



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de entibados en excavaciones profundas para suelos inestables en obras de saneamiento, Cajamarca – 2021

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

AUTOR:

Villarroel Leon, Giordano Airton (ORCID: 0000-0002-2004-6829)

ASESOR:

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Jesucristo: que mediante su bondad e infinito amor me dio las fuerzas para superar todas las pruebas que han aparecido en mi camino hasta llegar a este momento.

Agradecimiento

A Verónica y José, mis padres que confiaron en mí desde siempre, gracias por nunca soltar mi mano y enseñarme que no hay límites para realizar lo que nuestro corazón desea.

A mis hermanos Jhoseline y Benjamín que son el motivo de muchos de mis éxitos.

A la Ing. Karen Vargas que aportó con gran conocimiento a esta investigación.

A mis abuelos y toda mi familia que desde mi primer día de vida siempre estuvieron cuando los he necesitado.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y Operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimiento.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIA.....	50
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

Tabla 1: Calicatas.....	16
Tabla 2: Muestra más representativa	16
Tabla 3: Métodos, instrumento de recolección de datos y ensayos	18
Tabla 4: Cálculo de la altura promedio.....	25
Tabla 5: Cálculo de presiones laterales y de fondo para 8 metros de profundidad para excavaciones en suelo arcilloso.....	27
Tabla 6: Cálculo de presiones laterales y de fondo para 5 metros de profundidad en excavaciones en suelo arcilloso	28
Tabla 7: Cálculo de presiones laterales y de fondo para 3 metros de profundidad en excavaciones en suelo arcilloso	29
Tabla 8: Cálculo de presiones laterales para 8 metros de profundidad en excavaciones en suelo arenoso	30
Tabla 9: Cálculo de presiones laterales para 5 metros de profundidad en excavaciones en suelo arenoso	31
Tabla 10: Cálculo de presiones laterales para 8 metros de profundidad en excavaciones en suelo arenoso	32
Tabla 11: Tabla de dimensiones de perfiles de acero por altura.....	38
Tabla 12: Resultados de cargas y fuerzas para 8, 5 y 3 metros	43

Índice de figuras

Figura 1: Simbología de suelos.....	15
Figura 2: Separación en componente fina y gruesa.....	19
Figura 3: Envoltente a presión en arenas.....	20
Figura 4: Envoltente a presión en arcillas.....	21
Figura 5: Mapa del Perú.....	23
Figura 6: Mapa de Cajamarca.....	23
Figura 7: Mapa de Distritos	23
Figura 8: Zona de investigación	23
Figura 9: Medida de profundidad de zanja.....	24
Figura 10: Trazo del alcantarillado	25
Figura 11: Aplicación de teoría de PECK.....	26
Figura 12: Interpretación de resultados: mediante EXCEL	33
Figura 13: Asignación de nodos para estructura arenosa de 8, 5 y 3 metros	34
Figura 14: Colocación de puntos de apoyo	35
Figura 15: Asignación de cargas de presión envoltente en terreno arenoso.	35
Figura 16: Asignación de cargas de presión envoltente en terreno arcilloso.	36
Figura 17: Asignación de cargas de presión envoltente en terreno arcilloso.	36
Figura 18: Asignación de perfil con la capacidad de soportar las cargas y esfuerzos generados.....	37
Figura 19: Reacciones en el elemento de acero	38
Figura 20: Checkeo en arena de diseño de elemento.....	39
Figura 21: Checkeo en arcilla de diseño de elemento	39
Figura 22: Resultados de clasificación de suelos en Sánchez Judith (2019) .	41

Resumen

El objetivo de esta investigación es diseñar entibados con capacidad de soportar cargas de suelos arenosos y arcillosos en profundidades de 3, 5 y 8 metros, además usaremos un elemento novedoso en el rubro del saneamiento denominado GRATING usado para el tránsito peatonal y vehicular, lo evaluamos como elemento de contención que distribuirá las fuerzas a las vigas H, largueros y puntales. La metodología es aplicada y enfoca el conocimiento y la evidencia obtenida previamente en la teoría de la mecánica de suelos y antecedentes de casos similares en los que se busca entender el comportamiento del empuje de los suelos basándose en los resultados de ensayos de las muestras obtenidas en campo. Los resultados nos indicaron que las estructuras deben tener perfiles de dimensiones iguales o mayores a 4"*4" y 6"*6" como máximo según la profundidad de la excavación, puntales y largueros de 2.5"*2.5" que serán usados en todas las excavaciones a toda profundidad luego de diseñarlos usando la mayor fuerza de reacción. Se concluyó que se deben usar combinaciones de carga para el cálculo de fuerzas que finalmente serán determinantes al calcular las dimensiones del acero ya que la variación entre cargas no mayoradas y mayoradas es sustancial.

Palabras clave: Obras de saneamiento, inestabilidad de suelos, excavaciones de zanja, tuberías de alcantarillado, tablestacas y entibados.

Abstract

The objective of this research is to design shoring with capacity to support loads of sandy and clayey soils in depths of 3, 5 and 8 meters, in addition we will use a novel element in the field of sanitation called GRATING used for pedestrian and vehicular traffic, we evaluate it as a containment element that will distribute the forces to the H beams, stringers and struts. The methodology is applied and focuses on the knowledge and evidence previously obtained in the theory of soil mechanics and background of similar cases in which we seek to understand the thrust behavior of soils based on the test results of the samples obtained in the field. The results indicated that the structures should have profiles of dimensions equal to or greater than 4"×4" and 6"×6" as a maximum depending on the depth of the excavation, struts and beams of 2.5"×2.5" that will be used in all excavations at all depths after designing them using the highest reaction force. It was concluded that load combinations should be used for the calculation of forces that will ultimately be decisive when calculating steel dimensions since the variation between non-major and major loads is substantial.

Keywords: Sanitation works, soil instability, trench excavations, sewage pipes, sheet piles and shoring.

I. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años se ha dejado de lado el estudio de los suelos en diferentes proyectos civiles, esto debido a varios factores entre ellos a que se ha creído que con la experiencia de entornos similares se puede realizar el mismo trabajo, otro caso es el de reutilizar la información de proyectos ubicados en zonas que no pertenecen al actual proyecto ¹. Pero recientemente el estudio de los suelos se ha vuelto prioridad debido al sobre coste de excavaciones y movimiento de tierras, un claro ejemplo es la de la variación de los estratos de suelo es decir que a profundidad variable varía también la composición, las técnicas para su manejo, el equipamiento a usar y los presupuestos económicos. El costo de excavación y la estabilización de un talud de estratos rocoso es mucho menor a la de suelos saturado u orgánicos no saturados, teniendo esto en consideración, entender el comportamiento de los suelos se está volviendo una prioridad ². Otro factor aún más importante el proteger la integridad de las personas que exponen la vida día a día realizando excavaciones o trabajando cerca o dentro de estas, es por eso que debemos dar mayor importancia al diseño de estructuras de soporte o contención que controlen el desprendimiento de materiales dentro de excavaciones profundas al perder su talud o la continuidad de su nivel natural. En la ingeniería civil y sobre todo en los rubros en los que se realizan excavaciones mayores a 1.5 metros para cimientos ³, instalación de tuberías y trabajos similares se utilizan sistemas de entibados y tablestacas, para el uso de estos sistemas no se tiene una normativa o guía de uso práctico y la normativa vigente está limitada en alcances y procedimientos, además los sistemas que se usan comercialmente en su mayoría exceden la resistencia al empuje requerida que se podría traducir en mayor seguridad ⁴, pero el costo es superior al esperado para proyectos con cientos o miles de metros excavados, en contraste los sistemas hechizos o fabricados in situ no tienen ningún criterio técnico dejando la resistencia al empuje a “la suerte” esperando que los materiales usados soporten las fuerzas que actúen sobre estos, lo que se ve reflejado en mayor peligro y posterior pérdida no solo de tiempo sino de materiales y en el peor de los casos la pérdida de vidas.

Formulación del problema: En la ciudad de Cajamarca, en el distrito de Baños del Inca, línea colectora Bajo Otuzco durante los trabajos de excavación y posterior instalación de tuberías se ha identificado la necesidad de diseñar elementos de soporte que puedan controlar el deslizamiento de los suelos excavados debido a la alteración de su talud natural.

Es por lo señalado anteriormente que en este trabajo de investigación se ha planteado el siguiente problema general: ¿Cómo el tipo de suelo definirá las cargas para el diseño de entibados para excavaciones profundas para suelos inestables en obras de saneamiento? Luego se plantearon los siguientes problemas específicos: ¿Cómo las dimensiones de la excavación profunda de suelos inestables determinarán el diseño del entibado en obras de saneamiento?, ¿Cómo las cargas de suelos inestables determinarán el diseño del entibado en obras de saneamiento? y ¿Cómo el material de diseño para entibados en excavaciones profundas permitirá dar mayor contención a los suelos inestables para trabajos en obras de saneamiento?

Es por esto que se propone la siguiente hipótesis general: El tipo de suelo y sus características definirá el diseño del entibado.

Y las hipótesis específicas planteadas son las siguientes: Las alturas representativas bien definidas permitirán el uso en la totalidad del trazo a excavar, Determinar las cargas y su ubicación permitirán diseñar la estructura del entibado, El tipo de acero y su distribución en la estructura contendrán eficientemente las fuerzas de empuje.

Justificación de la investigación: Lo más caro no es lo mejor ni lo más barato es peor, para la ingeniería existe lo técnicamente correcto y lo más adecuado para su uso sin sobre o sub dimensionar los costos y materiales, es por esto que este trabajo se justifica de la siguiente manera.

Justificación teórica: La variedad de autores que este trabajo recopila tienen como objetivo dar a conocer la importancia del estudio de los suelos y el comportamiento que estos tienen frente a la alteración de su estructura por medios físicos o

químicos⁵, así se entiende que es de suma importancia el tener material bibliográfico que sintetice y resuma luego de un análisis toda la información necesaria para poder diseñar o proyectar sistemas que soporten las fuerzas aplicadas por los suelos excavados.

Justificación metodológica: Debido a la dimensión de las excavaciones y la necesidad de no alterar los suelos muestreados justifican el uso de la metodología aplicada cuasi experimental para proyectar los resultados obtenidos y mediante el uso de las ciencias poder proyectar los resultados en los objetivos que al finalizar este trabajo pueden ser puestos en práctica⁶.

Justificación técnica: Un trabajo como este es de suma importancia para los profesionales de la ingeniería con un nivel de entendimiento técnico que haga uso de este trabajo en el diseño, ejecución y proyección de entibados. Se usó herramientas, metodologías, normativa y reglamentos con firme confiabilidad y comprobado sustento técnico que dan confianza en el procedimiento y los resultados⁷.

Justificación social: La informalidad se ha convertido en un problema que cada vez crece incluso se ha dispersado en el sector privado lo que genera atraso en la investigación, gasto de materiales y sobre todo riesgos para la vida humana. Por esto es que este trabajo se justifica en la necesidad de tener un texto de fácil entendimiento para todos los niveles sociales, culturales y económicos que puedan ser usados para mejorar los trabajos en excavaciones y reducir el gasto y los peligros⁸.

Justificación económica: Este trabajo representa un gran ahorro esto debido a que se limitará el uso a lo que se requiera sin sobredimensionar los materiales usados.

Cabe recordar y resaltar que las tablestacas y entibados diseñados con los criterios expuestos en la conclusión pueden ser re utilizados siempre y cuando sea en la misma zona para la cual fue proyectada ya que las excavaciones temporales son precisamente esto “temporales” lo que significa que al no

quedarse permanentemente en una zanja pueden ser transportados a zanjas abiertas posteriormente ⁹.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales tenemos a Vergara Ronald (2018) cuyo trabajo tiene como objetivo realizar un estudio detallado de los taludes de la zona y el diseño de 3 tipos de estructuras de contención del tipo gavión, geomalla y muro de contención, la metodología usada fue aplicada experimental ya que las variables usadas para el diseño de gaviones pueden ser alteradas para ajustarse a los resultados obtenidos al analizar el empuje de los suelos. Los resultados indicaron que para este tipo de proyectos se deben usar geomallas biaxiales ya que estas tienen una mejor trabazón entre geomalla y suelo orgánico. La conclusión indica que se debe estabilizar los taludes para disminuir el riesgo de deslizamiento que trae consigo rocas de tamaños variados ya que la topografía de la zona es accidentada por lo que optar por esta metodología es más recomendable, además para mayor seguridad se recomienda estabilizar la franja con geomallas, el costo es elevado, otra ventaja es que mejorará el aspecto de la zona al contener vegetación sobre su estructura ¹⁰.

Cuzco Julio César (2018) que en su investigación tuvo como objetivo el contrastar el comportamiento de estructuras de contención sometidos a cargas de empuje de tipo gravedad, contrafuerte y voladizo. La metodología usada fue la deductiva, empleada por las ciencias físicas aplicando estas en las estructuras de contención. Los resultados obtenidos indicaron los desplazamientos laterales máximos de 0.2099 cm, 1.2515 cm y 0.0503 cm; esfuerzos máximos de 76.09 kg/cm², 72.80 kg/cm² y 28.0249 kg/cm² para muros de gravedad, voladizo y contrafuertes respectivamente sometidos a cargas de servicio. 0.3569 cm, 1.8625 cm y 0.1023 cm; 106.74 kg/cm², 107.98 kg/cm² y 46.1472 kg/cm² para muros de gravedad, voladizo y contrafuertes respectivamente, sometidos a la carga última. Finalmente concluyó la investigación indicando que los muros de contención con contrafuertes tienen un mejor comportamiento estructural por gravedad y voladizo ya que presentan menores desplazamientos, esfuerzos internos y momentos de volteo ¹¹.

Juarez José (2019) tuvo como objetivo describir el proceso de entibación para la protección lateral de excavaciones realizadas para el montaje de anillos de interconexiones en refinerías, se identifica el uso de metodologías experimentales. Los resultados indicaron que el primer estrato estudiado recuerda que a diferencia de la teoría no existen suelos solo arcillosos o solo arenosos, se debe tener mayor cuidado al realizar excavaciones en el caso de encontrarse con suelos arcillosos saturados en toda la profundidad de la excavación, o arena saturada en el que el nivel del agua dentro de la excavación sea menor al nivel de agua al exterior. Se concluyó que es necesario que en este tipo de proyectos de excavaciones temporales se cumpla con la normativa de seguridad vigente, además y aún más importante es que se debe clasificar los suelos, ya que así se podrá conocer, cualitativamente las características físicas y propiedades mecánicohidráulicas de los mismos, según el grupo situado para poder determinar el sistema óptimo de entibación ¹².

