida-Huaraz, 2024* (Tesis de pregrado, Universidad San Pedro). <https://repositorio.usanpedro.edu.pe/items/47e395ec-8a51-4727-ac6b-9e265abd7b82>
- Song, D., Li, P., Yin, Z., & Yin, J. (2024). Novel Simplified Practical Method for One-Dimensional Large-Strain Consolidation. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 48(17), 4244-4256. <https://doi.org/10.1002/nag.3843>
- Sun, L., Wang, X., Wang, S., Sun, W., Wang, J., & He, D. (2024). Experimental study on soil deformation caused by overexploitation of groundwater. *Water Environment Research*, 96(9). <https://doi.org/10.1002/wer.1111>
- Tarrillo, D. (2023). *Evaluación de suelos con fines de cimentación en los sectores 1 y 5 de la ciudad de Chota, 2021*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota). <https://repositorio.unach.edu.pe/items/b8b5f531-e085-4e58-8104-60996dbf5cc0>

- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (3rd ed.). Wiley: USA
- Vargas, M., Samaniego, K., Acevedo, D., Ravichagua, J., Sulca, J., & Yupanqui, R. (2024). Análisis Estructural de una Armadura con Apoyos de Resorte y Asentamiento. *Dominio De Las Ciencias*, 10(4), 1136-1154. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i4.4116>
- Villalobos, A. (2025). Desarrollo de aplicación móvil académica para el cálculo de capacidad soportante de pilotes en cimentaciones profundas para arcillas. *Revista O Universo Observável*, 2(10), 1-14. <https://doi.org/10.69720/29660599.2025.000199>
- Wang, J., Yuan, W., Yin, X., Li, W., & Li, X. (2023). One-Dimensional Consolidation Properties of Soft Clay under Multi-Stage Loading. *Applied Sciences*, 13(18), 10340. <https://doi.org/10.3390/app131810340>
- Wang, R., Li, Z., Xu, M., Zhang, Q., Illman, W., & Li, H. (2023). Determination of hydraulic parameters of non-linear consolidation clay layers by type curve method. *Frontiers in Earth Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1131128>

- Wang, X. & Jia, Z. (2023). Porous Media Model of Reservoir considering Seepage Stress Coupling and Seepage Field Analysis. *Geofluids*, 2023, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2023/3759667>
- Xu, J., Liu, L., & Zhang, H. (2023). Drawdown-induced consolidation of aquifer systems considering water-table decline. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 47(11), 2049-2063. <https://doi.org/10.1002/nag.3550>
- Zhang, L. (2025). Two-Dimensional Analytical Solutions for Marine Clay Consolidation Under Coupled Electro-Osmosis, Surcharge, and Vacuum Preloading With Radial-Vertical Attenuation. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 50(1), 502-518. <https://doi.org/10.1002/nag.70123>
- Zhang, Y., Wang, J., Zong, M., Wu, W., Cai, S., Zong, Z., ... & Wang, C. (2024). One-dimensional consolidation analysis of layered soil with exponential flow under continuous drainage boundary. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 48(16), 3811-3826. <https://doi.org/10.1002/nag.3820>

Anexos

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Zonificación de suelos	Según Terzaghi et al. (1996), la zonificación de suelos en el contexto de la ingeniería civil se define como el proceso de delimitación de áreas geográficas que presentan características geotécnicas homogéneas, tales como la composición granulométrica, la plasticidad y la capacidad de carga. Esta división técnica permite establecer sectores con comportamientos mecánicos similares, facilitando la toma de decisiones sobre el tipo de estructuras que el terreno puede soportar de manera segura, minimizando la incertidumbre sobre la variabilidad del subsuelo en un área de expansión urbana.	Es el análisis estratigráfico que permite la clasificación del suelo conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), mediante la aplicación de ensayos de laboratorio establecidos en normas ASTM y NTP.	Contenido de humedad	Porcentaje de humedad (%)	Pruebas de suelo	Escala nominal
				Método de secado en horno (ASTM D2216 / NTP 339.127)		
			Índice de plasticidad	Límite líquido (ASTM D4318 / NTP 339.129)		
				Límite plástico (ASTM D4318 / NTP 339.129)		
Diseño de cimentación	Según Das (2017), el diseño de cimentación es el proceso de ingeniería encargado de proyectar y dimensionar los elementos estructurales que transmiten las cargas de la superestructura al terreno. Este diseño debe garantizar dos condiciones fundamentales: la seguridad frente a la falla por corte del suelo y el control de los asentamientos para que se mantengan dentro de los límites tolerables. Un diseño adecuado integra las propiedades físico-mecánicas obtenidas en el estudio de suelos con las normativas vigentes para seleccionar el tipo de cimiento (superficial o profundo) que mejor se adapte a las condiciones de sitio.	Es la determinación de la capacidad límite de falla de una cimentación, dependiendo del tipo de falla por capacidad de carga basado en falla por corte local o falla por punzonamiento, es así que se necesita de la capacidad portante para realizar el diseño de cimentación correspondiente.	Tamaño	Clasificación del suelo según SUCS (ASTM D2487 / NTP 339.159)		
				Ensayo granulométrico (ASTM D422 / NTP 339.128)		
			Capacidad portante	Ángulo de fricción		
				Peso específico		
				Cohesión		

Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema	Variable	Objetivos	Hipótesis	Metodología
----------	----------	-----------	-----------	-------------

¿Cuál es la zonificación del suelo en el Barrio Villasol-Huaraz, 2024?	Zonificación de suelos	Objetivo general	La caracterización y zonificación de los suelos con fines de cimentación en el Barrio Villasol mejorará la calidad de los procesos constructivos y el desarrollo habitacional seguro de la población en la zona de estudio.	Enfoque : cuantitativo Tipo : aplicado Alcance : descriptivo-propositivo Diseño : no experimental transversal. Población : área geográfica del Barrio Villasol que comprende una extensión aproximada de 30,260 m² (3.02 hectáreas) y alberga 165 viviendas. Recolección de datos: Observación científica directa. Instrumentos: protocolos de laboratorio normalizados y fichas de registro técnico.
		Establecer la zonificación de suelos en el Barrio Villasol-Huaraz con fines de cimentación. Objetivos específicos • Clasificar los tipos de suelos por medio del Barrio Villasol - Huaraz • Establecer las propiedades físico – mecánicas con la verificación de la capacidad portante del suelo en el Barrio Villasol - Huaraz • Zonificar el suelo del Barrio Villasol - Huaraz según los tipos de suelos clasificados. • Presentar una alternativa de diseño de cimentación de viviendas económicas según zonificación de suelo.		
	Diseño de cimentación			

Anexo 3. Análisis Granulométrico



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

SOLICITA CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024
MUESTRA TERRENO NATURAL
FECHA 9/09/2024

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3
Peso de tara + MH	823.80	901.00	937.90
Peso de tara + MS	781.30	850.70	881.90
Peso de tara	213.30	168.70	202.20
Peso del agua	42.50	50.30	56.00
MS	568.00	682.00	679.70
Contenido de humedad (%)	7.48	7.38	8.24

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
I. E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: Imsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

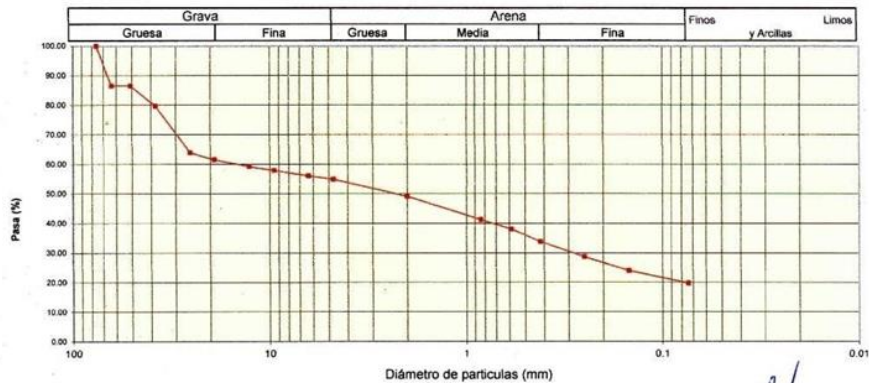
SOLICITA : CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS : Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024
LUGAR : Barrio de Villasol, Huaraz-Ancash
FECHA : 09-09-2024

Peso Seco Inicial	2286.5	gr.
Peso Seco Lavado	1832.9	gr.
Peso perdido por lavado	453.6	gr.