Como antecedentes Internacionales tenemos a Avella Fabián (2019) el trabajo que ha desarrollado tiene como objetivo verificar la ciclicidad de las propiedades de resistencia en depósitos arcillosos en profundidad y calcular probabilidades de falla en la que se asume la resistencia al corte no drenado como un proceso aleatorio siguiendo en ambos casos el proceso estocástico de segundo orden. La metodología usada experimental no aplicada, los resultados indican que la superficie de probabilidad límite de falla no coincide con la del factor mínimo de seguridad. Este resultado tiene gran importancia pues muestra que no necesariamente un factor de seguridad permisible implica una seguridad adecuada. Luego, los resultados que se tienen usando procesos estocásticos de segundo orden de un lado y asumiendo un C como variable al azar por el otro dan valores distintos. Finalmente se concluye que con el modelo desarrollado se demostró que el introducir la variación de las propiedades de los suelos planteados en el problema es mucho más racional que tomar al azar una expresión determinística lo que reduce la incertidumbre en la ingeniería geotécnica al momento de la ejecución de diseños o la obtención de parámetros del suelo. Sin embargo, esta metodología se origina a partir de la deducción

matemática tomando en consideración las propiedades del suelo variando de un punto a otro es decir un proceso aleatorio ¹³.

Figuroa Marta (2021), teniendo como objetivo determinar los pros y contras del uso de muro de suelo mecánicamente estabilizado como estribo de puentes. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental. Obteniendo los resultados que indican que para el muro de suelos mecánicamente estabilizados para estribos verdaderos, un área de 20 metros cuadrados comparado con 22.50 metros cuadrados de estribos de concreto reforzado no provee ventaja alguna en la dimensión del área comparada por lo que la conclusión es que el uso de muros de suelo mecánicamente estabilizados como estribos para puentes sirven en suelos con características mecánicas muy bajas, por lo que este sistema de sostenimiento necesita una estabilización del suelo de fundación para llegar al valor ideal de soporte del suelo y la rapidez para la construcción del muro significaría un tiempo más breve de construcción in situ, pero la necesidad de tener suficiente área en la pantalla, tener el relleno reforzado, controlar la calidad, mantener alejada de la estructura cualquier material orgánico y realizar ensayos de corrosión y degradación significan una gran desventaja comparado a los elementos de concreto ¹⁴.

Sánchez Judith (2019) en su trabajo tiene como objetivo realizar el análisis de metodologías para la construcción de estructuras de soporte de taludes según los resultados del estudio de suelos. La metodología usada es de tipo aplicada y con diseño experimental. Los resultados indicaron que, de los sistemas constructivos comparados, tablestaca y conformación de talud, difieren grandemente en su efectividad, tiempo de construcción y presupuesto siendo 13.50 días a 41,162.75 dólares y 2.50 días a 7,113.28 dólares para cada sistema respectivamente por lo que se concluye que ambos sistemas constructivos son viables para un trabajo de excavación cuya profundidad es mayor a 2 metros, pero se debe analizar los estudios básicos de la especialidad de geotecnia por profesionales capaces de interpretar la información y de tener el suficiente criterio de valorar los pro y contras de un sistema y otro teniendo en cuenta el tipo de suelo, sistema a utilizar y sobre todo la seguridad en obra ¹⁵.

Nicolaos y Grigorios (2020) aims to present the trench retainers and comment on their use in conjunction with the work of the technical team. Initially, a general reference is made to drainage networks and the need for their construction depth, presenting the excavation method, the preparation of drainage ditches and eventual collapse of the ditch wall. Subsequently, a brief presentation of the methods and types of retainers, mainly bulkheads, is made, based on the construction material and its geometric characteristics, commenting on the soil-bulkhead interaction, as well as failure phenomena in drainage ditches. The results and conclusions such as The stochastic diversity of the subsoil composition and the complex and even unpredictable technical behavior of geomaterials make substrate retention absolutely necessary for a technical and economic design of a drainage project. Hazards involving excavations, in particular trenches, can lead to serious incidents involving workers on construction sites. From the analysis of the survey responses, it can be concluded that the workers in the drainage ditches are satisfied with the quality of the commercial retainers, which have been at a high level for many years, but unfortunately serious accidents in the industry have not been resolved. The utmost care and responsibility is required from employees who, combined with the high level of containment technology, can reduce accidents in drainage ditches. To achieve this goal, not only employees but also employers as a whole must be more attentive and responsible in trench works. Understanding the timing of manufacturing processes is crucial to preventing a support failure. Employers, supervisors, and workers must follow the requirements established in the Occupational Health and Safety Act (OHSA) and the Construction Project Regulations. The dangers of work force employers to adopt comprehensive measures to protect workers. In addition, owners, contractors, vendors, workers, and supervisors must help the employer maintain safe working conditions. This research led to the conclusion that strongly indicates that the best solution to avoid collapse failures, along with zero worker fatalities, is to combine three parameters, i.e., high level of technology retention, proper application, maximum attention and responsible attitude of the operator. teamwork when working in drainage ditches ¹⁶.

Numan Khan (2019) the objective of his research is to accumulate information and develop mathematical logics, convert logics into algorithms and unite the process, acquire a visualized security plan and a 3D model,

The results indicated that the study showed that the developed tool has ample potential to improve excavation-related safety planning, which is unavoidable in dealing with the significant increase in injuries and fatalities recently reported. The system is verified to automatically identify and visualize landslides, fall hazards, and no-go zone hazards and optimize entry and exit planning per OSHA regulations. The automatic generation of 3D models and more practical security planning is another great contribution of this study. The proposed approach is expected to help designers through automated modeling and help decision makers to develop practical safety plans compared to conventional 2D plans for excavation work in the pre-construction phase. - is a unique automatic modeling approach that can be extended to other rule dependent topics and infrastructure works like bridges, pipelines and additional works like parametric designs. The installation of the security features along with their take off quantity and optimized locations were also witnessed in the case study. Thus, the system can predict in advance the location coordinates and the necessary preventive resources. The conclusion indicated that the potential of VPL and BIM for excavation safety planning and modeling in the pre-construction phase was verified and confirmed with an actual case study. In the future, this tool could be developed as a guidance add-on for commercial software applications that will enhance the entire security planning process. Another future consideration is simplifying this tool to an application that can help and guide field workers to more accurately and efficiently execute security plans. In addition, the integration of the presented work with augmented reality can provide a new direction to carry out the planned excavation work on the actual site. Additionally, this can be used to guide and educate workers during the execution phase of the excavation ¹⁷.

Tacitano Marcelo (2018) O objetivo é garantir uma margem mínima de segurança em relação a Estados Limites Últimos, em que é escotada a capacidade resistente ou a estabilidade de parte ou do conjunto todo, terreno e estrutura. São elas estabilidade global; estabilidade local da ficha (empuxo passivo) – giro da

estrutura; estabilidade de fundo; estabilidade hidráulica de fundo; resistência do paramento à flexão e ao cisalhamento; resistência das estroncas à flexocompressão; resistência dos tirantes à tração; estabilidade da contenção atirantada (resistência do bulbo); verificação local do apoio, contra o paramento, de estroncas/tirantes (punção). A metodologia é aplicada não experimental, os resultados forem que, para trabalhos em valas para condutos e canais onde há tráfego de pessoas, é indispensável que se respeite as larguras livres indicadas abaixo, segundo a NBR 9061/85 $D \leq 0,40 \text{ m} \quad L = 0,80 \text{ m}$ $0,40 \text{ m} < D \leq 0,80 \text{ m} \quad L = D + 0,60 \text{ m}$ $D > 0,80 \text{ m} \quad L = D + 0,40 \text{ m}$ sendo D = diâmetro externo do fuste do tubo, largura do canal ou largura da seção a ser executada; L = largura livre. Estes valores devem ser utilizados para profundidades de até 4,00 m. Para maiores profundidades, a largura livre deve ser estabelecida em cada caso pelo projeto de escavação. E se conclui com que o modelo proposto para simular a interação solo-estrutura, com a extensão do conceito de viga em meio elástico mostrou ser um modelo eficaz e preciso. Na extensão do conceito de vigas em meio elástico, foi incorporado o comportamento plástico do solo. Ao sofrer compressão ou descompressão, de acordo com o movimento da parede, a partir de uma tensão em repouso, sua tensão é limitada pelo estado limite de equilíbrio ativo ou passivo. A histerese também foi incorporada aos elementos do solo para que se possa representar carregamentos cíclicos ¹⁸.

Ruge Juan (2019) el objetivo de este artículo fue encontrar el efecto de saturación parcial sobre arenas finas y presión de tierra en un muro de tablestacas, la metodología usada para hallar los resultados fue el muestreo en campo, modelación y escalado de los materiales reales usados en campo. Los resultados muestran las fuerzas de presión de tierra halladas a diferentes profundidades en la última etapa de excavación. Solo el ensayo de 7 celdas arrojó con exactitud el empuje sobre la tablestaca en los mismos lugares que el ensayo escalado o prototipo a escala real. El artículo concluye mencionando que existen muchos factores que inciden en las predicciones que se hacen sobre un ensayo a gran escala, tanto en la modelación numérica como física. Por este motivo considerar estos aspectos será de mucha utilidad para explicar un comportamiento en la modelación o un alto nivel de dispersión de resultados ¹⁹.

Cahuana Jerson (2019) este artículo tuvo como objetivo determinar experimentalmente el empuje activo de las cargas de los suelos contra los muros de contención que sufren traslación y rotación. La metodología descrita en este artículo fue experimental aplicada. Los resultados indicaron que para presiones laterales de la arena suelta $\gamma_{\text{suelta}} = 12.3\text{kN/m}^3$, $D_r=39.8\%$, $\Phi=34.4^\circ$ considerando a $\delta=0^\circ$. Los resultados más importantes se refieren a los suelos densos y a su respuesta no lineal, se observaron lecturas máximas en la distribución de las presiones laterales del suelo, lo que sugiere que este es el resultado de la superposición de las presiones laterales causados por la traslación horizontal y la rotación alrededor del tope, así para $\Phi=45.0^\circ$ y $\delta=0^\circ$. Finalmente se concluyó que la distribución lateral de la presión obtenidos por los datos experimentales, si el suelo está suelto o contractivo es lineal, esto está demostrado por las teorías de Rankine y Coulomb. La presión lateral distribuida, según los datos experimentales, cuando el suelo se halla en estado denso o dilatante es no lineal y depende del muro de contención y su cinemática ²⁰.

Castro Juan (2017) el objetivo de este artículo fue el de analizar la confiabilidad del empuje activo para el diseño de muros en voladizo en los flujos de suelo y lodo residuales del Valle de Aburrá en su zona metropolitana, la metodología usada fue el análisis de métodos de confiabilidad para la determinación de los empujes activos para el diseño geotécnico de muros de contención en voladizo. En los resultados se evidenció que una diferencia entre el análisis por PM (parámetro mixto) vs el análisis de PE (parámetro equivalente). En los análisis por PM el flujo de lodos se observa que se tiende a presenciar menores probabilidades de falla que las del suelo residual. Luego se la principal conclusión fue que la diferencia entre las probabilidades de falla entre un suelo y otro son controladas principalmente por la cohesión, sin embargo, se observó que hay mayor variación de los coeficientes del empuje activo para el suelo residual y con valores mayores promediados con respecto a los del flujo de lodos ²¹.

Como base teórica relacionada a las variables y dimensiones tenemos. Suelo: aglomerado que es relativamente poco cohesivo que está compuesto por

minerales, sedimentos y/o material orgánico que se encuentra sobre el substrato rocoso. El suelo puede ser fragmentado fácilmente hasta lograr la separación de sus partículas más pequeñas por medios mecánicos propios o externos al suelo, así como pueden ser compactados hasta comprimir sus partículas y lograr una consistencia sólida y homogénea por medios mecánicos y fisicoquímicos ²².
Gravas y arenas: caracterizados por tener granos gruesos fácil de distinguir al ojo, nos son plásticos y son granulares ²³. Limos: Se caracterizan por tener granos finos que no pueden ser distinguidos a simple vista, son no plásticos y granulares.
Arcillas: Tienen grano fino, no se pueden distinguir a simple vista y son plásticos ²⁴. Presión lateral de tierra: “Los muros de contención soportan taludes verticales, y estructuras similares a tablestacas. El adecuado diseño de estas estructuras necesita una estimación de la presión lateral de tierra, que es una función de factores como el la cantidad y el tipo de movimiento de estas estructuras de soporte, parámetros resistencia cortante de los suelos, su peso específico y las condiciones de drenaje en el relleno” p.324 ²⁵

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación aplicada es un proceso de investigación científica rigurosa, seria y como una manera óptima y necesaria para conocer la realidad desde la evidencia ²⁶.

Este trabajo es de tipo aplicado pues busca enfocar el conocimiento y la evidencia obtenida previamente en la teoría ²⁷ de la mecánica de suelos y antecedentes de casos similares en los que se busca entender el comportamiento del empuje de los suelos basándose en los resultados de ensayos de las muestras obtenidas en campo.

Diseño de la investigación:

El diseño cuasi experimental manipula, al menos, una variable independiente para observar y analizar sus efectos sobre una o varias variables dependientes ²⁸, difieren de un experimento “puro” en el nivel de confiabilidad que se pueda tener sobre lo equivalente que es el primer grupo. En este tipo de diseños los sujetos no son asignados al azar en los grupos ni se emparejan, en cambio estos grupos ya están asignados antes del experimento: se puede decir que son grupos intactos (la razón por la que surgieron y la manera en la que fueron integrados es independiente o separado del experimento) ²⁹.

El diseño de investigación de este trabajo es Cuasi Experimental pues ya se tiene establecido por convención la clasificación de los suelos y las características de estos ³⁰, pero según el tipo de suelo y los resultados de los ensayos en campo vimos reflejados el comportamiento frente a la acción de las fuerzas, peso propio, cargas externas, humedad, etc. De acuerdo a la normativa vigente.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Cargas laterales en zanjas excavadas.

Definición conceptual: Es una estructura larga, profunda y estrecha realizada con la finalidad de conducir fluidos, cimentar, instalar tuberías, etc ³¹.