MUESTRA : C - 1

Tamiz(Abertura)	Nº	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa
2"		50.80	306.5	13.4	13.4	86.6	
1 1/2"		37.50	157.4	6.9	20.3	79.7	
1"		25.00	360.1	15.7	36.0	64.0	
3/4"		19.00	55.6	2.4	38.5	61.5	
1/2"		12.50	53.2	2.3	40.8	59.2	Valor del índice de grupo (IG): 0 Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"		9.50	30.4	1.3	42.1	57.9	
1/4"		6.30	41.8	1.8	44.0	56.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Grava arcillosa con arena con bloques GC
Nº 4		4.75	25.8	1.1	45.1	54.9	
Nº 10		2.00	133.0	5.8	50.9	49.1	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 54.9 Pasa tamiz Nº 200 (%) : 19.8
Nº 20		0.850	179.5	7.9	58.7	41.3	
Nº 30		0.600	72.4	3.2	61.9	38.1	D60 (mm) : 14.89 D30 (mm) : 0.294 D10 (mm) :
Nº 40		0.425	97.6	4.3	66.2	33.8	
Nº 60		0.250	117.3	5.1	71.3	28.7	Cu Cc
Nº 100		0.150	105.2	4.6	75.9	24.1	
Nº 200		0.075	97.1	4.2	80.2	19.8	Límite líquido LL : 38.32 Límite plástico LP : 20.25 Índice plasticidad IP : 18.07
< 200			453.6	19.8	100.0	0.0	
Total			2286.5			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS : Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024
LUGAR : Barrio de Villasol, Huaraz-Ancash
FECHA : 09-09-2024

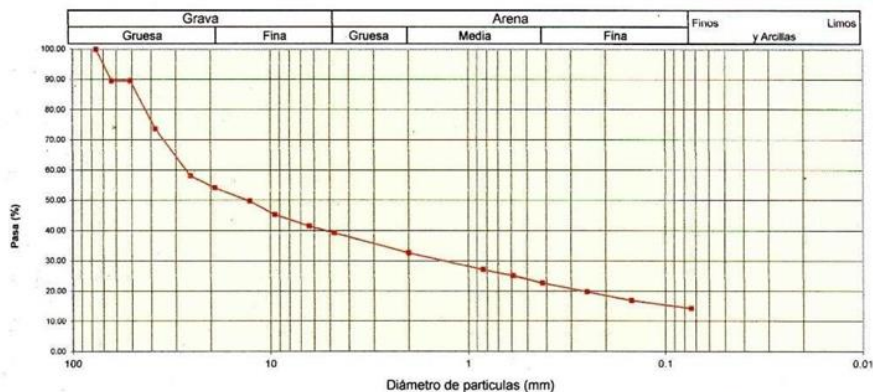
Peso Seco Inicial	4281.3	gr.
Peso Seco Lavado	3669.5	gr.
Peso perdido por lavado	611.8	gr.

MUESTRA : C - 2

Tamiz(Apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa
2"		50.80	446.5	10.4	10.4	89.6	
1 1/2"		37.50	681.8	15.9	26.4	73.6	
1"		22.50	664.2	15.5	41.9	58.1	
3/4"		19.00	170.5	4.0	45.9	54.1	
1/2"		12.50	188.5	4.4	50.3	49.7	Valor del índice de grupo (IG): 0 Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Grava arcillosa con arena con bloques GC
3/8"		9.50	188.7	4.4	54.7	45.3	
1/4"		6.30	163.8	3.8	58.5	41.5	
N° 4		4.75	98.4	2.3	60.8	39.2	
N° 10		2.00	281.4	6.6	67.4	32.6	
N° 20		0.850	234.8	5.5	72.8	27.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 39.2
N° 30		0.600	85.4	2.0	74.8	25.2	Pasa tamiz N° 200 (%) : 14.3
N° 40		0.425	103.7	2.4	77.3	22.7	D60 (mm) : 26.93
N° 60		0.250	124.1	2.9	80.2	19.8	D30 (mm) : 1.441
N° 100		0.150	124.9	2.9	83.1	16.9	D10 (mm) :
N° 200		0.075	112.8	2.6	85.7	14.3	Cu
< 200			611.8	14.3	100.0	0.0	Cc
Total			4281.3			100.0	

Límite líquido LL	38.65
Límite plástico LP	21.3
Índice plasticidad IP	17.35

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Mónica Solar Jara
I. C. E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS : Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024
LUGAR : Barrio de Villasol, Huaraz-Ancash
FECHA : 09-09-2024

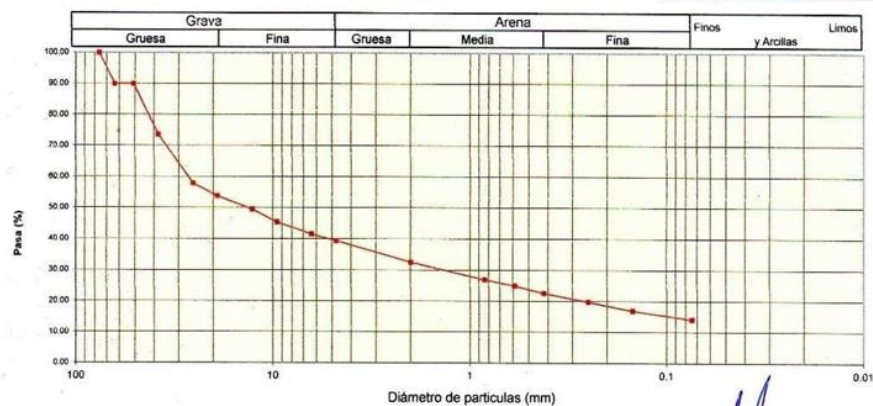
Peso Seco Inicial	3960	gr.
Peso Seco Lavado	3400.2	gr.
Peso perdido por lavado	559.8	gr.

MUESTRA : C - 3

Tamiz(Apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	396.6	10.0	10.0	90.0	90.0	
1 1/2"	37.50	650.3	16.4	26.4	73.6	73.6	
1"	22.50	623.3	15.7	42.2	57.8	57.8	
3/4"	19.00	160.3	4.0	46.2	53.8	53.8	Valor del índice de grupo (IG): 0 Clasificación (S.U.C.S.)
1/2"	12.50	170.3	4.3	50.5	49.5	49.5	
3/8"	9.50	162.3	4.1	54.6	45.4	45.4	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Grava arcillosa con arena con bloques GC
1/4"	6.30	152.3	3.8	58.5	41.5	41.5	
N° 4	4.75	86.6	2.2	60.7	39.3	39.3	Pasa tamiz N° 4 (%) : 39.3 Pasa tamiz N° 200 (%) : 14.1
N° 10	2.00	270.6	6.8	67.5	32.5	32.5	
N° 20	0.850	223.3	5.6	73.1	26.9	26.9	D60 (mm) : 27.16 D30 (mm) : 1.484
N° 30	0.600	76.3	1.9	75.1	24.9	24.9	
N° 40	0.425	94.5	2.4	77.4	22.6	22.6	D10 (mm) : Cu
N° 60	0.250	110.3	2.8	80.2	19.8	19.8	
N° 100	0.150	113.3	2.9	83.1	16.9	16.9	Cc
N° 200	0.075	109.9	2.8	85.9	14.1	14.1	
< 200		559.8	14.1	100.0	0.0	0.0	
Total		3960.0			100.0	100.0	

Límite líquido LL	39.7
Límite plástico LP	20.9
Índice plasticidad IP	18.8

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
F.A.C. DE INGENIERÍA
J. de Ingenieros Civiles y Geólogos
M. J. Solar Jara
PE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 4. Corte Directo



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS : Determinación de suelos de Barrio de Villalot con fines de cimentación del distrito
Huaraz – 2024
CALICATA : 1
LUGAR : HUARAZ - ANCASH
FECHA : 09/09/2024

NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	95.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.88 gr/cm ³
Contenido de Humedad	6.68 %
Peso Unitario Seco	1.76 gr/cm ³

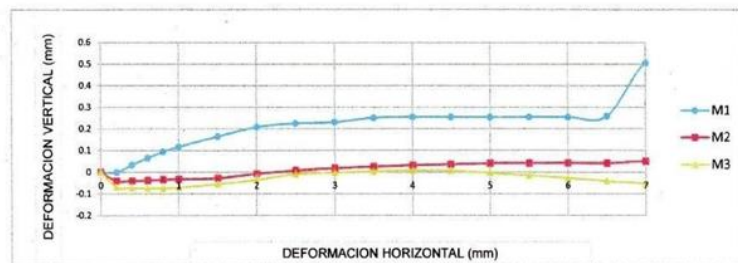
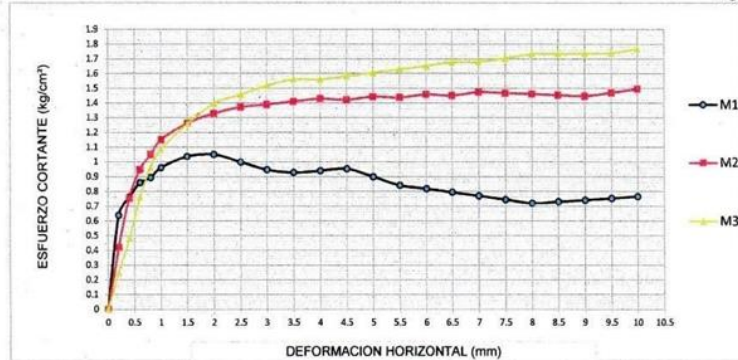
VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	13.32	8.05	3.792	0.000	-0.04	-0.07	12.86	8.513	5.001	20.17	0.638	0.422	0.248
0.40	16.28	16.1	9.48	0.034	-0.04	-0.07	15.3	15.15	9.693	20.07	0.762	0.755	0.483
0.60	18.5	20.7	16.12	0.066	-0.04	-0.07	17.13	18.95	15.17	19.96	0.858	0.949	0.760
0.80	19.24	23	20.86	0.094	-0.04	-0.07	17.74	20.85	19.08	19.86	0.893	1.050	0.961
1.00	20.72	25.3	23.7	0.117	-0.03	-0.07	18.96	22.74	21.42	19.76	0.960	1.151	1.084
1.50	22.2	27.6	27.49	0.165	-0.03	-0.06	20.19	24.64	24.55	19.51	1.035	1.263	1.258
2.00	22.2	28.75	30.34	0.208	-0.01	-0.04	20.19	25.59	26.9	19.25	1.049	1.329	1.397
2.50	20.72	29.33	31.28	0.226	0.008	-0.01	18.96	26.06	27.68	19	0.998	1.372	1.457
3.00	19.24	29.33	32.23	0.231	0.018	0.00	17.74	26.06	28.46	18.75	0.946	1.390	1.518
3.50	18.5	29.33	32.71	0.251	0.025	0.003	17.13	26.06	28.85	18.49	0.927	1.410	1.560
4.00	18.5	29.33	32.23	0.255	0.032	0.007	17.13	26.06	28.46	18.24	0.939	1.429	1.560
4.50	18.5	28.75	32.23	0.255	0.036	0.007	17.13	25.59	28.46	17.99	0.952	1.422	1.582
5.00	17.02	28.75	32.23	0.254	0.041	0.00	15.91	25.59	28.46	17.73	0.898	1.443	1.605
5.50	15.54	28.18	32.23	0.255	0.041	-0.02	14.69	25.11	28.46	17.48	0.840	1.437	1.628
6.00	14.8	28.18	32.23	0.255	0.042	-0.03	14.08	25.11	28.46	17.23	0.817	1.458	1.652
6.50	14.06	27.6	32.23	0.259	0.041	-0.04	13.47	24.64	28.46	16.98	0.793	1.451	1.676
7.00	13.32	27.6	31.76	0.505	0.050	-0.05	12.86	24.64	28.07	16.72	0.769	1.474	1.679
7.50	12.58	27.03	31.76	0.507	0.046	-0.07	12.25	24.17	28.07	16.47	0.744	1.467	1.704
8.00	11.84	26.45	31.76	0.507	0.028	-0.09	11.64	23.69	28.07	16.22	0.718	1.461	1.731
8.50	11.84	25.88	31.28	0.503	0.039	-0.10	11.64	23.22	27.68	15.97	0.729	1.454	1.733
9.00	11.84	25.3	30.81	0.502	0.041	-0.11	11.64	22.74	27.29	15.72	0.740	1.447	1.736
9.50	11.84	25.3	30.34	0.502	0.034	-0.13	11.64	22.74	26.9	15.47	0.752	1.470	1.739
10.00	11.84	25.3	30.34	0.495	0.036	-0.14	11.64	22.74	26.9	15.22	0.765	1.494	1.767
10.50	11.84	25.3	29.86										
11.00	11.84	25.3	29.86										
11.50	11.84	25.3	29.39										

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Los Músicos - Calle 100 y Encargo de Honorarios
Mg. Miguel Solar Jara
EFE

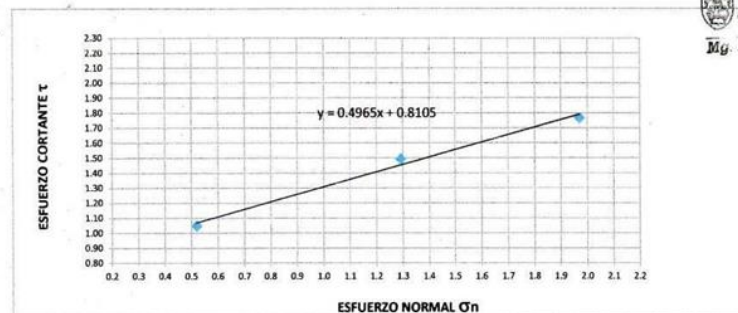
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm²)	19.25	15.47	15.22
σ_n (kg/cm²)	0.52	1.29	1.97
τ (kg/cm²)	1.0490	1.49	1.77

Cohesión	0.811 kg/cm²
Ángulo de fricción interna	26.38 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
INPE



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS : Determinación de suelos de Barrio de Villalot con fines de cimentación del distrito
Huaraz – 2024
CALICATA : 2
LUGAR : HUARAZ - ANCASH
FECHA : 09/09/2024

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

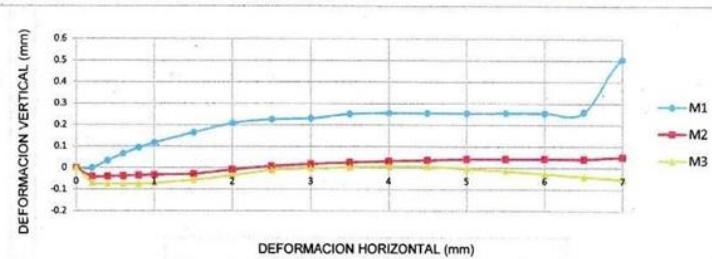
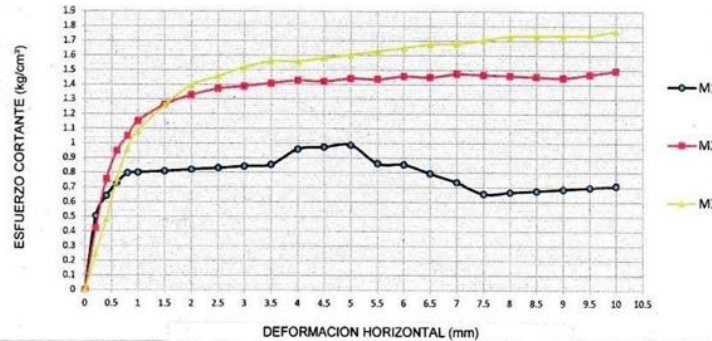
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	94.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.86 gr/cm ³
Contenido de Humedad	6.68 %
Peso Unitario Seco	1.74 gr/cm ³

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Miguel Solar Jara
JEFE

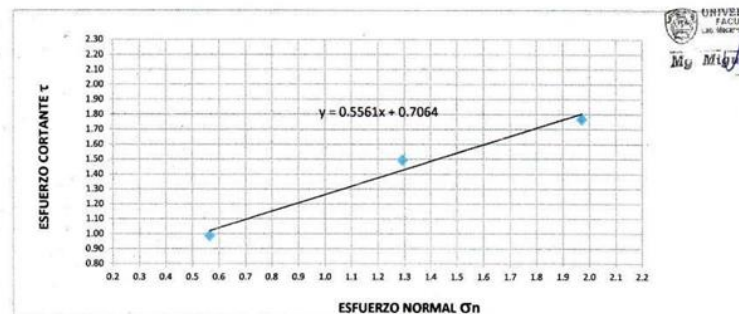
VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
0.20	10.06	8.05	3.792	0.000	-0.04	-0.07	10.17	8.513	5.001	20.17	0.504	0.422	0.248
0.40	13.32	16.1	9.48	0.034	-0.04	-0.07	12.86	15.15	9.693	20.07	0.641	0.755	0.483
0.60	15.39	20.7	16.12	0.066	-0.04	-0.07	14.57	18.95	15.17	19.96	0.730	0.949	0.760
0.80	16.87	23	20.86	0.094	-0.04	-0.07	15.79	20.85	19.08	19.86	0.795	1.050	0.961
1.00	16.87	25.3	23.7	0.117	-0.03	-0.07	15.79	22.74	21.42	19.76	0.799	1.151	1.084
1.50	16.87	27.6	27.49	0.165	-0.03	-0.06	15.79	24.64	24.55	19.51	0.809	1.263	1.258
2.00	16.87	28.75	30.34	0.208	-0.01	-0.04	15.79	25.59	26.9	19.25	0.820	1.329	1.397
2.50	16.87	29.33	31.28	0.226	0.008	-0.01	15.79	26.06	27.68	19	0.831	1.372	1.457
3.00	16.87	29.33	32.23	0.231	0.018	0.00	15.79	26.06	28.46	18.75	0.842	1.390	1.518
3.50	16.87	29.33	32.71	0.251	0.025	0.003	15.79	26.06	28.85	18.49	0.854	1.410	1.560
4.00	18.94	29.33	32.23	0.255	0.032	0.007	17.5	26.06	28.46	18.24	0.959	1.429	1.560
4.50	18.94	28.75	32.23	0.255	0.036	0.007	17.5	25.59	28.46	17.99	0.973	1.422	1.582
5.00	18.94	28.75	32.23	0.254	0.041	0.00	17.5	25.59	28.46	17.73	0.987	1.443	1.605
5.50	15.98	28.18	32.23	0.255	0.041	-0.02	15.06	25.11	28.46	17.48	0.861	1.437	1.628
6.00	15.54	28.18	32.23	0.255	0.042	-0.03	14.69	25.11	28.46	17.23	0.853	1.458	1.652
6.50	14.06	27.6	32.23	0.259	0.041	-0.04	13.47	24.64	28.46	16.98	0.793	1.451	1.676
7.00	12.58	27.6	31.76	0.505	0.050	-0.05	12.25	24.64	28.07	16.72	0.733	1.474	1.679
7.50	10.8	27.03	31.76	0.507	0.046	-0.07	10.79	24.17	28.07	16.47	0.655	1.467	1.704
8.00	10.8	26.45	31.76	0.507	0.028	-0.09	10.79	23.69	28.07	16.22	0.665	1.461	1.731
8.50	10.8	25.88	31.28	0.503	0.039	-0.10	10.79	23.22	27.68	15.97	0.675	1.454	1.733
9.00	10.8	25.3	30.81	0.502	0.041	-0.11	10.79	22.74	27.29	15.72	0.686	1.447	1.736
9.50	10.8	25.3	30.34	0.502	0.034	-0.13	10.79	22.74	26.9	15.47	0.697	1.470	1.739
10.00	10.8	25.3	30.34	0.495	0.036	-0.14	10.79	22.74	26.9	15.22	0.709	1.494	1.767
10.50	10.8	25.3	29.86							14.97			
11.00	10.8	25.3	29.86							14.72			
11.50	10.8	25.3	29.39							14.48			