Definición operacional: Los tipos de zanjas en la zona de intervención del proyecto son variadas, pero al identificar las de menor estabilidad es decir las más representativas para este trabajo se procedió a dimensionarlas y evaluar sus características. Una vez identificadas las zanjas más representativas se realizaron los ensayos visuales, los cálculos de carga y sobrecarga según el tipo de suelo.

Indicadores: Estudio y evaluación de suelos.

Escala de medición: Nominal.

Variable dependiente: Diseño de Entibado para 2 tipos de suelo y 3 alturas representativas.

Definición conceptual: El comportamiento de los suelos son una serie de características o propiedades estudiadas en la geotecnia “La geotecnia o estudia la composición y propiedades de la zona más superficial de la corteza terrestre” ³², estos comportamientos serán determinantes para el diseño de la estructura ya que de estos dependen cómo serán proyectadas las estructuras y cuáles serán su dimensiones y especificaciones de fabricación.

Definición operacional: Usaremos la teoría de mecánica de suelos, el reglamento de cimentaciones y su aplicación en los suelos seleccionados para comprender cómo es que se comportan los suelos arenosos, arcillosos ante la alteración de su forma, volumen, masa original y como es que esta alteración se ve reflejada en la estructura a diseñar.

Indicadores: Parámetros normativos, evaluación de cargas y diseño estructural.

Escala de medición: Razón.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Es el grupo de elementos de los que se desea conocer algo en una investigación. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros" ³³.

La población está compuesta por los tramos de excavaciones BAJO OTUZCO.



Figura N°1: Simbología de suelos
Fuente: Elaboración propia

Muestra

Se llama muestra a un subconjunto de la población en el que se realizará la investigación. La muestra es una parte representativa de la población ³⁴.

La cantidad de muestras a evaluar es de 2 suelos representativos, la muestra fue no probabilística pues se escogieron directamente aquellos suelos que estaban en el trazo de las líneas colectoras y redes secundarias de alcantarillado, realizando la clasificación de las mismas en campo. De las que se pudo identificar que, los suelos más comunes o representativos son los suelos con presencia de Arenas y Arcillas.

Tabla N°1: Calicatas.

CALICATAS UBICADAS EN EL TRAZO DE COLECTORES Y REDES DE ALCANTARILLADO			
n°	Calicata	Tipo suelo	de Descripción
1	C1-E1	CL	Suelos inestables y frecuente presencia de Napa Freática
2	C1-E2	GC	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2: Muestra más representativa.

SELECCIÓN DE SUELO MÁS COMÚN		
n°	Tipo de suelo	Veces repetidas
1	SM	3
2	CL	2
3	CH	3
4	SC	4

Fuente: Elaboración propia

Según se aprecia en la Tabla N° 2 los suelos más comunes están compuestos por Arenas y Arcillas por lo que estos suelos fueron nuestra base de estudio.

Muestreo

Este método es utilizado para seleccionar componentes de la muestra total usando reglas, procedimientos y criterios que representen lo que sucede en toda la población ³⁵.

El muestreo usado en esta investigación es no probabilístico lo que significa que no está basado en formulas o procedimientos matemáticos estadísticos sino en el criterio de quien elabora este trabajo, tomando como referencia las normas nacionales y antecedentes ³⁶.

En el muestreo se ha seleccionado 2 tipos de suelo representativo los cuales son la Arena y Arcilla.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas para recolectar datos son un conjunto de procesos establecidos que permiten definir el sujeto u objeto muestreado ³⁷.

Teniendo esto en cuenta se utilizará la observación como principal medio de recolección de datos, metodología que permitió reconocer la problemática a tratar y que será también esta metodología la que nos permita darle solución.

Instrumentos de recolección de datos

Este medio de recopilación tiene como fin el de registrar la información obtenida y se puede usar gran variedad de mecanismos de registro y control como son pruebas, listas, tablas, formularios, etc ³⁸.

Para esta investigación se usaron los siguientes instrumentos:

TABLA N°3: Métodos, instrumento de recolección de datos y ensayos.

MÉTODO	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	ENSAYO
Determinación manual rápida de contenido.	Registro estratigráfico	Estratigrafía
	Tabla de resultados	Modelado cilindro 1mm
		Modelado cilindro 3mm

Fuente: Elaboración propia

Validez

La validez es la característica por la cual un instrumento logra medir respecto a lo que fue diseñado para medir esperando el mayor grado de precisión ³⁹.

Esta tesis de investigación será validada con los parámetros de la N.T.P, AASHTO, SUCS y ASTM que rigen los resultados de los ensayos realizados a las muestras seleccionadas.

Confiabilidad

La confiabilidad es la capacidad de un instrumento o método de ser preciso, consistente y estable en su medición en diferentes momentos ⁴⁰.

Para esta tesis se comprobó la calidad de los laboratorios a los que el proyecto tuvo acceso lo que genera una gran confiabilidad en resultados y precisión de los equipos, avalados por la firma de los profesionales a cargo.

3.5 Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo de esta tesis comenzó con la recolección de datos de las zanjas y reconocimiento de los suelos más representativos de las líneas secundarias de alcantarillado denominadas colector de redes de alcantarillado denominado Colector Bajo Otuzco.

3.5.1 Selección de suelos: Con los suelos seleccionados se procedió a corroborar las características de estos según el método de determinación rápida del contenido de arena, arcilla y limo del suelo que serán necesarios para identificar los procedimientos de cálculo posteriores y según la clasificación SUCS de medida de fracción fina o gruesa para la clasificación de arcillas (<0.002mm) o bloques (>75mm) como indica la Figura N°2. Una vez medidas las partículas se procede a humedecer las muestras y darles forma cilíndrica de diámetros 3mm y 1mm, si en 3mm mantiene su forma y es posible reducir el cilindro a 1mm el suelo tiene entre 65 y 80% de arena, si no mantiene su forma entonces el suelo contiene más del 80% de arena, si el cilindro de 3mm puede formar un anillo de 10 cm de longitud con grietas en su superficie la muestra tiene entre 40 y 60 % de arena ⁴¹. Si se puede formar un anillo con el cilindro de 1mm y no muestra grietas la muestra presenta más arcillas que limo, si al endurecer y partirse no presenta desmoronamiento entonces la muestra se considera como arcilla.



Figura N°2: Separación en componente fina y gruesa
Fuente : Lorenzo Borselli 2021

3.5.2 Análisis del comportamiento de los suelos: Los cortes en los suelos ejercen una fuerza denominada de ahora en adelante como envolvente de presión.

Para analizar el comportamiento de los suelos debemos definir los siguientes conceptos teóricos:

Cortes de arena:

La envolvente a presión de los cortes en arena posee una forma rectangular.

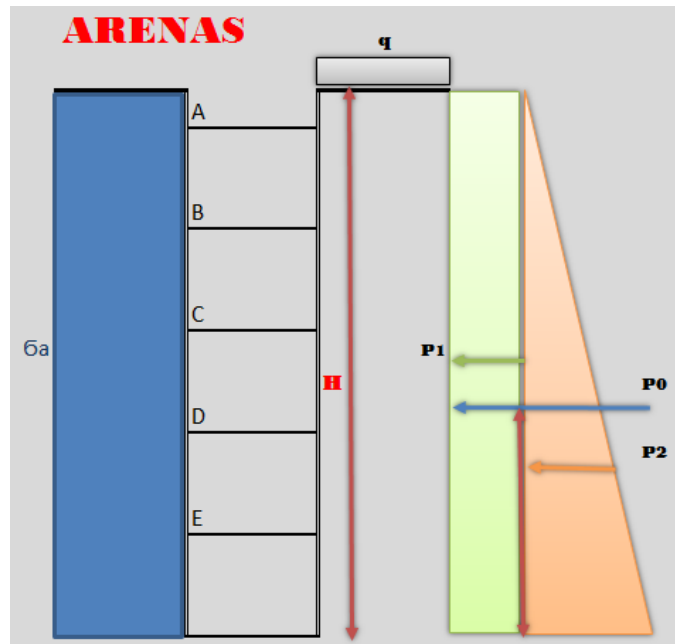


Figura N°3: Envoltente a presión en arenas

Fuente : Elaboración propia

Dónde:

Envoltente a presión en suelos arenosos:

$$\sigma_a = 0.65 * \gamma * H * K_a$$

Coefficiente de presión activa de Rankine:

$$K_a = \tan(45^\circ - \phi)^2$$

Presión de tierra lateral por carga viva:

$$P_1 = q * K_a * H$$

$$P_2 = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * K_a$$

$$P_0 = P_1 + P_2$$

$$Z = \frac{P_1 \frac{H}{2} * P_2 \frac{H}{3}}{P_0}$$

γ : Peso específico del suelo.

H : Altura de excavación.

ϕ : Angulo de fricción.

q : Carga viva uniforme adyacente a la excavación.

Z : Distancia de NF a P_0

Cortes de arcilla:

La envolvente a presión de los cortes en arcilla posee forma de paralelogramo.

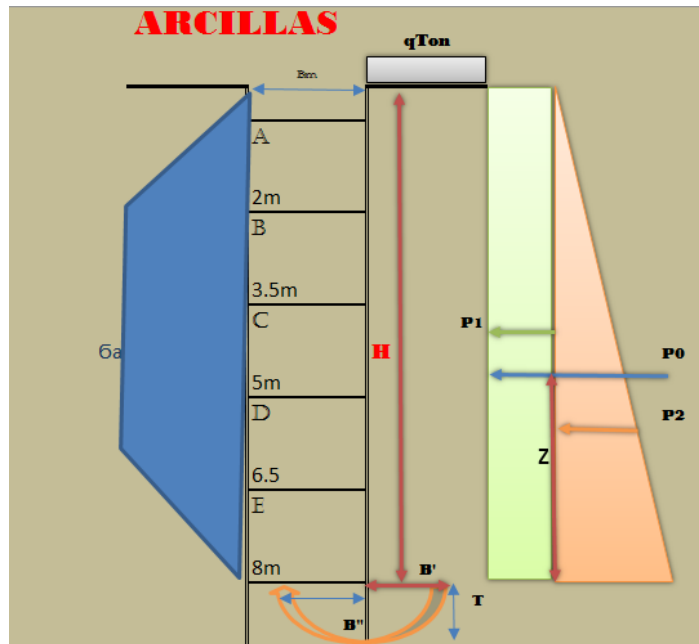


Figura N°4: Envolvente a presión en arcillas

Fuente : Elaboración propia

Dónde:

Envolvente a presión en suelos arenosos:

$$\sigma_a = 0.3 * \gamma * H * K_a$$

Coefficiente de presión activa de Rankine:

$$K_a = \tan(45^\circ - \phi)^2$$

Presión de tierra lateral por carga viva:

$$P_1 = q * K_a * H$$

$$P_2 = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * K_a$$

$$P_0 = P_1 + P_2$$

$$Z = \frac{P_1 \frac{H}{2} + P_2 \frac{H}{3}}{P_0}$$

$$B' = T = B / \sqrt{2}$$

$$B'' = \sqrt{2} * B'$$

- γ : Peso específico del suelo no drenado.
- H: Altura de excavación.
- \emptyset : Angulo de fricción de suelo no drenado.
- q: Carga viva uniforme adyacente a la excavación.
- Z: Distancia de NF a P0
- B: Ancho de excavación de zanja.
- B': Ancho de sección de corte de levantamiento de fondo.
- B'': Ancho de sección de zanja de levantamiento de fondo.
- T: Espesor de la arcilla debajo de la base de la excavación.

3.6 Método de análisis de datos

En el caso de esta tesis se usó el análisis de datos cuantitativos. En esta metodología se debe detallar una ruta con procedimientos, ordenada que permitan un correcto análisis de datos ⁴².

Los métodos de Interpretación de resultados: usados en esta tesis son estadísticos y matemáticos. Al finalizar el análisis y Interpretación de resultados: obtendremos los resultados que quedarán registrados en formatos realizados en MSO EXCEL para el fácil entendimiento y contraste de las hipótesis con estos.

3.7 Aspectos éticos

Esta tesis de investigación fue realizada con todos los valores que un futuro ingeniero debe tener, cada cita de autor consultado y antecedente evaluado cumple con las normas nacionales emitidas por INDECOPI e internacionales avaladas por ISO que permiten respetar sus aportes y resaltó la importancia de su trabajo. Finalmente, este trabajo fue ingresado y comparado en la base de datos de la plataforma TURNITIN para evitar cualquier posibilidad de plagio.

IV. RESULTADOS

Título:

“Diseño de entibados en excavaciones profundas para suelos inestables en otras de saneamiento – Cajamarca - 2021.”

Ubicación geográfica:

Departamento :
 Provincia :
 Distrito :
 Centro Poblado :

Cajamarca
 Cajamarca
 Los Baños Del Inca
 Bajo Otuzco



Figura N° 5: Mapa del Perú
 Fuente : Inei

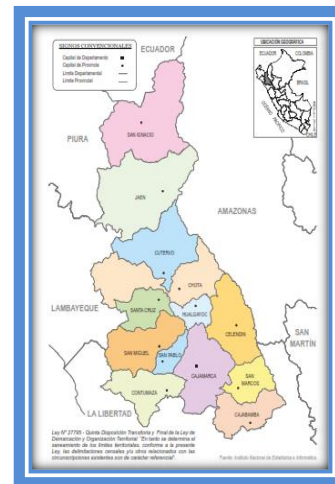


Figura N° 6: Mapa de Cajamarca
 Fuente : Inei



Figura N° 7: Mapa de Distritos
 Fuente: : familysearch.org

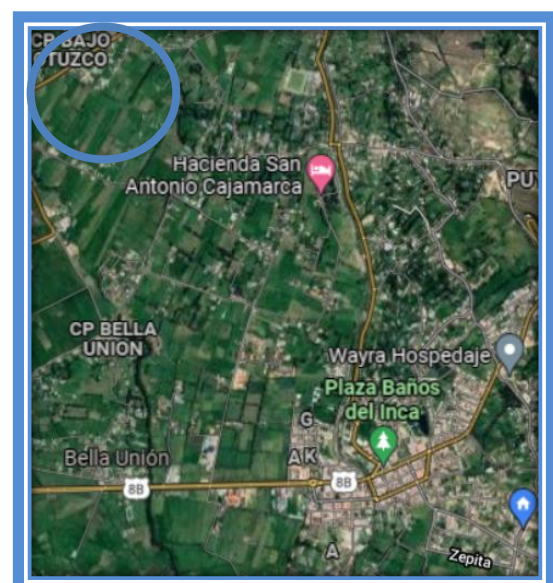


Figura N° 8: Zona de investigación
 Fuente : Mapas de GOOGLE

Objetivo específico 1: Definir 3 alturas representativas para cada tipo de suelo, tubería y topografía.