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm²)	17.73	15.47	15.22
σ_n (kg/cm²)	0.56	1.29	1.97
τ (kg/cm²)	0.9870	1.49	1.77

Cohesión	0.811 kg/cm²
Ángulo de fricción interna	28.64 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Mily Jara
JEN E



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Pag 1 de 2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT
TESIS : Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito
Huaraz – 2024
CALICATA : 3
LUGAR : HUARAZ - ANCASH
FECHA : 09/09/2024

NOMBRE DE MUESTRA = C-3 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	96.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.90 gr/cm ³
Contenido de Humedad	7.00 %
Peso Unitario Seco	1.77 gr/cm ³

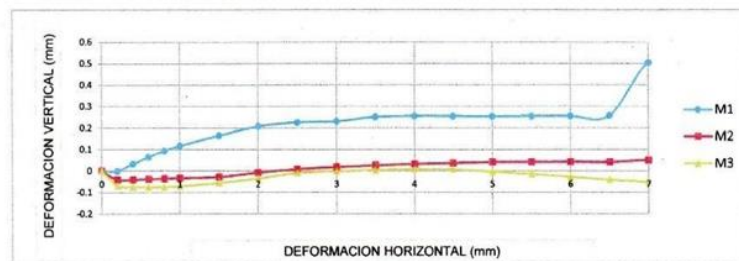
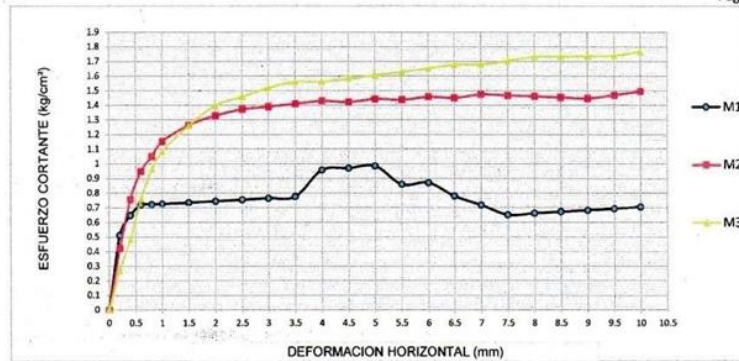
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. *Miguel Solar Jara*
J.R.F.E.

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	10.21	8.05	4.361	0.000	-0.04	-0.07	10.3	8.513	5.47	20.17	0.510	0.422	0.271
0.40	13.47	16.1	9.48	0.034	-0.04	-0.07	12.98	15.15	9.693	20.07	0.647	0.755	0.483
0.60	15.1	20.7	16.12	0.066	-0.04	-0.07	14.33	18.95	15.17	19.96	0.718	0.949	0.760
0.80	15.1	23	20.86	0.094	-0.04	-0.07	14.33	20.85	19.08	19.86	0.721	1.050	0.961
1.00	15.1	25.3	23.7	0.117	-0.03	-0.07	14.33	22.74	21.42	19.76	0.725	1.151	1.084
1.50	15.1	27.6	27.49	0.165	-0.03	-0.06	14.33	24.64	24.55	19.51	0.734	1.263	1.258
2.00	15.1	28.75	30.34	0.208	-0.01	-0.04	14.33	25.59	26.9	19.25	0.744	1.329	1.397
2.50	15.1	29.33	31.28	0.226	0.008	-0.01	14.33	26.06	27.68	19	0.754	1.372	1.457
3.00	15.1	29.33	32.23	0.231	0.018	0.00	14.33	26.06	28.46	18.75	0.764	1.390	1.518
3.50	15.1	29.33	32.71	0.251	0.025	0.003	14.33	26.06	28.85	18.49	0.775	1.410	1.560
4.00	18.87	29.33	32.23	0.255	0.032	0.007	17.44	26.06	28.46	18.24	0.956	1.429	1.560
4.50	18.87	28.75	32.23	0.255	0.036	0.007	17.44	25.59	28.46	17.99	0.969	1.422	1.582
5.00	18.87	28.75	32.23	0.254	0.041	0.00	17.44	25.59	28.46	17.73	0.984	1.443	1.605
5.50	15.91	28.18	32.23	0.255	0.041	-0.02	15	25.11	28.46	17.48	0.858	1.437	1.628
6.00	15.91	28.18	32.23	0.255	0.042	-0.03	15	25.11	28.46	17.23	0.870	1.458	1.652
6.50	13.76	27.6	32.23	0.259	0.041	-0.04	13.23	24.64	28.46	16.98	0.779	1.451	1.676
7.00	12.28	27.6	31.76	0.505	0.050	-0.05	12.01	24.64	28.07	16.72	0.718	1.474	1.679
7.50	10.73	27.03	31.76	0.507	0.046	-0.07	10.72	24.17	28.07	16.47	0.651	1.467	1.704
8.00	10.73	26.45	31.76	0.507	0.028	-0.09	10.72	23.69	28.07	16.22	0.661	1.461	1.731
8.50	10.73	25.88	31.28	0.503	0.039	-0.10	10.72	23.22	27.68	15.97	0.672	1.454	1.733
9.00	10.73	25.3	30.81	0.502	0.041	-0.11	10.72	22.74	27.29	15.72	0.682	1.447	1.736
9.50	10.73	25.3	30.34	0.502	0.034	-0.13	10.72	22.74	26.9	15.47	0.693	1.470	1.739
10.00	10.73	25.3	30.34	0.495	0.036	-0.14	10.72	22.74	26.9	15.22	0.705	1.494	1.767
10.50	10.73	25.3	29.86							14.97			
11.00	10.73	25.3	29.86							14.72			
11.50	10.73	25.3	29.39							14.48			

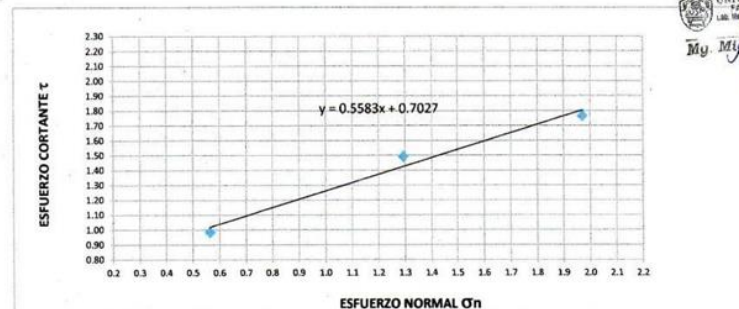
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm²)	17.73	15.47	15.22
σ_n (kg/cm²)	0.56	1.29	1.97
τ (kg/cm²)	0.9840	1.49	1.77

Cohesión	0.811 kg/cm²
Ángulo de fricción interna	28.38 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
My. *Miguel Solar Jara*
F.F.

Anexo 5. Excavación



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT		
TESIS	Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024		
LUGAR	HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No se Ubicó
FECHA	09/09/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
G C		1.50	M - 1	-	De -0.10 a -3.00 m. Grava de matriz arcillosa, de color rojiso, en estado muy compacto a compacto, de baja humedad, gravas sub redondeadas, presenta bolonería en un 30% aprox., bloques 15% aprox., tamaño max. 20".

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Jefe de Laboratorio y Centro de Estudios
Mg. Miguel Setar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT		
TESIS	Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024		
LUGAR	HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No se Ubicó
FECHA	09/09/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
GC		1.50	M - 1	-	De -0.10 a -3.00 m. Grava de matriz arcillosa, de color rojizo, en estado muy compacto a compacto, de baja humedad, gravas sub redondeadas, presenta bolonería en un 30% aprox., bloques 15%aprox., tamaño max. 20".


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



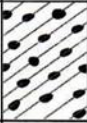
**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CALDERON ALVARADO JHONY ROBERT		
TESIS	Determinación de suelos de Barrio de Villasol con fines de cimentación del distrito Huaraz – 2024		
LUGAR	HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No se Ubicó
FECHA	09/09/2024	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

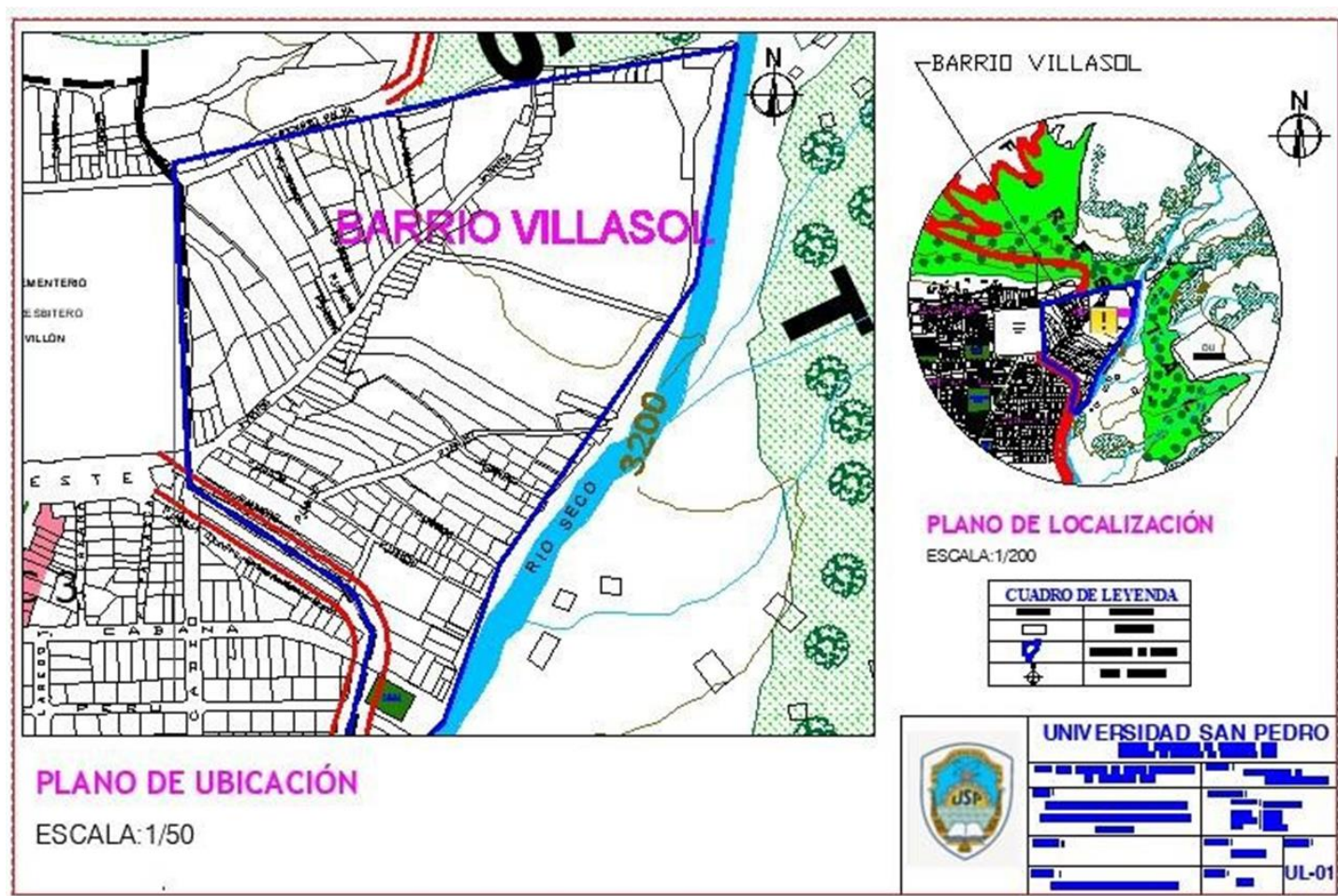
MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
GC		1.50	M - 1	-	De -0.10 a -3.00 m. Grava de matriz arcillosa, de color rojizo, en estado muy compacto a compacto, de baja humedad, gravas sub redondeadas, presenta bolonería en un 30% aprox., bloques 15%aprox., tamaño max. 20".


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Pizar Jara

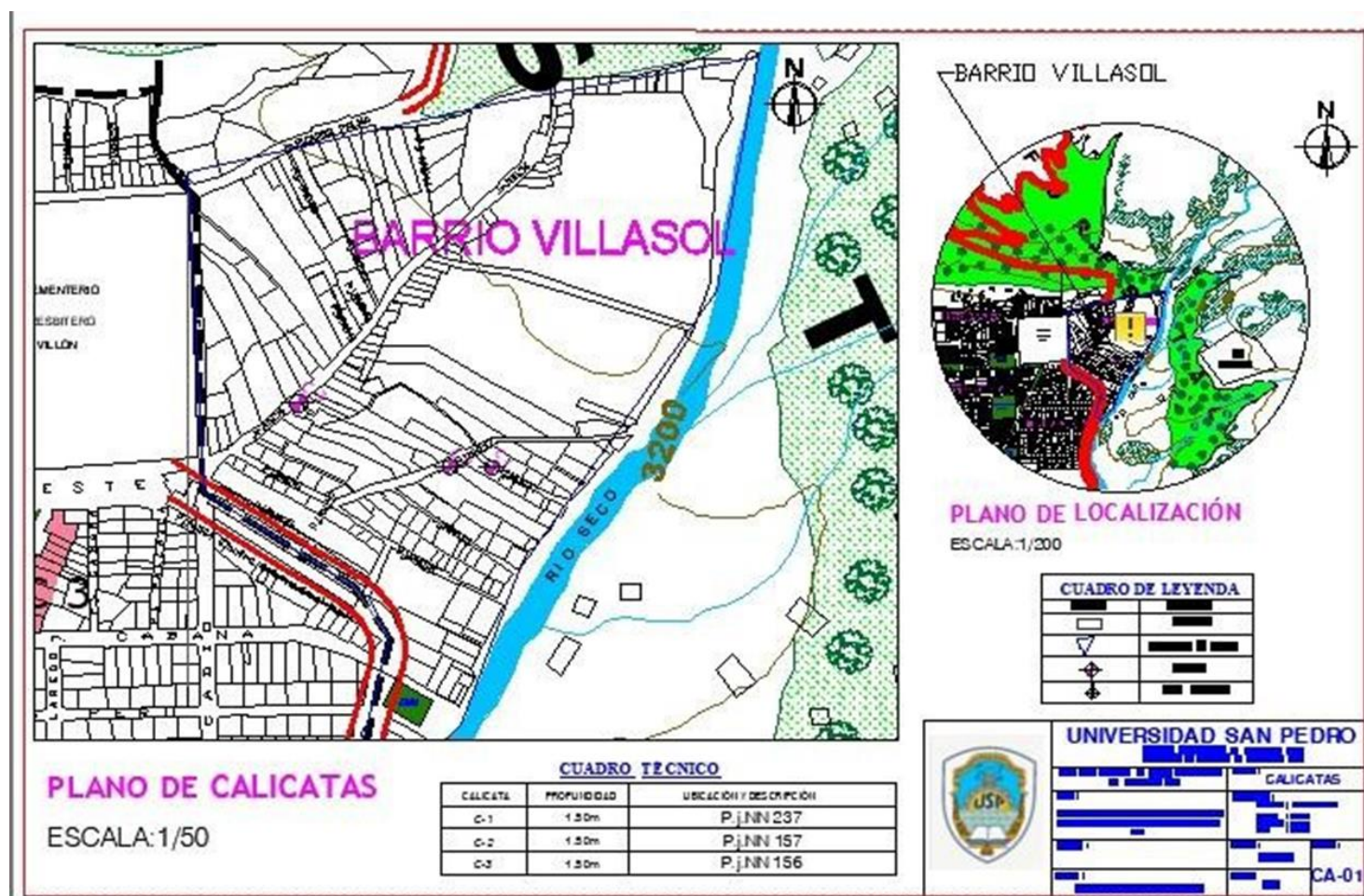
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