Para la cumplir con este objetivo se procedió a la medición de las zanjas con flexómetro y nivel topográfico, es de gran importancia la topografía pues esta determinará la profundidad de la excavación debido a su pendiente, la tubería a usar en este tramo es PVC DN250mm S20. En la Figura N° 8 podemos ver el proceso de nivelación y medición la profundidad y ancho.

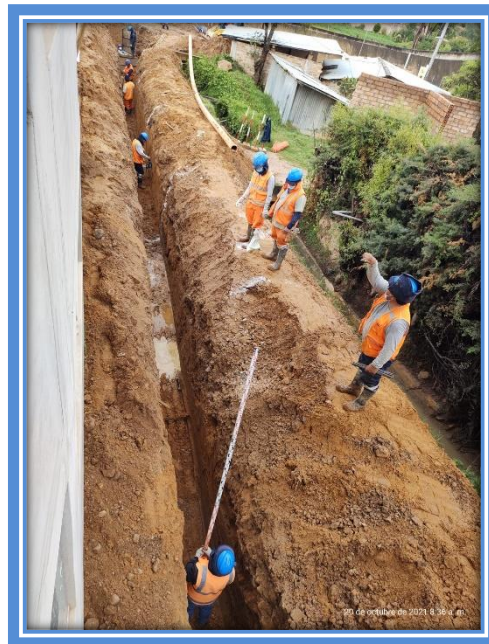


Figura N° 9: Medida de profundidad de zanja
Fuente : Elaboración propia

Interpretación de resultados:

Luego de recolectados los datos en diferentes puntos de los 4 tramos muestreados se pudo calcular la altura promedio de zanjas usando como instrumentos de medición el nivel y la regla, los datos obtenidos fueron ingresados en una ficha para luego ser sumados y promediados seleccionando a criterio propio las alturas más representativas que permitan usar una misma estructura en diferentes tramos de las zonas con profundidades similares o iguales.

Tabla N°4: Cálculo de la altura promedio

PROFUNDIDADES PROMEDIO DE ZANJAS				
n°	UBICACIÓN	ZONA	ALTURA (m)	ALTURA MÁXIMA (m)
1	BAJO OTUZCO 1	El porongo	1.5	2,5 y 8
2	BAJO OTUZCO 2	Sierra verde	5.5	
3	BAJO OTUZCO 3	Sierra verde	6.5	
4	BAJO OTUZCO 4	Sierra verde	8	

Fuente: Elaboración propia

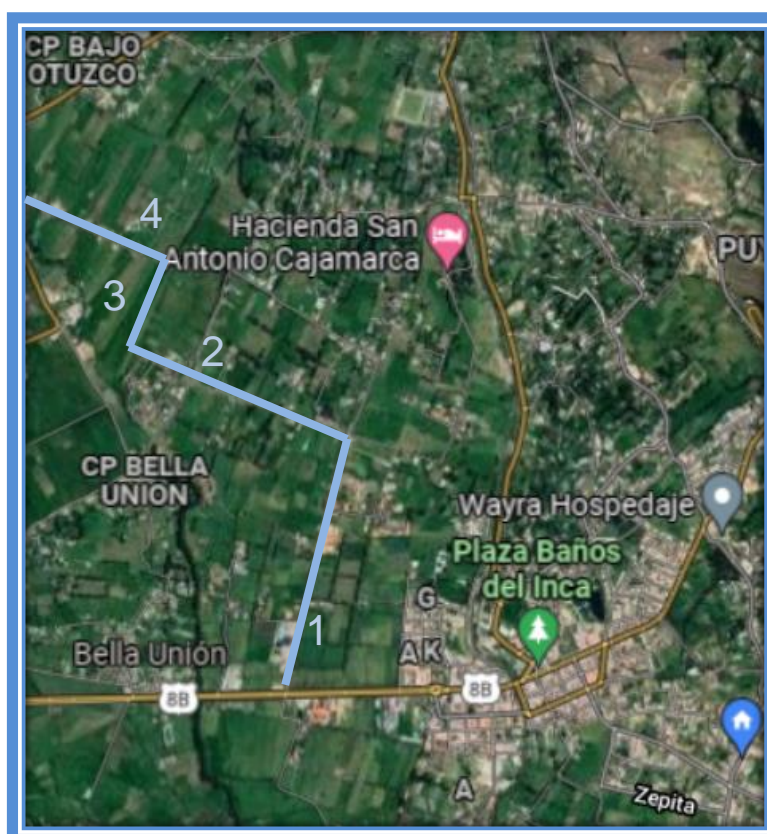


Figura N°10: Trazo del alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento de datos:

Según las mediciones en campo sabemos que la mayor de las profundidades es de 8m.

La profundidad está condicionada a la pendiente necesaria para que las aguas residuales no queden estancadas y a la profundidad de las cajas domiciliarias con mayor diferencia de nivel entre 2 buzones. Usando la altura máxima de 8 metros las estructuras proyectadas podrán ser aplicadas a excavaciones de menor profundidad.

OBJETIVO 2: Determinar las fuerzas de presión lateral del suelo en las excavaciones para diseñar el entibado.

Para cumplir con este objetivo se usó la teoría de cortes apuntalados de PECK (1969) en el que se diseña largueros, puntales, tablestacas y vigas montante; para los que debemos estimar la presión lateral de los suelos a los que se verán sometidos los cortes excavados.

Las fuerzas activas totales por longitud unitaria se calculan utilizando la teoría general de cuñas. Sin embargo, este análisis no es suficiente y no proporciona las relaciones requeridas para estimar las variaciones de las de las presiones laterales con la profundidad, que engloba varios factores, como el tipo de suelo, la experiencia de los operarios de construcción, las herramientas, materiales y equipos, etc. Así, se usarán envolventes empíricas de presiones desarrolladas por observaciones de campo según PECK (1969).

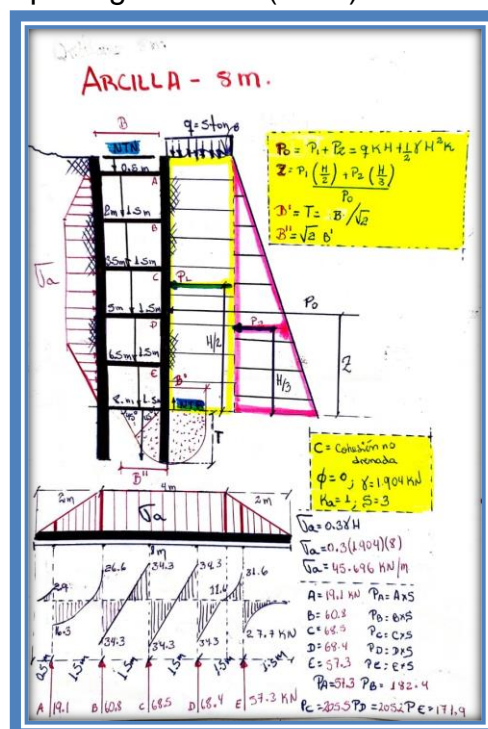


Figura N°11: Aplicación de teoría de PECK.
Fuente: Elaboración manual propia.

Tabla N°5: Cálculo de presiones laterales y de fondo para 8 metros de profundidad para excavaciones en suelo arcilloso.

H=	8	q=	5
$\sigma_a=$	$0.3 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_a$	45.696	kNm
Reacciones y fuerzas de empuje KN			
	puntales		largueros
A=	19.1	$PA=A \cdot s$	57.3
B=	60.8	$PB=B \cdot S$	182.4
C=	68.5	$PC=C \cdot S$	205.5
D=	68.4	$PD=D \cdot S$	205.2
E=	57.3	$PE=E \cdot S$	171.9
	Mayor reacción diseño	68.5	205.5
Levantamiento de fondo en corte no drenado			
	$B'=T=B/\sqrt{2}=$	1.060660172	
	$B''=\sqrt{2} \cdot B'=$	1.5	
Presión lateral de sobrecarga			
	$P1=q \cdot K \cdot H=$	400	
	$P2=\gamma \cdot K \cdot H^2/2=$	609.28	
	$P0=P1+P2=$	1009.28	KN
	$Z=(P1(H/2)+P2(H/3))/P0=$		
		3.195096174	m

Fuente de elaboración: Propia

Interpretación de resultados:

Para excavaciones de 8 metros en suelo arcilloso se procedió a calcular la envolvente de PECK que está indicada como una fuerza repartida con forma de paralelogramo que en este caso es de 45.696 KNm, al analizar las reacciones en los puntales ubicados en A, B,C,D y E se seleccionó la reacción de mayor valor que en este caso fue de 68.5 KN, en los largueros ubicados en los mismos puntos se seleccionó la fuerza repartida de mayor valor que en este caso es de 205.5 KNm. Debido a la saturación de la arcilla esta genera una fuerza de empuje en la base de la excavación que para este caso tiene una dimensión de 1.06m de profundidad bajo el nivel de fundación por lo que las vigas a usar deberán incluir esta profundidad extra al momento de instalarlas. Las presiones laterales debido a la carga externa asumida como vehículos pesados de limpieza y eliminación P1, P2 y P0 son de 400, 609.28 y 1009.28 KN respectivamente, P0 es la suma de

P1 y P2, Z es la distancia del nivel de fundación NF hasta P0 que en nuestro caso es igual a 3.195m.

Tabla N°6: Cálculo de presiones laterales y de fondo para 5 metros de profundidad en excavaciones en suelo arcilloso.

H= 5		q= 5	
6a=	$0.3 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_a$	28.56	kNm
Reacciones y fuerzas de empuje KN			
puntales			largueros
A=	18.5	$P_A = A \cdot s$	55.5
B=	42.2	$P_B = B \cdot s$	126.6
C=	46.4	$P_C = C \cdot s$	139.2
Mayor reacción diseño		46.4	139.2
Levantamiento de fondo en corte no drenado			
$B' = T = B / \sqrt{2} =$		1.06066017	
$B'' = \sqrt{2} \cdot B' =$		1.5	
Presión lateral de sobrecarga			
$P_1 = q \cdot K \cdot H =$		250	
$P_2 = \gamma \cdot K \cdot H^2 / 2 =$		238	
$P_0 = P_1 + P_2 =$		488	KN
$Z = (P_1(H/2) + P_2(H/3)) / P_0 =$			
		2.09357923	m

Fuente de elaboración: Propia

Interpretación de resultados:

Para excavaciones de 5 metros en suelo arcilloso se procedió a calcular la envolvente de PECK que está indicada como una fuerza repartida con forma de paralelogramo que en este caso es de 28.56 KNm, al analizar las reacciones en los puntales ubicados en A, B y C se seleccionó la reacción de mayor valor que en este caso fue de 46.4 KN, en los largueros ubicados en los mismos puntos (PA, PB y C) se seleccionó la fuerza repartida de mayor valor que en este caso es de 139.2 KNm. Debido a la saturación de la arcilla esta genera una fuerza de empuje en la base de la excavación que para este caso tiene una dimensión de 1.06m de profundidad bajo el

nivel de fundación por lo que las vigas a usar deberán incluir esta profundidad extra al momento de instalarlas. Las presiones laterales debido a la carga externa asumida como vehículos pesados de limpieza y eliminación P1, P2 y P0 son de 250, 238 y 488 KN respectivamente, P0 es la suma de P1 y P2, Z es la distancia del nivel de fundación NF hasta P0 que en nuestro caso es igual a 2.094m.

Tabla N°7: Cálculo de presiones laterales y de fondo para 3 metros de profundidad en excavaciones en suelo arcilloso.

H= 3		q= 5	
6a=	$0.3 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_a$	17.136	kNm
Reacciones y fuerzas de empuje KN			
	puntales		largueros
A=	38.6	$PA = A \cdot s$	115.8
	Mayor reacción diseño	38.6	115.8
Levantamiento de fondo en corte no drenado			
	$B' = T = B / \sqrt{2} =$	1.06066017	
	$B'' = \sqrt{2} \cdot B' =$	1.5	
Presión lateral de sobrecarga			
	$P1 = q \cdot K \cdot H =$	150	
	$P2 = \gamma \cdot K \cdot H^2 / 2 =$	85.68	
	$P0 = P1 + P2 =$	235.68	KN
	$Z = (P1(H/2) + P2(H/3)) / P0 =$		
		1.31822811	m

Fuente de elaboración: Propia

Interpretación de resultados:

Para excavaciones de 3 metros en suelo arcilloso se procedió a calcular la envolvente de PECK que está indicada como una fuerza repartida con forma de paralelogramo que en este caso es de 17.136 KNm, al analizar las reacciones en el puntal ubicado en A se seleccionó la única reacción de 38.6 KN, en el larguero ubicado en PA se seleccionó la fuerza repartida de mayor valor que en este caso es de 139.2 KNm. Debido a la saturación de la arcilla esta genera una fuerza de empuje en la base de la excavación

que para este caso tiene una dimensión de 1.06m de profundidad bajo el nivel de fundación por lo que las vigas a usar deberán incluir esta profundidad extra al momento de instalarlas. Las presiones laterales debido a la carga externa asumida como vehículos pesados de limpieza y eliminación P1, P2 y P0 son de 150, 85.68 y 235.68 KN respectivamente, P0 es la suma de P1 y P2, Z es la distancia del nivel de fundación NF hasta P0 que en nuestro caso es igual a 1.318m.

Tabla N°8: Cálculo de presiones laterales para 8 metros de profundidad en excavaciones en suelo arenoso.