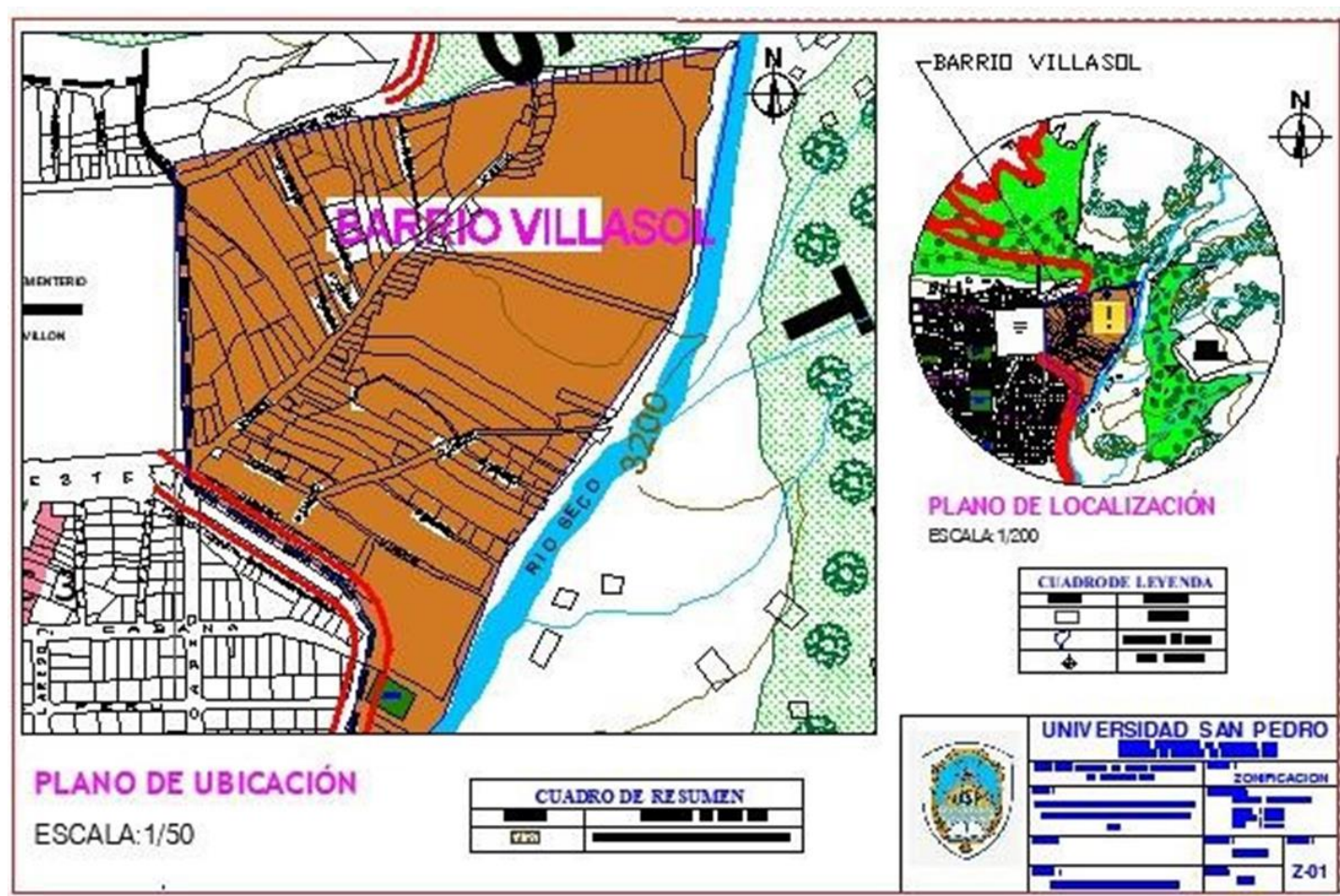
Anexo 6. Plano de Ubicación



Anexo 7. Plano de Calicatas



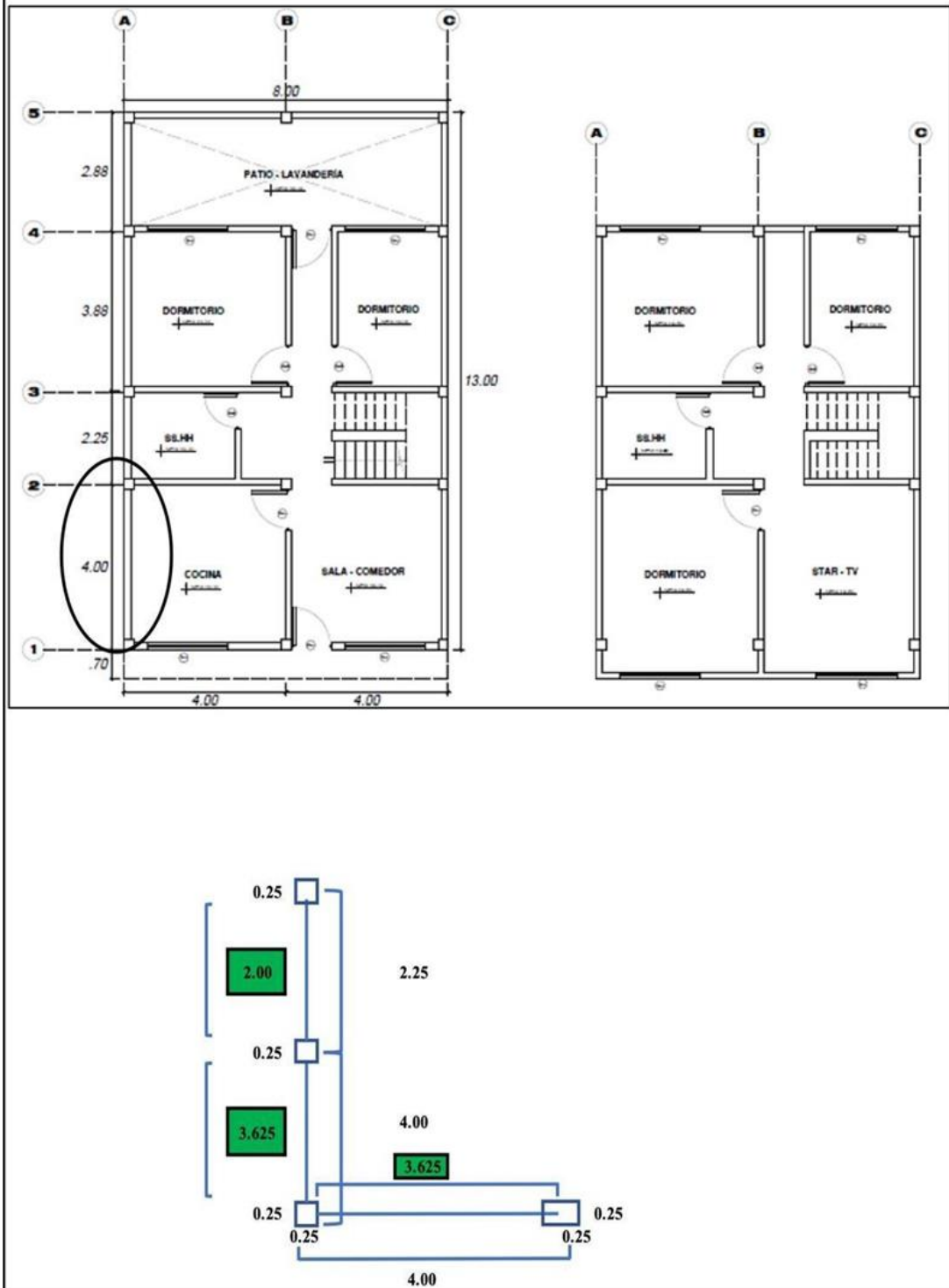
Anexo 8. Plano de Zonificación



Anexo 9. Diseño de Cimentación

DISEÑO DE ZAPATA CONECTADA Y VIGA DE CIMENTACION

CALCULOS PREVIOS:



Acabados

Losa aligerada (Columna A-1)

Peso Especifico (kg/m2)	100.00
Área de influencia (m2)	3.29
Carga (kg)	328.52

Losa aligerada (Columna A-2)

Peso Especifico (kg/m2)	100.00
Área de influencia (m2)	5.10
Carga (kg)	509.77

Tabiquería

Losa aligerada (Columna A-1)

Peso Especifico (kg/m2)	100.00
Área de influencia (m2)	3.29
Carga (kg)	328.52

Losa aligerada (Columna A-2)

Peso Especifico (kg/m2)	100.00
Área de influencia (m2)	5.10
Carga (kg)	509.77

Sobrecarga

Losa aligerada (Columna A-1)

Peso Especifico (kg/m2)	200.00
Área de influencia (m2)	3.29
Carga (kg)	657.03

Losa aligerada (Columna A-2)

Peso Especifico (kg/m2)	200.00
Área de influencia (m2)	5.10
Carga (kg)	1019.53

Calicata	L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)	Ángulo de fricción (°)	Peso (gr/cm3)
C-01	38.32	20.25	18.07	26.38	1.88
C-02	38.65	21.3	17.35	28.64	1.86
C-03	39.7	20.9	18.8	28.38	1.90
Promedio	38.89	20.82	18.07	27.80	1.88

Calicata	Esfuerzo normal (kg/cm2)			Promedio
	M-01	M-02	M-03	
C-01	0.52	1.29	1.97	1.26
C-02	0.56	1.29	1.97	1.27
C-03	0.56	1.29	1.97	1.27
Promedio (kg/cm2)				1.27

DISEÑO DE ZAPATA CONECTADA Y VIGA DE CIMENTACION

DISEÑO:

Datos

σ (kg/cm ²)	1.27	Capacidad portante del terreno
Df (m)	2.90	Fondo de cimentación
γ (tn/m ³)	1.88	Peso promedio entre el suelo y la cimentación
S/C (tn/m ²)	0.20	Sobrecarga de piso

Cálculo de cargas amplificadas

Columna A-1

P1 (tn)

Columna A-2

P2 (tn)

Dimensionamiento de viga

L (m) 3.88 *Distancia entre ejes de columnas*

h (m) 0.55

→

h/2 (m) 0.275

b (m) 0.05 *NO*

→ *Se utilizará la medida de la columna*

Cálculo del esfuerzo neto del suelo

σ_n (tn/m²)

Columna A-1

b (m)	0.25	
h (m)	0.25	
CM (tn)	5.24	(Carga Muerta)
CV (tn)	1.31	(Carga Viva)

Dimensionamiento de zapatas

Zapata Exterior (Z-1)

A_{Z-1} (m²) 1.36

A1 (m) 0.82

→

Zapata Interior (Z-2)

A_{Z-2} (m²) 1.95

A2 (m) 1.40

→

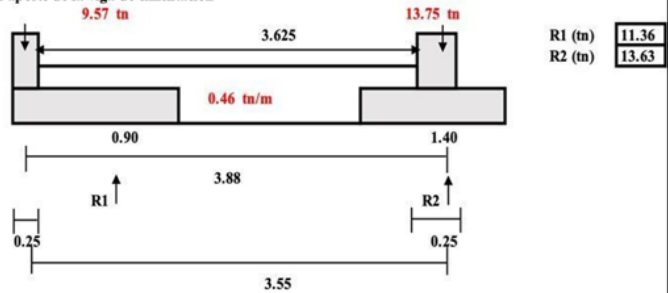
Cálculo del peso de la viga de cimentación (amplificado)

P_{vc} (tn/m)

Columna A-2

b (m)	0.25	
h (m)	0.25	
CM (tn)	7.34	(Carga Muerta)
CV (tn)	2.04	(Carga Viva)

Cálculo de las reacciones con aporte de la viga de cimentación



Con las reacciones se definen las dimensiones finales de las zapatas, por lo tanto:

Zapata Exterior (Z-1)

A _{Z-1} (m ²)	1.61
B1 (m)	1.79
	→ 1.80

Zapata Interior (Z-2)

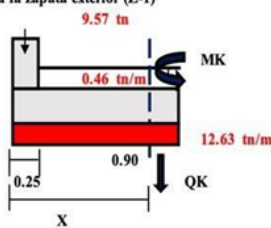
A _{Z-2} (m ²)	1.94
B2 (m)	1.38
	→ 1.40

Diseño de la viga de cimentación

Cálculo de las reacciones con aporte de la viga de cimentación



Análisis para la zapata exterior (Z-1)



$$QK = q1(x) - PVC(x - 0.25) - P1$$

Si $QK=0$, entonces:

$$X (m) = 0.78$$

X (m)	QK (tn)
0.00	-9.46
0.13	-7.94
0.25	-6.42
0.50	-3.38
0.75	-0.33
0.78	0.00
0.90	1.49

$$MK = q1 \frac{x^2}{2} - PVC \frac{(x-0.25)^2}{2} - P1(x - 0.125)$$

X (m)	MK (tn.m)
0.00	1.18
0.13	0.10
0.25	-0.80
0.50	-2.03
0.75	-2.49
0.78	-2.49
0.90	-2.40

Verificación por corte

x (m)	0.73
QK (ton)	-0.19
Vud (ton)	-0.19
Vue (ton)	1.49

Cálculo de cortante admisible

Vu (tn)	7.90	OK	Vue < Vu
---------	------	----	----------

No necesita estribos, pero por proceso constructivo usamos por montaje, por tanto se usarán estribos de 3/8"

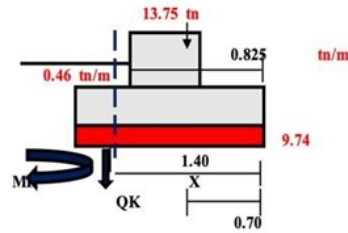
Análisis para la zapata interior (Z-2)

$$QK = q_2(x) - PVC(x - 0.825) - P2$$

Si $QK=0$, entonces:

X (m) **1.44**

X (m)	QK (tn)
0.00	-13.36
0.25	-11.05
0.50	-8.73
0.70	-6.87
0.75	-6.41
0.90	-5.02
1.15	-2.70
1.40	-0.38
1.44	0.00



$$MK = q_2 \frac{x^2}{2} - PVC \frac{(x-0.825)^2}{2} - P2(x-0.70)$$

X (m)	QK (tn)
0.00	9.46
0.25	6.41
0.50	3.94
0.70	2.38
0.75	2.05
0.90	1.19
1.15	0.23
1.40	-0.16
1.44	-0.17

Cálculo del acero de refuerzo

Para la ubicación exterior

M.máx (tn.m)	2.49
r (cm)	6.59
h (cm)	55.00
d (cm)	48.41

Cálculo de "a"

b (cm)	25.00
f'c (kg/cm ²)	210.00

a (cm) **1.30**

Cálculo de "As"

f'y(kg/cm²) 4200.00

As (cm²) **1.38**

Para f'c=210kg/cm²

p_{mín} 0.0024

As.mín (cm²) **2.90**

Se colocará acero de 1/2" arriba y abajo en toda la longitud de la viga, por lo tanto

Arriba	3	φ	1/2"	→	As (cm ²)	3.81	OK
Abajo	3	φ	1/2"	→		3.81	OK

Para la ubicación interior

M.máx (tn.m)	2.38
r (cm)	6.59
h (cm)	55.00
d (cm)	48.41

Cálculo de "a"

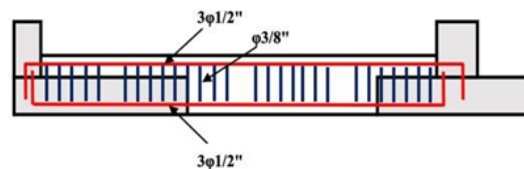
b (cm)	25.00
f'c (kg/cm ²)	210.00

a (cm) **1.30**

Cálculo de "As"

f'y(kg/cm²) 4200.00

As (cm²) **1.32**



METRADO

Zapatas - Excavación

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	Total (m3)
Z-1	0.90	1.80	3.00	4.86	10.74
Z-2	1.40	1.40	3.00	5.88	

Zapatas - Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	Total (m3)
Z-1	0.90	1.80	0.50	0.81	1.79
Z-2	1.40	1.40	0.50	0.98	

Zapatas - Encofrado y desencofrado

Descripción	Perímetro (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	Total (m2)
Z-1	5.15	0.50	2.58	5.25
Z-2	5.35	0.50	2.68	

Viga de cimentación - Excavación

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	Total (m3)
VC	0.25	2.40	3.00	1.80	1.80

Viga de cimentación - Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	Total (m3)
VC	0.25	2.40	0.50	0.30	0.35
	0.25	3.63	0.05	0.05	

Viga de cimentación - Encofrado y desencofrado

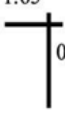
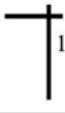
Descripción	#Caras	Largo	Alto (m)	Parcial (m2)	Total (m2)
VC	2.00	2.40	0.50	1.00	1.10
	2.00	3.63	0.05	0.10	

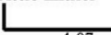
Zapatas - Solado E=10cm

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	Total (m3)
Z-1	0.90	1.80	-	1.62	3.58
Z-2	1.40	1.40	-	1.96	

Viga de cimentación - Solado E=10cm

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	Total (m3)
VC	0.25	2.40	-	0.60	0.60

Zapatas - Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$				Long. (m)	Longitud parcial (m.l.)						Parcial (KG)
Descripción	ϕ	NºVeces	NºElem.		1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
Z1 	5/8"	1.00	5.00	1.65				8.25			12.82
	5/8"	1.00	9.00	0.75				6.75			10.49
Z2 	5/8"	1.00	8.00	1.25				10.00			15.54
	5/8"	1.00	8.00	1.25				10.00			15.54
Metrado Total (KG)											54.38

Viga de cimentación - Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$				Long. (m)	Longitud parcial (m.l.)						Parcial (KG)
Descripción	ϕ	NºVeces	NºElem.		1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
Eje A-A											
Acero Longitudinal											
Acero Superior											
4.07											
0.1525  0.1525	1/2"	1.00	2.00	4.37				8.74			8.69
Acero Inferior											
0.1525  0.1525	1/2"	1.00	2.00	4.37				8.74			8.69
Acero Transversal											
Tramo 1-2											
0.19  0.49	3/8"	1.00	24.00	1.51		36.24					20.27
0.075											
0.19											
1 @ 0.05 → 2 @ 0.10											
4 @ 0.10 → 8 @ 0.80											
1 @ 0.15 → 2 @ 0.30											
Resto @ 0.20 → 12.13 @ 2.43											
Long. 1-2 (m) = 3.63											
Metrado Total (KG)											37.65

Item	Descripción	Und	Metrado
1	Estructuras		
1.1	Movimiento de tierras		
1.1.1	Excavaciones	M3	12.54
1.2	Concreto simple		
1.2.1	Solado, e=10cm	M2	4.18
1.3	Concreto armado		
1.3.1	Zapatas		
1.3.1.1	Zapatas - Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	M3	1.79
1.3.1.2	Zapatas - Encofrado y desencofrado	M2	5.25
1.3.1.3	Zapatas - Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	KG	54.38
1.3.1	Viga de cimentación		
1.3.1.1	Viga de cimentación - Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	M3	0.35
1.3.1.2	Viga de cimentación - Encofrado y desencofrado	M2	1.10
1.3.1.3	Viga de cimentación - Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	KG	37.65

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Excavación manual para cimentaciones						
Rendimiento	2.00 m3/día	Costo unitario por: m3			98.06	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.4000	22.00	8.80	
Peón	HH	1.3500	5.4000	16.00	86.40	
						95.20
Materiales						
Herramientas manuales	%MO		3.00	95.20		2.86

Solado, e=10cm						
Rendimiento	80.00 m2/día	Costo unitario por: m2			41.95	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Operador de equipo liviano	HH	1.0000	0.1000	21.86	2.19	
Capataz	HH	0.2000	0.0200	22.00	0.44	
Operario	HH	2.0000	0.2000	20.00	4.00	
Oficial	HH	1.0000	0.1000	18.00	1.80	
Peón	HH	6.0000	0.6000	16.00	9.60	
						18.03
Materiales						
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)	BOL		0.3790	25.00	9.48	
Agua	M3		0.0180	10.00	0.18	
Hormigón	M3		0.1290	83.80	10.81	
Regla de madera	P2		0.1120	6.00	0.67	
						21.14
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	18.03	0.54	
Mezcladora concreto tambor 18HP 11P3	HM	0.7500	0.0750	30.00	2.25	
						2.79

Zapatas - Concreto f'c=210kg/cm2						
Rendimiento	20.00 m3/día	Costo unitario por: m3			760.70	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.0400	22.00	0.88	
Operario	HH	2.0000	0.8000	20.00	16.00	
Oficial	HH	2.0000	0.8000	18.00	14.40	
Peón	HH	8.0000	3.2000	16.00	51.20	
						82.48
Materiales						
Piedra chancada de 1/2"-3/4"	M3		0.8000	120.36	96.29	
Arena gruesa	M3		0.5500	86.14	47.38	
Cemento Tipo MS	BOL		9.7400	50.00	487.00	
Agua	M3		0.1840	10.00	1.84	
Aditivo impermeabilizante	GLN		1.0500	26.90	28.25	
						660.75
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	82.48	2.47	
Vibrador de concreto 4HP 2.40"	HM	0.5000	0.2000	15.00	3.00	
Mezcladora concreto tambor 18HP 11P3	HM	1.0000	0.4000	30.00	12.00	
						17.47

Zapatas - Encofrado y desencofrado						
Rendimiento	12.00 m2/día	Costo unitario por: m2			53.43	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.0667	22.00	1.47	
Operario	HH	1.0000	0.6667	20.00	13.33	
Oficial	HH	1.0000	0.6667	18.00	12.00	
Peón	HH	0.5000	0.3333	16.00	5.33	
					32.13	
Materiales						
Alambre negro N°8	KG		0.1500	5.00	0.75	
Clavos con cabeza 2 1/2", 3", 4"	KG		0.2000	5.00	1.00	
Madera tornillo - Encofrado	P2		3.5000	5.31	18.59	
					20.34	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	32.13	0.96	
					0.96	