H=	8	q=	5
6a=	$0.65 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_a$	36.50021387	kNm
	Reacciones y fuerzas de empuje KN		
	puntales		largueros
A=	45.6	$P_A = A \cdot s$	136.8
B=	54.8	$P_B = B \cdot S$	164.4
C=	54.8	$P_C = C \cdot S$	164.4
D=	54.8	$P_D = D \cdot S$	164.4
E=	82.1	$P_E = E \cdot S$	246.3
	Mayor reacción diseño	82.1	246.3
	Presión lateral de sobrecarga		
	$P_1 = q \cdot K \cdot H =$	147.4636953	
	$P_2 = \gamma \cdot K \cdot H^2 / 2 =$	224.6167007	
	$P_0 = P_1 + P_2 =$	372.0803961	KN
	$Z = (P_1(H/2) + P_2(H/3)) / P_0 =$		
		3.195096174	m

Fuente de elaboración: Propia

Interpretación de resultados:

Para excavaciones de 8 metros en suelo arenoso se procedió a calcular la envolvente de PECK que está indicada como una fuerza repartida con forma rectangular que en este caso es de 36.5 KNm, al analizar las reacciones en los puntales ubicados en A, B, C, D y E se seleccionó la reacción de mayor valor que en este caso fue de 82.1 KN, en los largueros

ubicados en los mismos puntos se seleccionó la fuerza repartida de mayor valor que en este caso es de 246.5 KNm. Las presiones laterales debido a la carga externa asumida como vehículos pesados de limpieza y eliminación P1, P2 y P0 son de 147.46, 224.61 y 372.08 KN respectivamente, P0 es la suma de P1 y P2, Z es la distancia del nivel de fundación NF hasta P0 que en nuestro caso es igual a 3.195m.

Tabla N°9: Cálculo de presiones laterales para 5 metros de profundidad en excavaciones en suelo arenoso.

H=	5	q=	5
6a=	$0.65 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_a$	22.8126337	kNm
Reacciones y fuerzas de empuje KN			
	puntales		largueros
A=	28.5	$P_A = A \cdot s$	85.5
B=	34.2	$P_B = B \cdot s$	102.6
C=	51.3	$P_C = C \cdot s$	153.9
	Mayor reacción diseño	51.3	153.9
Presión lateral de sobrecarga			
	$P_1 = q \cdot K \cdot H =$	92.1648096	
	$P_2 = \gamma \cdot K \cdot H^2 / 2 =$	87.7408987	
	$P_0 = P_1 + P_2 =$	179.905708	KN
	$Z = (P_1(H/2) + P_2(H/3)) / P_0 =$		
		2.09357923	m

Fuente de elaboración: Propia

Interpretación de resultados:

Para excavaciones de 5 metros en suelo arenoso se procedió a calcular la envolvente de PECK que está indicada como una fuerza repartida con forma rectangular que en este caso es de 22.813 KNm, al analizar las reacciones en los puntales ubicados en A, B y C se seleccionó la reacción de mayor valor que en este caso fue de 51.3 KN, en los largueros ubicados en los mismos puntos se seleccionó la fuerza repartida de mayor valor que en este caso es de 153.9 KNm. Las presiones laterales debido a la carga externa asumida como vehículos pesados de limpieza y eliminación P1, P2

y P0 son de 92.164, 87.74 y 179.906 KN respectivamente, P0 es la suma de P1 y P2, Z es la distancia del nivel de fundación NF hasta P0 que en nuestro caso es igual a 2.0935m.

Tabla N°10: Cálculo de presiones laterales para 8 metros de profundidad en excavaciones en suelo arenoso.

H= 3		q= 5	
$\delta a=$	$0.65 \cdot \gamma \cdot H \cdot K_a$	13.6875802	kNm
Reacciones y fuerzas de empuje KN			
puntales			
$A=$	41.1	$P_A = A \cdot s$	largueros 123.3
	Mayor reacción diseño	41.1	123.3
Presión lateral de sobrecarga			
	$P_1 = q \cdot K \cdot H =$	55.2988858	
	$P_2 = \gamma \cdot K \cdot H^2 / 2 =$	31.5867235	
	$P_0 = P_1 + P_2 =$	86.8856093	KN
	$Z = (P_1(H/2) + P_2(H/3)) / P_0 =$		
		1.31822811	m

Fuente de elaboración: Propia

Interpretación de resultados:

Para excavaciones de 3 metros en suelo arenoso se procedió a calcular la envolvente de PECK que está indicada como una fuerza repartida con forma rectangular que en este caso es de 13.687KNm, al analizar las reacciones en el puntal ubicado en A se seleccionó la reacción de mayor valor que en este caso fue de 41.1 KN, en los largueros ubicados en los mismos puntos se seleccionó la fuerza repartida de mayor valor que en este caso es de 123.3 KNm. Las presiones laterales debido a la carga externa asumida como vehículos pesados de limpieza y eliminación P1, P2 y P0 son de 55.29, 31.586 y 86.885 KN respectivamente, P0 es la suma de P1 y P2, Z es la distancia del nivel de fundación (NF) hasta P0 que en nuestro caso es igual a 1.318m

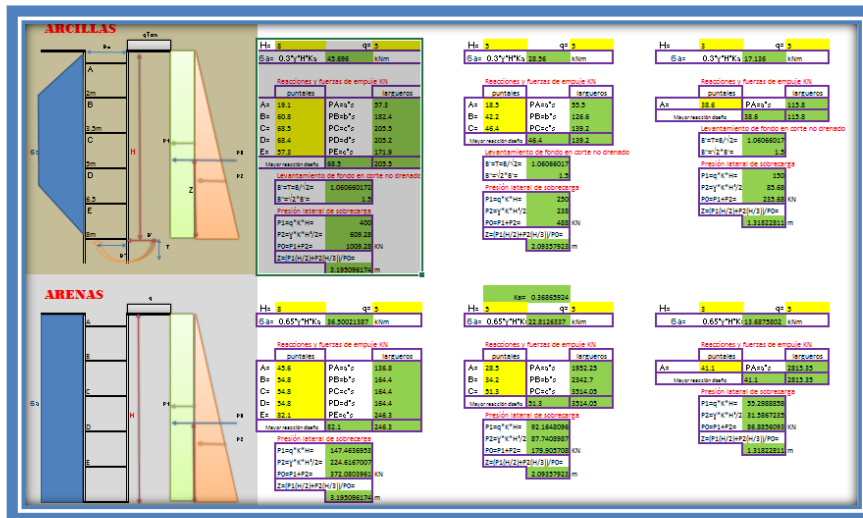


Figura N°12: Interpretación de resultados: mediante EXCEL.
Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVO 3: Seleccionar el tipo de acero con las características necesarias para contener las fuerzas de empuje lateral.

Para cumplir con este objetivo se usaron los datos obtenidos del problema anterior, es decir: reacciones, fuerzas de empuje lateral y de fondo en unidades de Kilo Newton y metro. Estos datos serán ingresados al software estructural SAP2000 en el que iteraremos las dimensiones de vigas y tubos de acero comerciales hasta determinar un perfil con las características necesarias para soportar las fuerzas y cargas aplicadas, para el elemento de transmisión de cargas a largueros, vigas y puntales respectivamente se usará el GRATING, esta es una estructura diseñada para el tránsito peatonal, vehicular y vehicular pesado; teniendo las características del fabricante en resistencia a las cargas y dimensiones de sus unidades solo es necesario seleccionar el GRATING que cumpla con las solicitaciones halladas por el software SAP2000 . Una vez encontremos los perfiles necesarios se dará forma a la estructura del entibado usando el software de diseño AUTOCAD con las distancias y dimensiones obtenidas.

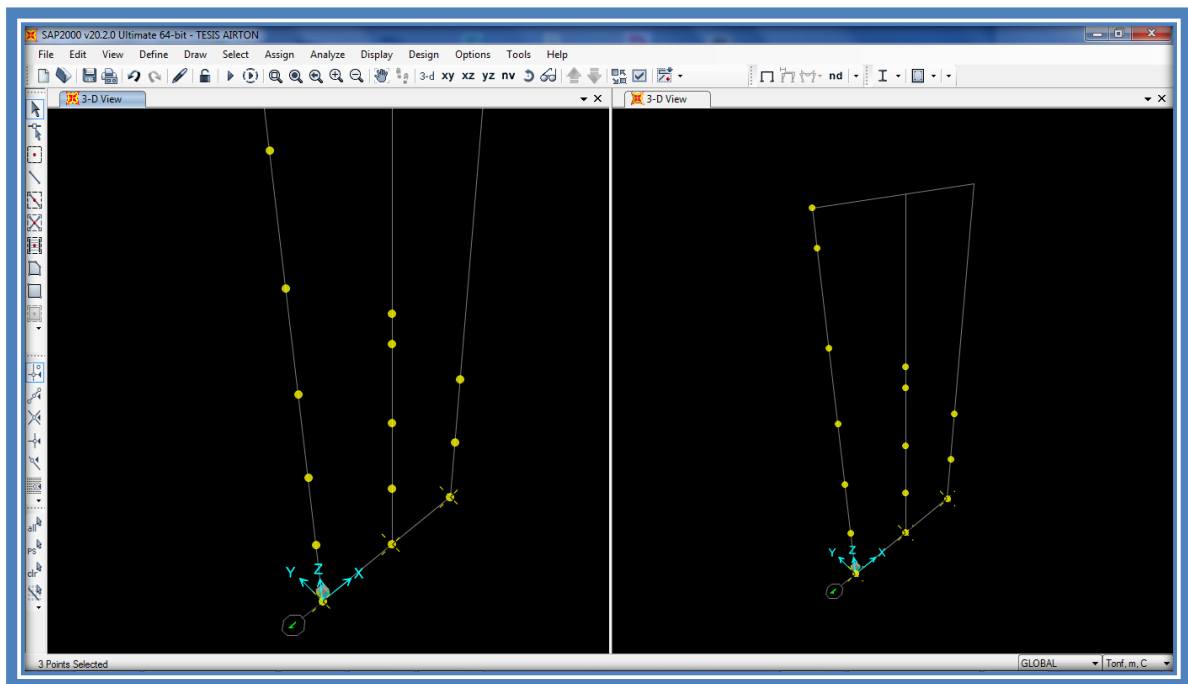


Figura N°13: Asignación de nodos para estructura arenosa de 8, 5 y 3 metros.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Los nodos serán ingresados en alturas iguales a 1.5 metros cada uno después del otro y un nodo al finalizar la distancia total. Se ha identificado que 1.5 metros de separación entre puntales es una distancia adecuada para la maniobra de herramientas y la instalación de tuberías PVC – SN20, DN250 que según la norma OS-070 deben tener una distancia mínima de 0.20m de distancia de protección lateral, 0.10m de protección en la base y 0.30m de protección sobre la clave teniendo distancias de 0.65m desde cada cara de la excavación. Considerando las dimensiones de las vigas H se añadirá las dimensiones de estas para determinar el ancho de excavación de la zanja total, cuando los trabajos en las zanjas finalicen y según la profundidad de estas se considerará realizar el relleno y compactación con máquinas pequeñas que tienen un ancho efectivo menos a 1.5m por lo que se optó por realizar el cálculo de las estructuras con 1.5m de ancho x 1.5m de distancia entre puntal y puntal.

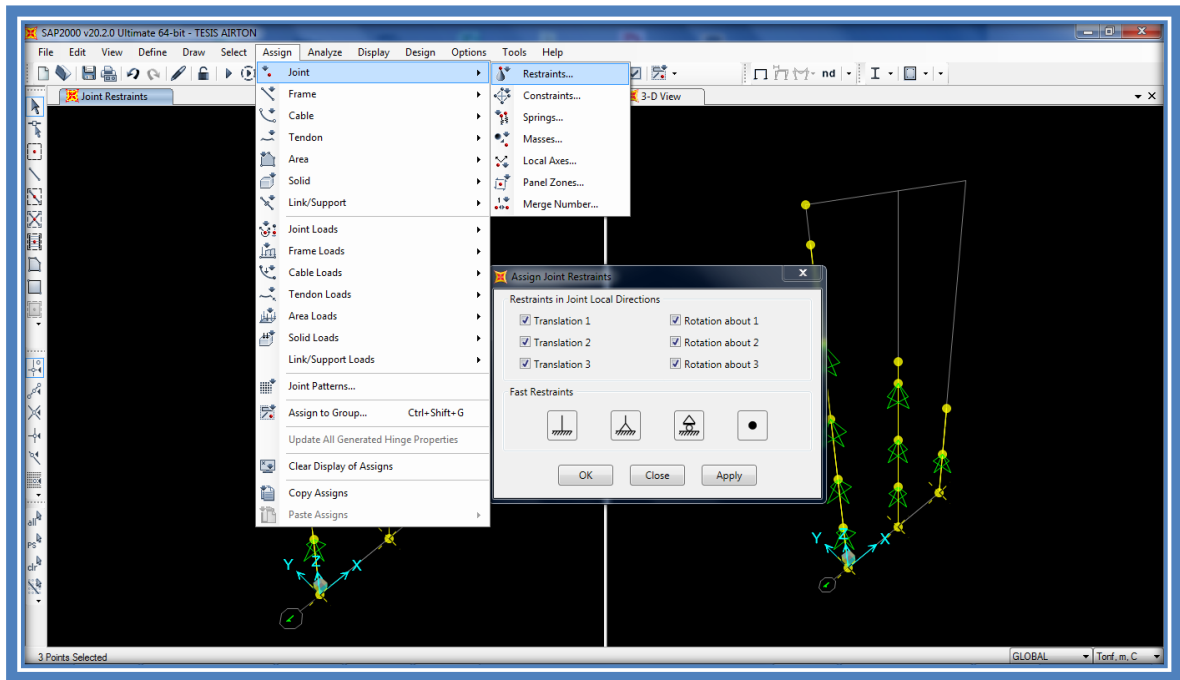


Figura N°14: Colocación de puntos de apoyo.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Se colocaron los puntos en los nodos, los puntos de apoyo asumirán la función de los puntales por lo que el software nos mostrarán las reacciones que recibirán los puntales para luego diseñarlos.

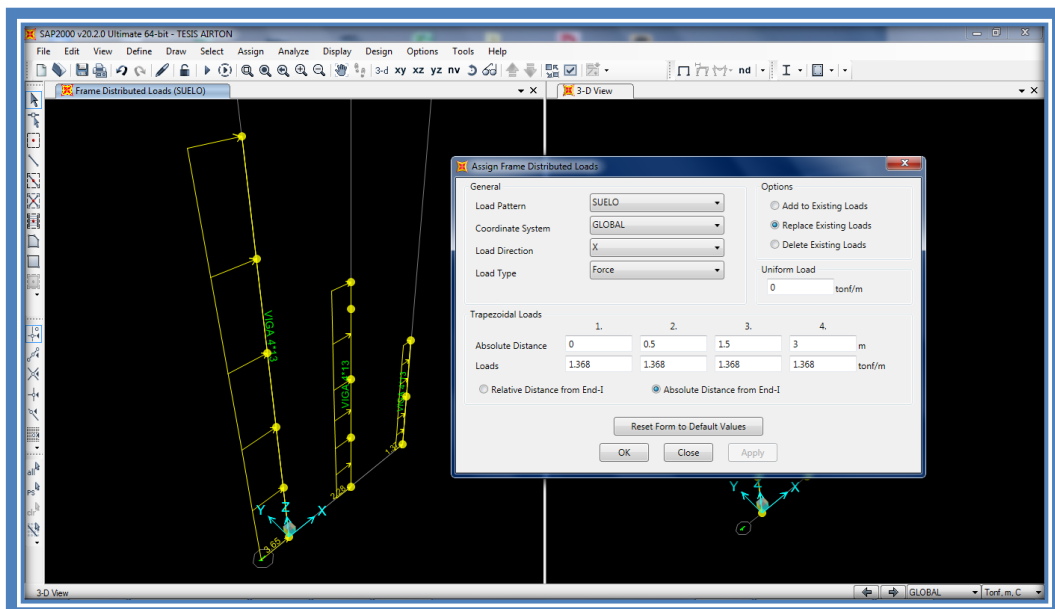


Figura N°15: Asignación de cargas de presión envolvente en terreno arenoso.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

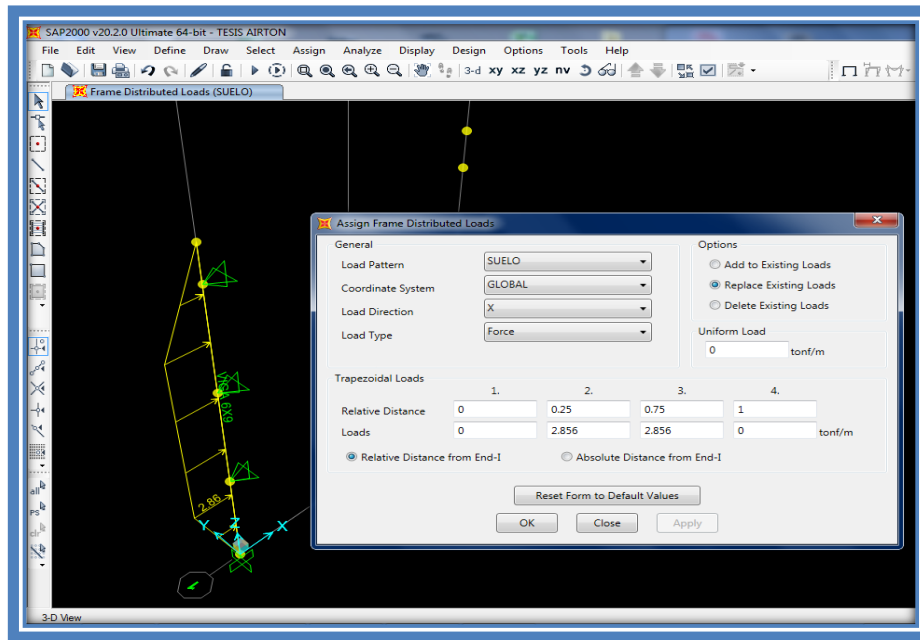


Figura N°16: Asignación de cargas de presión envolvente en terreno arcilloso.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Se ingresaron las cargas envolventes halladas en el objetivo 2, además se ingresaron las combinaciones de sobrecarga indicadas en la normativa E090 y E060 (1.2D+1.6L, 1.4D y 1.4D+1.7CV+1.7CE, 0.9CM+1.7CE). Como se muestra en la **Figura N° 13 y 14** las cargas distribuidas tienen las características descritas por la teoría de PECK (1969).

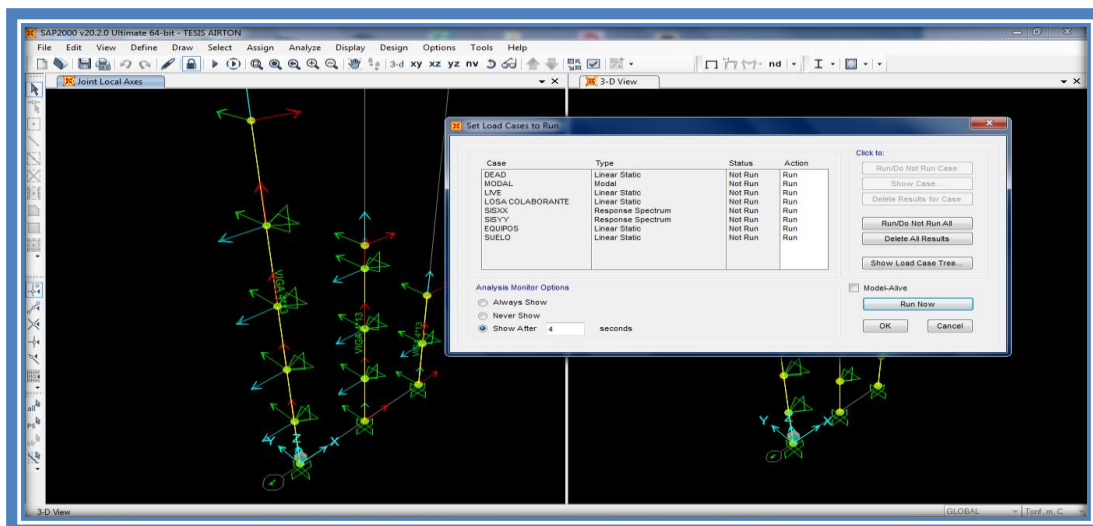


Figura N°17: Asignación de cargas de presión envolvente en terreno arcilloso 2.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Con los puntos de apoyo, las cargas y combinaciones de cargas colocadas se realiza el análisis del elemento que tiene la apariencia detallada en la **Figura N°15** se puede ver que el elemento está bajo las fuerzas de empuje DEAD, LIVE, SUELO y EQUIPOS asignados en la **Figura N°14** teniendo movilidad nula en el eje Z y restringida en Y en los nodos A, B, C, D, E.

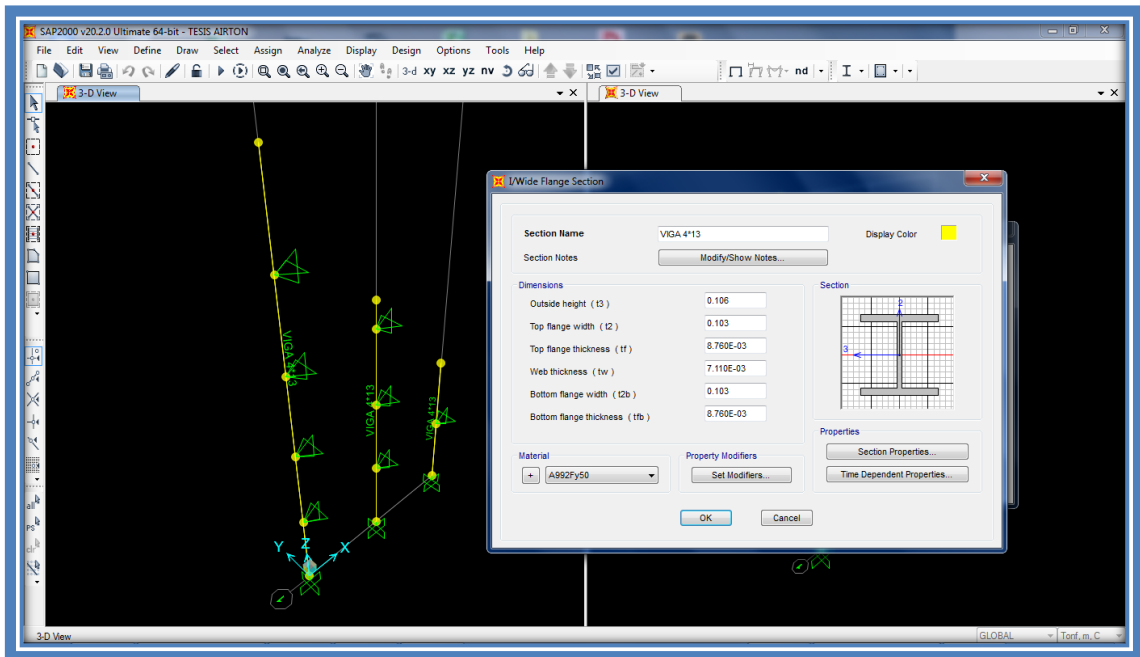


Figura N°18: Asignación de perfil con la capacidad de soportar las cargas y esfuerzos generados.

Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Usando también el procedimiento de la **Figura N°17** se ha iterado las distintas dimensiones de perfiles comerciales, teniendo como resultados para las excavaciones indicadas en la **Tabla N°11**.

Tabla N°11: Tabla de dimensiones de perfiles de acero por altura.

		8m	5m	3m
ARCILLA	A	6"x25	6"x9	4"x13
	B			
	C			
	D			
	E			
ARENA	A	4"x13	4"x13	4"x13
	B			
	C			
	D			
	E			

Fuente de elaboración: Propia

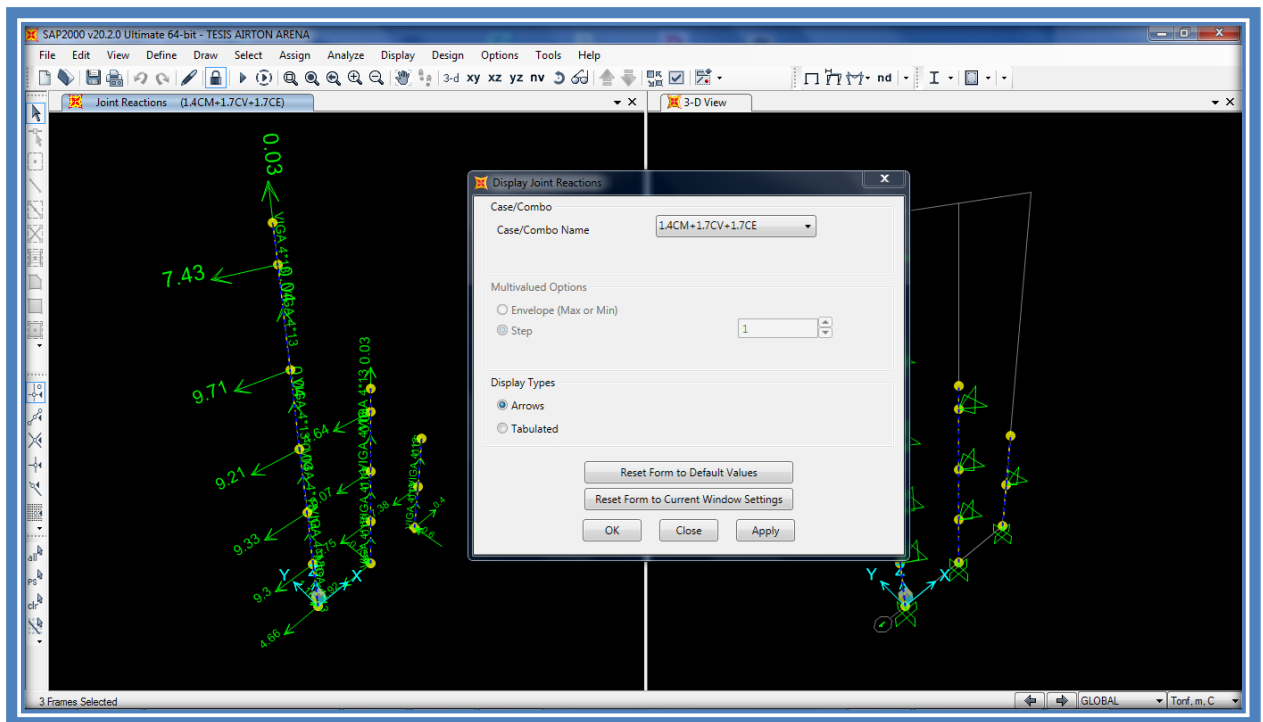


Figura N°19: Reacciones en el elemento de acero.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Usando el comando Display Join Reactions (**Figura N°17**) podemos visualizar las reacciones en los elementos metálicos, se puede apreciar que en la estructura que soporta mayores cargas tenemos las siguientes reacciones 7.43, 9.71, 9.21,

9.33, 9.3 y 4.66 Toneladas en los nodos A, B, C, D, E y F respectivamente. De estas reacciones y al ser la estructura crítica seleccionamos la reacción de mayor valor para posteriormente diseñar los puntales.