Zapatas - Acero f _y =4200kg/cm2						
Rendimiento	180.00 kg/día	Costo unitario por: kg			6.74	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.0044	22.00	0.10	
Operario	HH	1.0000	0.0444	20.00	0.89	
Oficial	HH	1.0000	0.0444	18.00	0.80	
					1.79	
Materiales						
Alambre negro N°8	KG		0.0600	5.00	0.30	
Acero corrugado f _y =4200kg/cm2 - Grado 60	KG		1.0700	4.30	4.60	
					4.90	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	1.79	0.05	
					0.05	

Viga de cimentación - Concreto f'c=210kg/cm2						
Rendimiento	10.00 m3/día	Costo unitario por: m3			788.58	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.0800	22.00	1.76	
Operario	HH	1.0000	0.8000	20.00	16.00	
Oficial	HH	1.0000	0.8000	18.00	14.40	
Peón	HH	6.0000	4.8000	16.00	76.80	
					108.96	
Materiales						
Piedra chancada de 1/2"-3/4"	M3		0.8000	120.36	96.29	
Arena gruesa	M3		0.5500	86.14	47.38	
Cemento Tipo MS	BOL		9.7400	50.00	487.00	
Agua	M3		0.1840	10.00	1.84	
Aditivo impermeabilizante	GLN		1.0500	26.90	28.25	
					660.75	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	108.96	3.27	
Vibrador de concreto 4HP 2.40"	HM	0.3000	0.2400	15.00	3.60	
Mezcladora concreto tambor 18HP 11P3	HM	0.5000	0.4000	30.00	12.00	
					18.87	

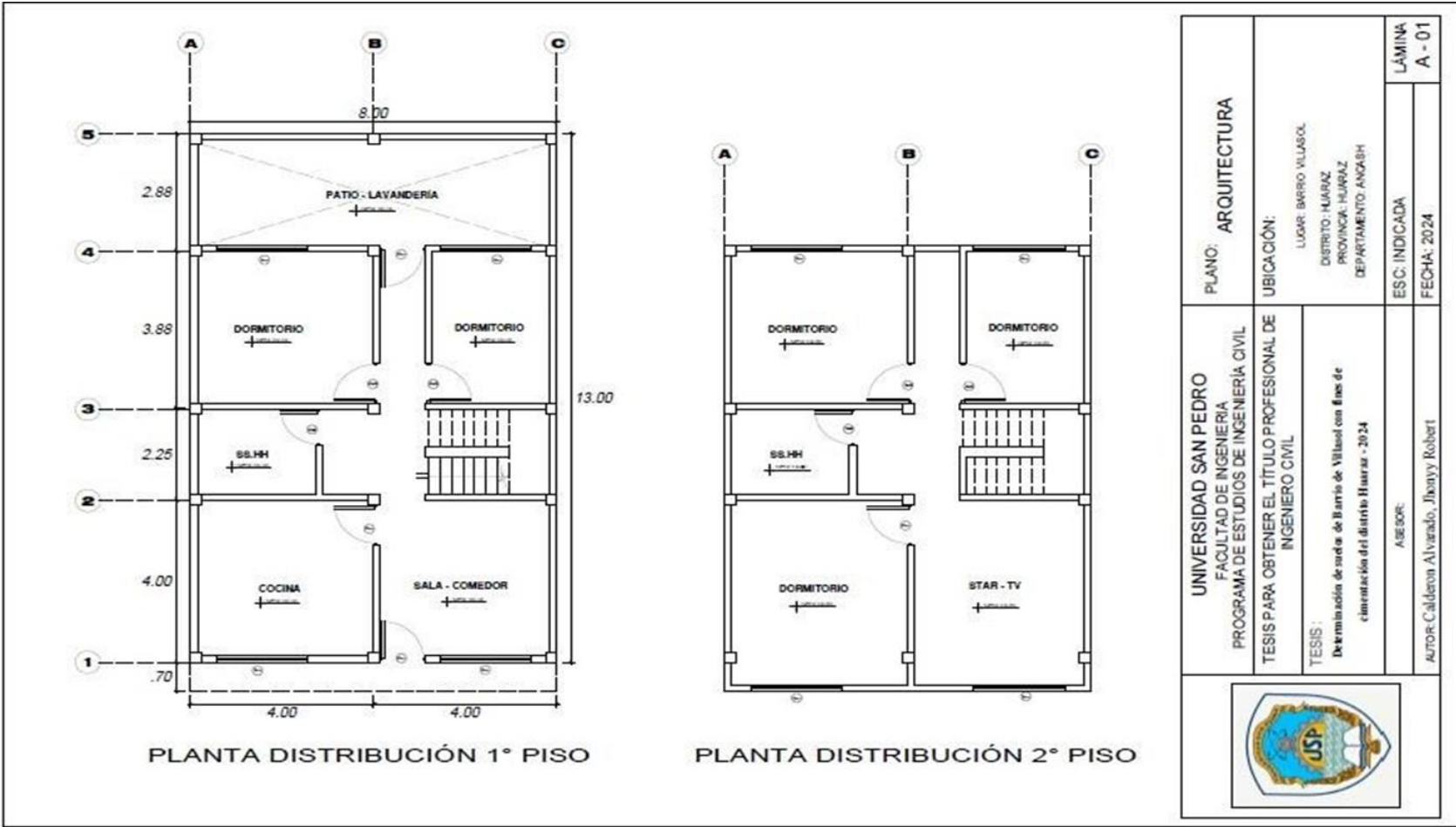
Viga de cimentación - Encofrado y desencofrado						
Rendimiento	12.00 m2/día	Costo unitario por: m2			51.28	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.0667	22.00	1.47	
Operario	HH	1.0000	0.6667	20.00	13.33	
Oficial	HH	1.0000	0.6667	18.00	12.00	
Peón	HH	0.5000	0.3333	16.00	5.33	
					32.13	
Materiales						
Alambre negro N°8	KG		0.2500	5.00	1.25	
Clavos con cabeza 2 1/2", 3", 4"	KG		0.2000	5.00	1.00	
Madera tornillo - Encofrado	P2		3.0000	5.31	15.93	
					18.18	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	32.13	0.96	
					0.96	

Viga de cimentación - Acero fy=4200kg/cm2						
Rendimiento	180.00 kg/día	Costo unitario por: kg			6.74	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de obra						
Capataz	HH	0.1000	0.0044	22.00	0.10	
Operario	HH	1.0000	0.0444	20.00	0.89	
Oficial	HH	1.0000	0.0444	18.00	0.80	
					1.79	
Materiales						
Alambre negro N°8	KG		0.0600	5.00	0.30	
Acero corrugado fy=4200kg/cm2 - Grado 60	KG		1.0700	4.30	4.60	
					4.90	
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	1.79	0.05	
					0.05	

PRESUPUESTO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
1	Estructuras					3996.32
1.1	Movimiento de tierras					1229.62
1.1.1	Excavaciones	M3	12.54	98.06	1229.62	
1.2	Concreto simple					175.37
1.2.1	Solado, e=10cm	M2	4.18	41.95	175.37	
1.3	Concreto armado					2008.78
1.3.1	Zapatas					
1.3.1.1	Zapatas - Concreto fc=210kg/cm2	M3	1.79	760.70	1361.66	
1.3.1.2	Zapatas - Encofrado y desencofrado	M2	5.25	53.43	280.52	
1.3.1.3	Zapatas - Acero fy=4200kg/cm2	KG	54.38	6.74	366.60	
1.3.1	Viga de cimentación					582.54
1.3.1.1	Viga de cimentación - Concreto fc=210kg/cm2	M3	0.35	788.58	272.31	
1.3.1.2	Viga de cimentación - Encofrado y desencofrado	M2	1.10	51.28	56.41	
1.3.1.3	Viga de cimentación - Acero fy=4200kg/cm2	KG	37.65	6.74	253.83	
				Costo Directo		3996.32
				Gastos Generales (10%)		399.63
				Utilidad (7%)		279.74
				Subtotal		4675.69
				I.G.V. (18%)		841.62
				Total		5517.32

Anexo 9. Plano de Arquitectura



DETERMINACIÓN DE SUELOS DE BARRIO DE VILLASOL CON FINES DE CIMENTACIÓN DEL DISTRITO HUARAZ - 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe	8%
	Fuente de Internet	
2	alicia.concytec.gob.pe	4%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.ucv.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
5	revistas.unh.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unprg.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.upt.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.utea.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

scholar.archive.org

9	Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	orcid.org Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.pensador.com Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %

20	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to FUNIBER Trabajo del estudiante	<1 %
22	ciencialatina.org Fuente de Internet	<1 %
23	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to El-Sewedy Education Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
28	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	www.revistas.udb.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Trabajo del estudiante	<1 %

31	discovery.researcher.life Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad de Cantabria Trabajo del estudiante	<1 %
33	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
34	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
35	catalogo.geoidep.gob.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
36	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
37	www.ked.com.mx Fuente de Internet	<1 %
38	www.sdfortune.net Fuente de Internet	<1 %
39	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.idexlab.com Fuente de Internet	<1 %

43	www.readkong.com Fuente de Internet	<1 %
44	andres01711.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
45	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
46	lirias.kuleuven.be Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.escuelamilitar.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	www.reibci.org Fuente de Internet	<1 %
51	www.sefacil.com Fuente de Internet	<1 %
52	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
53	civilgeeks.com Fuente de Internet	<1 %