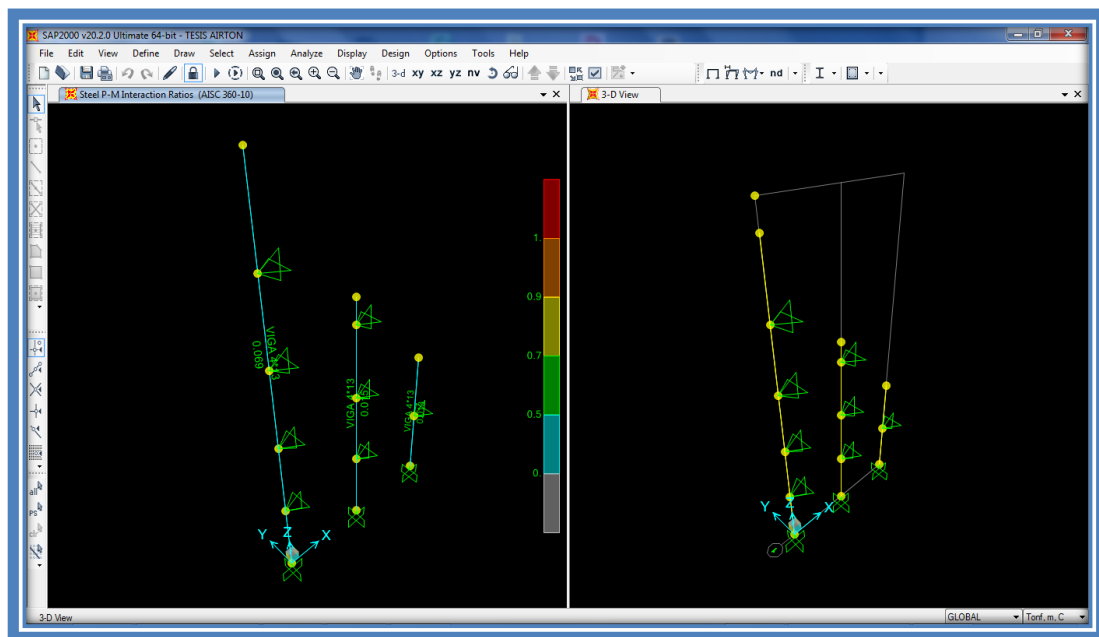


Figura N°20: Checkeo en arena de diseño de elemento.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

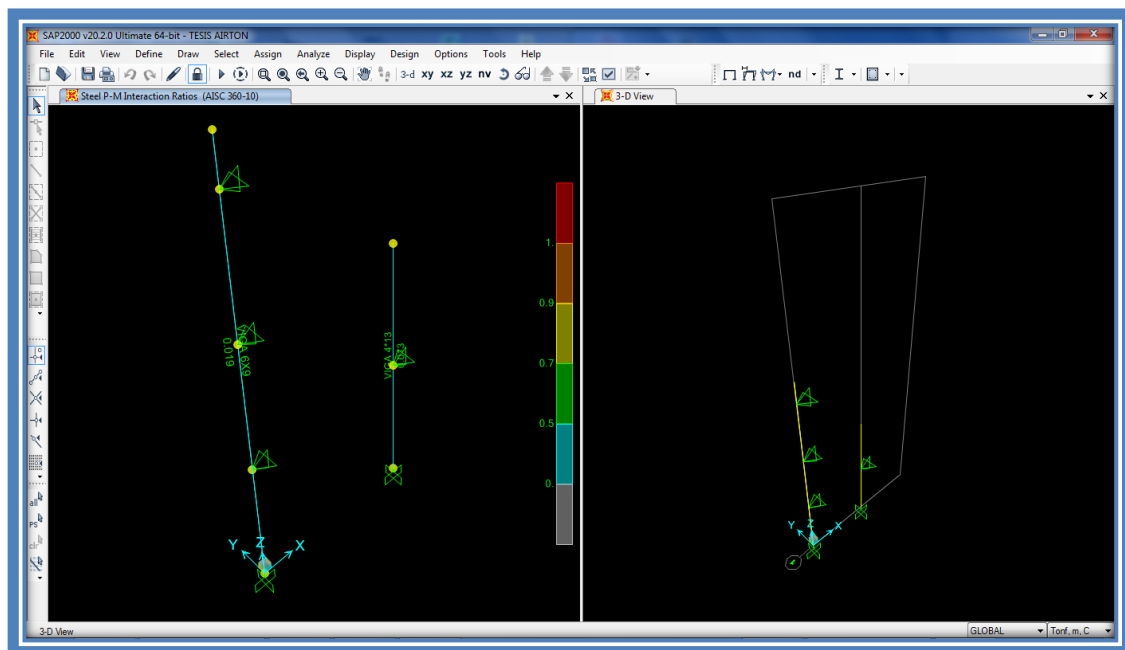


Figura N°21: Checkeo en arcilla de diseño de elemento 1.
Fuente: SAP2000 (diseño propio)

Interpretación de resultados:

Mediante la función Check of Estructure podemos comprobar que en el rango de colores gris (favorable) y rojo (desfavorable) el elemento presenta un color celeste que es positivo para la resistencia de nuestro elemento, teniendo un rango de chequeo para excavaciones en arena de 0.69, 0.15 y 0.13 resaltado en color celeste como en la **Figura N°18**, para excavaciones en arcilla tenemos un rango de chequeo de 0.54 a 0.13 resaltado en color amarillo como en la **Figura N°19**.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1:

Definir 3 alturas representativas para cada tipo de suelo, tipo de tubería y topografía.

Antecedente:

Sánchez Judith (2019) en su trabajo tiene como objetivo realizar el análisis de metodologías para la construcción de estructuras de soporte de taludes según los resultados del estudio de suelos. La metodología usada es de tipo aplicada y con diseño experimental. Los resultados indicaron que, de los sistemas constructivos comparados, tablestaca y conformación de talud, difieren grandemente en su efectividad, tiempo de construcción y presupuesto siendo 13.50 días a 41,162.75 dólares y 2.50 días a 7,113.28 dólares para cada sistema respectivamente por lo que se concluye que ambos sistemas constructivos son viables para un trabajo de excavación cuya profundidad es mayor a 2 metros, pero se debe analizar los estudios básicos de la especialidad de geotecnia por profesionales capaces de interpretar la información y de tener el suficiente criterio de valorar los pro y contras de un sistema y otro teniendo en cuenta el tipo de suelo, sistema a utilizar y sobre todo la seguridad en obra ¹⁵.

Profundidad (metros)	Descripción del material
0.00 - 0.50	(GC) Relleno: grava, color café algo rojiza, finos arcillo limosos, medianamente plásticos, compacidad relativa suelta.
0.50 - 1.50	(GP-GC) Relleno: grava con arena, color café algo gris, pocos finos arcillo limosos medianamente plásticos, compacidad relativa suelta.
1.50 - 2.50	(CH) Arcilla color café, con pintas de arena y de materia orgánica. Plástica, consistencia medianamente compacta.
2.50 - 3.50	(CH) Arcilla color café algo amarilla, con pintas de arena y de materia orgánica, plástica, consistencia blanda.

Nota. El nivel freático se lo identificó a los 2.60m de profundidad.

Tabla 6. Resultados obtenidos de la Perforación No. 4 realizada en sitio de la PTAF

Profundidad (metros)	Descripción del material
0.00 - 0.50	(GC) Relleno: grava, color café algo rojiza, finos arcillo limosos, plásticos, compacidad relativa medianamente densa.
0.50 - 1.50	(CH) Arcilla color café, con pintas de arena, plástica, consistencia compacta.
1.50 - 2.00	(CH) Arcilla color café, con pintas de arena y de materia orgánica, plástica, consistencia medianamente compacta.
2.00 - 3.50	(CH) Arcilla color café algo amarilla, con pintas de arena y de materia orgánica, plástica, consistencia blanda.

Figura N°22: Resultados de clasificación de suelos en Sánchez Judith (2019).
Fuente: Sánchez Judith (2019)

Resultado:

En la **Tabla N°04** se pudo evidenciar que las alturas presentan una constante de 1.5, 5.5, 6.5 y 8 metros de profundidad, la norma G050 indica que el nivel mínimo a considerar una zanja como profunda es de 1.5 metros y desde esta altura en adelante se deben tener ciertas consideraciones con el terreno analizándolo con cuidado para identificar las características que determinen cómo se comportará el suelo, el tiempo de excavación y el costo de los materiales a usar.

Comparación:

En ambos resultados podemos ver que se clasificaron los tipos de suelo mediante pruebas y estudios de laboratorio, además de definir sus características y propiedades como saturación y corte a fricción. Luego se determinaron las profundidades en las que se ubican los estratos de los suelos, en este trabajo se tienen una mayor concentración de estratos arenosos y arcillosos dependiendo del tramo estudiado por lo que únicamente se usarán estos dos estratos como referencia.

Objetivo 2:

Determinar las fuerzas de presión lateral del suelo en las excavaciones para diseñar el entibado.

Antecedente:

Avella Fabián (2019) el trabajo que ha desarrollado tiene como objetivo verificar la ciclicidad de las propiedades de resistencia en depósitos arcillosos en profundidad y calcular probabilidades de falla en la que se asume la resistencia al corte no drenado como un proceso aleatorio siguiendo en ambos casos el proceso estocástico de segundo orden. La metodología usada experimental no aplicada, los resultados indican que la superficie de probabilidad límite de falla no coincide con la del factor mínimo de seguridad. Este resultado tiene gran importancia pues muestra que no necesariamente un factor de seguridad permisible implica una seguridad adecuada. Luego, los resultados que se tienen usando procesos estocásticos de segundo orden de un lado y asumiendo un C como variable al azar por el otro dan valores distintos. Finalmente se concluye que con el modelo desarrollado se demostró que el introducir la variación de las propiedades de los suelos planteados en el problema es mucho más racional que tomar al azar una

expresión determinística lo que reduce la incertidumbre en la ingeniería geotécnica al momento de la ejecución de diseños o la obtención de parámetros del suelo. Sin embargo, esta metodología se origina a partir de la deducción matemática tomando en consideración las propiedades del suelo variando de un punto a otro es decir un proceso aleatorio ¹³.

Resultado:

Los resultados nos muestran que la variación de fuerzas según PECK (1969) entre un tipo de suelo y el otro es considerable siendo el suelo arcilloso más crítico (**Tabla N°12**) debido a que el contenido de aire es reemplazado por agua que hace aumentar su peso y adquiere un comportamiento propio de las arcillas en la base de los suelos que debido a su propio peso tiene una fuerza de empuje que se ubica en la base de la excavación, en contraste el suelo arenoso tiene muy poca presencia de agua debido a su baja capacidad de retenerla lo que genera que esta drene hacia cotas inferiores o infiltre el contenido de agua dentro de las zanjas.

Tabla N°12: Resultados de cargas y fuerzas para 8, 5 y 3 metros (2019).

		Cargas en vigas KN/m		
		8m	5m	3m
ARCILLA	A	45.696	28.56	17.136
	B			
	C			
	D			
	E			
ARENA	A	36.50021387	22.81263367	13.6875802
	B			
	C			
	D			
	E			
		Fuerzas en puntales KN		
		8m	5m	3m
ARCILLA	A	19.1	18.5	38.6
	B	60.8	42.2	
	C	68.5	46.4	
	D	68.4		
	E	57.3		
	A	45.6	28.5	41.1

ARENA	B	54.8	34.2	
	C	54.8	51.3	
	D	54.8		
	E	82.1		
Fuerzas en largueros cada 3 metros KN/m				
		8m	5m	3m
ARCILLA	A	57.3	55.5	115.8
	B	182.4	126.6	
	C	205.5	139.2	
	D	205.2		
	E	171.9		
ARENA	A	136.8	85.5	123.3
	B	164.4	102.6	
	C	164.4	153.9	
	D	164.4		
	E	246.3		

Fuente de elaboración: Propia

Comparación:

Avella Fabián (2019) indica que la máxima probabilidad de falla no es equivalente con la del factor de seguridad mínimo que implica una falla en la seguridad de quienes realicen los trabajos dentro de las excavaciones, en comparación la investigación actual añade las combinaciones de cargas señaladas por las normas E090 y E060 que permite mayorar las cargas obtenidas mediante PECK (1960) añadiendo los factores de seguridad necesarios asumidos para evitar fallas en la estructura, estas combinaciones son conocidas en el análisis de materiales y mecánica de cimentaciones dispuesta por el RNE de la siguiente manera 1.2D+1.6CV, 1.4D, 1.4D+1.7CV+1.7CE y 0.9D+1.7CE.

Objetivo 3:

Seleccionar el tipo de acero con las características necesarias para contener las fuerzas de empuje lateral.

Antecedente:

Juarez José (2019) tuvo como objetivo describir el proceso de entibación para la protección lateral de excavaciones realizadas para el montaje de anillos de interconexiones en refinerías, se identifica el uso de metodologías experimentales.

Los resultados indicaron que el primer estrato estudiado recuerda que a diferencia de la teoría no existen suelos solo arcillosos o solo arenosos, se debe tener mayor cuidado al realizar excavaciones en el caso de encontrarse con suelos arcillosos saturados en toda la profundidad de la excavación, o arena saturada en el que el nivel del agua dentro de la excavación sea menor al nivel de agua al exterior. Se concluyó que es necesario que en este tipo de proyectos de excavaciones temporales se cumpla con la normativa de seguridad vigente, además y aún más importante es que se debe clasificar los suelos, ya que así se podrá conocer, cualitativamente las características físicas y propiedades mecánico hidráulicas de los mismos, según el grupo situado para poder determinar el sistema óptimo de entibación ¹².

Resultado:

Al aplicar las cargas envolventes y las cargas externas mayoradas al software SAP2000 podemos saber con precisión cuales son los perfiles metálicos más eficientes para proyectar una estructura capaz de soportar las cargas que actúen sobre la estructura, sino que se economice en la reutilización y se facilite su transporte a lo largo del colector usado como población a estudiar. Los resultados indicaron que los elementos metálicos seleccionados cumplen con el objetivo planteado, además de esto el GRATING seleccionado es probado por el fabricante lo que garantiza la distribución de las cargas hacia las estructuras diseñadas por el software SAP2000.

Comparación:

Juarez José (2019) indica que el sistema de entibación que analizó en su investigación cumple con los requerimientos de la norma vigente que está en concordancia con el trabajo desarrollado actualmente, a diferencia de Juarez José (2019) que indica que no existen suelos compuestos de un solo tipo de suelo, la presente investigación abarca los casos críticos de suelos en los que prevalece en su mayoría un solo estrato lo que facilita el entendimiento de los suelos y de la metodología además de abarcar casos excepcionales y poco estudiados como son excavaciones en zonas desérticas y zonas boscosas con presencia de suelos altamente saturados.

VI. CONCLUSIONES

OBJETIVO GENERAL:

Se diseñaron 6 estructuras para 2 tipos de suelo en 6 excavaciones (3 en suelo arenoso y 3 en suelo arcilloso) en profundidades de 3, 5 y 8 metros que cumplen con las normas de seguridad, suelo y cimentaciones que estén dentro del alcance de esta investigación. Las estructuras están distribuidas de la siguiente manera 2 perfiles H uno frente al otro a 1.5 metros de distancia máxima y 3 metros laterales entre 1 perfil lateral y otro de la misma dimensión, 1 puntal cada 1.5 metros, largueros cada 1.5 metros y el GRATING debe estar cubierto con plásticos doble cara tras los perfiles H en contacto con el suelo.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

Las 3 alturas representativas fueron seleccionadas teniendo en consideración toda la población estudiada, las estructuras de 8 metros podrán ser usadas para alturas entre 8 y 5 metros que además de cumplir su función original podrán ser usadas como elementos de protección tipo baranda anti caída y contenedoras de elementos rodantes de la superficie, se aplica el mismo criterio para excavaciones de 3 a 5 metros y 1.5 a 3 metros. Se debe tener en consideración que estas estructuras tendrán usos ilimitados en el rango de alturas descritas es decir que se podrán usar en todos los tramos con características de suelos propias del diseño.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

Se evidenció que las fuerzas determinadas por la metodología de PECK (1969) en los suelos arcillosos y arenosos como se indica en la **Tabla N°12** son menores a las fuerzas mayoradas admitidas por el software SAP2000. La principal diferencia radica en considerar los factores de seguridad de las combinaciones de carga que permiten un amplio margen de consideración de sobrecarga. Por lo que el objetivo 2 se ha cumplido superando las expectativas de la teoría de PECK

(1969) al añadir factores de seguridad solicitadas por el software y normadas por el RNE.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3:

Las cargas que actúan sobre el elemento nos permitieron encontrar el perfil adecuado para el diseño de la estructura, en nuestro caso para los dos tipos de suelos se ha determinado dos perfiles diferentes que van desde VIGAS H DE 6"X6" a VIGAS H DE 4"X4", al tratarse de excavaciones profundas se ha visto favorable el tener vigas no mayores a 6" ya que facilitan su transporte e instalación con el uso de maquinaria pesada. Las vigas son equivalentes a la ASTM A36 y 500A36 que son de fácil adquisición en el mercado.

VII. RECOMENDACIONES

OBJETIVO GENERAL:

Se recomienda que las estructuras sean de materiales nuevos y antes de su habilitación se evalúe la calidad y que las especificaciones sean las más cercanas a las halladas en esta investigación. Luego de cada uso se debe analizar la estructura y verificar que aún mantengan sus características y de ser el caso reemplazarlas y evaluar nuevamente su capacidad de soportar cargas externas.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

Si las estructuras sobrepasan en demasía la profundidad de excavación se recomienda usar la estructura de la profundidad superior siguiente, es decir que para excavaciones de 5.5m de profundidad se recomienda usar elementos de características similares o iguales a las estructuras usadas en las zanjas de 8 metros, de igual manera para zanjas de 4 metros se debe usar la estructura de profundidad superior diseñada es decir la estructura de 5 metros.

Si se pretende usar estructuras diseñadas para excavaciones de suelo arenoso en excavaciones de suelo arcilloso o viceversa estos deben cumplir los criterios del párrafo anterior y se debe usar el perfil de mayor dimensión.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

Se recomienda usar los factores de seguridad y las combinaciones de carga normadas para mayorar las cargas vivas, muertas y cargas de otro tipo que afecten la estructura a diseñar ya que si solo seguimos la metodología teórica estaremos limitando el diseño a condiciones iguales o de menor carga a la proyectada lo que puede generar un cálculo errado y fuera de los criterios normativos vigentes que pondrán en riesgo la integridad de la estructura, perdida de dinero y el riesgo de afectar la vida de quienes hagan uso de estas estructuras.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3:

Para seleccionar elementos metálicos se deben tener en consideración los perfiles comerciales disponibles y de no haber disponibilidad se recomienda el uso de un perfil de características superiores a las indicadas en esta investigación, de no haber disponibilidad o el precio exceda lo presupuestado cabe la posibilidad de fabricar los perfiles usando los criterios del fabricante sin alterar las dimensiones o usando dimensiones superiores, no se recomienda usar 2 perfiles de menor dimensión para intentar reemplazar un perfil de dimensiones superiores pues de fallar las vigas no solo afectarán el elemento reemplazado sino los puntales, largueros, GRATING y las demás estructuras adyacentes generando una posible reacción en cadena. De darse este caso se recomienda también no unir fijamente una estructura con otra para que cada una trabaje bajo sus propias condiciones y de haber fallo puedan ser reemplazados fácilmente.

REFERENCIAS

- 1 NATHALY CÁRDENAS ALVARADO, ¿Cuál es la importancia de realizar un 'estudio de suelo' para construir?, UTPL, 2019. Disponible en: <https://noticias.utpl.edu.ec/cual-es-la-importancia-de-realizar-un-estudio-de-suelo-para-construir>

- 2 REDACCIÓN GEOQUANTICS, Problemas geotécnicos en suelos: licuefacción y sifonamiento, geoquantics, 2020. Disponible en <https://geoquantics.com/2020/05/27/problemas-geotecnicos-suelos-licuefaccion-sifonamiento/>

- 3 DEPARTAMENTO DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL, Trabajos en zanjas y excavaciones, ENEL PERÚ, 2015. Disponible en <https://www.enel.pe/content/dam/enel-pe/quienessomos/documentos/proveedores/I.SG.ED.011%20Trabajos%20en%20Zanjas%20y%20excavaciones.%20Rev.01.pdf>

- 4 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, Manual de Instalación de Tubería para Drenaje Sanitario, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPD S-44-12.pdf>

- 5 DANIEL F. JARAMILLO J, Introducción a la ciencia del suelo, 2002. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 6 ROSER BONO CABRÉ, Diseños cuasi-experimentales y longitudinales, Universidad de Barcelona, 2012. Disponible en <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

7 DAVID BRUDEFORDS, Tasas de productividad para la construcción basada en mano de obra, Organización Internacional del Trabajo, 2003. Disponible en <http://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/tasas.pdf>

8 GESTIÓN.PE, ¿Por qué crece la informalidad laboral de Perú?, GESTION, 2020. DISPONIBLE EN <https://gestion.pe/economia/trabajo-informal-economia-peruana-por-que-crece-la-informalidad-laboral-de-peru-noticia/>

9 SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2020. Disponible en <http://cmx.org.mx/wpcontent/uploads/MAPAS%202015/libros/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>

10 CARLOS CO, Análisis retrospectivo del deslizamiento barrio La Sultana, geoportal.gov.co, 2013. Disponible en <https://estabilidad-de-taludes7.webnode.es/news/conclusiones-/>

11 JULIO CESAR CUZCO, Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en gravedad, voladizo y contrafuertes, Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.Repositorio de la facultad de Ingeniería civil.

12 JOSÉ JUAREZ, Descripción del proceso de entibados metálicos tipo cajón, usados como protección lateral de excavaciones realizadas para el montaje de anillos de interconexión de refinería Petroperú, Universidad nacional de Piura, 2019. Disponible en Repositorio de la universidad de Piura.

13 FABIÁN AVELLA, Aplicación de métodos de análisis en geotecnia no convencionales a empuje de tierras siguiendo procesos estocásticos de segundo orden en suelo cohesivos uniformes, Universidad de Colombia, 2019. Disponible en Repositorio universitario.

14 MARTA FIGUEROA, Análisis de suelo mecánicamente estabilizado para cargas de puentes, USCG, 2021. Disponible en: Repositorio universitario USCG.

15 JUDITH SANCHES, Análisis de la metodología constructiva y de costos para la protección de una excavación profunda mediante conformación de talud y tablestacado en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la ciudad de Durán, Universidad Católica de Guayaquil, 2019. Disponible en: Repositorio universitario UCSG.

16 ALAMANIS NIKOLAOS, Risk Of Retaining Systems For Deep Excavations In Urban Road Infrastructure With Respect To Work Staff Perception International Journal of scientific & technology research, 2020. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/343948696>

17 NUMAN KHAN, Excavation Safety Modeling Approach Using BIM and VPL, Hindawi, 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2019/1515808>

18 MARCELO TACITANO, Estruturas de contenção, Revista AEASC,2019. Disponible en <https://www.aeasc.com>

19 CARLOS RUGE, Partially saturation effect on fire sands and pressure in a sheetpile Wall, SCIPEDIA, 2019. Disponible en www.scipedia.com/public/Ruge_et_al_2019a

20 GERSON CAHUANA, Determinación experimental del empuje activo contra muros de contención que sufren traslación y rotación respecto al tope, Gaceta Técnica,2019. Disponible en <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29172.71043>

21 JUAN CASTRO, Análisis por confiabilidad del empuje activo para el diseño de muros de contención en voladizo en los flujos de lodos y suelos residuales del área metropolitana del Valle de Aburrá, Sociedad mexicana de ingeniería geotécnica AC., 2017. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/320882130>

- 22 UNIVERSIDAD DE COLOMBIA, Historia de la geotecnia, UDC, 2022 .
Disponible en http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_tecic/211/algloki/pdfs/Resumen%20Suelos.PDF
- 23 GLORIA PRIETO RINCÓN, CLARA LILIANA GUATAME, APONTE SARA, CATALINA CÁRDENAS, Recursos minerales de Colombia, Comité Editorial SGC, 2019. Disponible en <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadadas/Documents/recursos-minerales-de-colombia-vol-1.pdf>
- 24 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, Características de las partículas del suelo, Cybertesis UACH, 2003. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfcia662a/xhtml/TH.5.xml>
- 25 J. CALAVERA, Muros de contención y muros de sótano, INTEMAC, 1989. Disponible en <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/muros-contencion/>
- 26 VARGAS CORDERO, ZOILA ROSA, La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia, Revista educación, 2009. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- 27 VARGAS CORDERO, ZOILA ROSA, La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia, Revista educación, 2009. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- 28 ROSER BONO CABRÉ, Diseños cuasi-experimentales y longitudinales, Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, 2012 .
Disponible en <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

29 ROSER BONO CABRÉ, Diseños cuasi-experimentales y longitudinales, Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, 2012 . Disponible en <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

30 ROSER BONO CABRÉ, Diseños cuasi-experimentales y longitudinales, Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, 2012 . Disponible en <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

31 REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA, Plataforma de recursos lingüísticos, Fundación CAIXA, 2022. Disponible en <https://dle.rae.es/zanja>

32 ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ACADÉMICA, Búsqueda por palabras, ACADEMIC, 2012. Disponible en <https://dle.rae.es/zanja>

33 PEDRO LUIS LÓPEZ, Población muestra y muestreo, GoConqr, 2021. Disponible en https://www.goconqr.com/c/89311/course_modules/140224-poblacion-muestra-y-muestreo---pedro-luis-lopez

34 ZARA LUGO, Población y muestra, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), 2013. Disponible en <https://www.diferenciador.com/poblacion-y-muestra/#:~:text=Muestra%20es%20una%20parte%20o,muy%20extenso%20y%20poco%20pr%C3%A1ctico.>

35 PEDRO LUIZ LOPEZ, Población muestra y muestreo, UCB-Cbba, 2004. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

36 PEDRO LÓPEZ ROLDÁN, SANDRA FACHELLI, Metodología de la investigación social cuantitativa, Universidad Autónoma de Barcelona, 2015. Disponible en : <http://ddd.uab.cat/record/129382>

37 MARIELA TORRES INGA, KARIM PAZ INGA, Métodos de recolección de datos para una investigación, Boletín Electrónico URL, 2005. Disponible en https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf

38 ELEONORA ESPINOZA, Métodos y Técnicas de recolección de la información, UIC FCM UNAH, Consultado en 15-12-2021. Disponible en <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/Metodos.e.instrumentos.de.recoleccion.pdf>

39 ROBERTO MARROQUÍN PEÑA, Confiabilidad y Validez de Instrumentos de investigación, ESCUELA DE POST GRADO UNEG, Consultado en 25-12-2021. Disponible en <http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESION-4-Confiabilidad%20y%20Validez%20de%20Instrumentos%20de%20investigacion.pdf>

40 ALBA ABREU, MARIELA NÚÑEZ, Validez y confiabilidad, Vicerrectorado de investigación UY, 2014. Disponible en <https://es.slideshare.net/MarielaNuez4/validez-y-confiabilidad-32642343>

41 MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, Manual de ensayo de materiales, Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2016. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

42 CARLOS ARTURO MONJE ÁLVAREZ, Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, Facultad de ciencias sociales y humanas, 2011. Disponible en <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO : "Diseño de entibados en excavaciones profundas para suelos inestables en obras de saneamiento – Cajamarca - 202
AUTOR : Villarreal León, Giordano Airton

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES
			OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		
¿Cuál es el diseño de estructuras de entibado adecuado para que soporten las cargas laterales de los suelos arcillosos y arenosos?	Diseñar entibados capaces de soportar las cargas laterales de los suelos arcillosos y arenosos.	El tipo de suelo y sus características definirá el diseño del entibado.	Cargas laterales de los suelos arcillosos y arenosos.	Cargas de suelo en Toneladas (Ton) y KiloNewtons (KN) arenoso por metro. Cargas de suelo (Ton) y KiloNewtons (KN) arcilloso por metro.	Estudio y evaluación de los suelos.	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			
¿Cómo las dimensiones de la excavación profunda de suelos inestables determinará el diseño del entibado en obras de saneamiento?	Definir 3 alturas representativas para cada tipo de suelo, tipo de tubería y topografía.	Las alturas representativas bien definidas permitirán el uso de una sola estructura en la totalidad del trazo a excavar.		Ancho efectivo en metros lineales para la manipulación de tubería de alcantarillado de 250mmX6m.	Parámetros indicados en RNE OS070	
¿Cómo las cargas de suelos inestables determinará el diseño del entibado en obras de saneamiento?	Determinar las fuerzas de presión lateral del suelo en las excavaciones para diseñar el entibado.	Las cargas y su ubicación permitirán diseñar la estructura del entibado.	Diseño de Entibado (para 3 profundidades de excavación) suelo Arenoso y Arcilloso	Cargas muertas del suelo en KN.	Evaluación de las cargas envolventes.	
				Cargas vivas del suelo en Ton.	Evaluación de las cargas vivas.	
¿Cómo el material de diseño para entibados en excavaciones profundas permitirá dar mayor contención a los suelos inestables para trabajos en obras de saneamiento?	Seleccionar el tipo de acero con las características necesarias para contener las fuerzas de empuje lateral.	El tipo de acero y su distribución en la estructura contendrán eficientemente las fuerzas de empuje lateral.		Diseño de estructura de acero	Análisis del diseño estructural	

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO : "Diseño de entibados en excavaciones profundas para suelos inestables en obras de saneamiento – Cajamarca - 2021."

AUTOR : Villarroel León, Giordano Airton

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
V. INDEPENDIENTE	El comportamiento de los suelos son una serie de características o propiedades estudiadas en la geotécnica Según define Oxford "La geotécnica o estudia la composición y propiedades de la zona más superficial de la corteza terrestre"	Usaremos la teoría de mecánica de suelos según PECK y su aplicación en los suelos seleccionados para comprender cómo es que se comportan los suelos arenosos, arcillosos ante la alteración forma, volumen y masa original.	Cargas de suelo en Toneladas (Ton) y KiloNewtons (KN) arenoso por metro. Cargas de suelo (Ton) y KiloNewtons (KN) arcilloso por metro.	Estudio y evaluación de los suelos.	Ordinal	Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Causa Efecto Diseño: Experimental - Cuasi Enfoque: Cuantitativo Población: Zanjas excavadas en los tramos Bajo Otuzco Muestra: 2 tipos de suelo Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa. Instrumentos: Formatos de los ensayos realizados
V. DEPENDIENTE	Estructura de contención temporal utilizada como protección en las excavaciones.	Con los entibados se busca apuntalar, fortalecer con madera o metal las excavaciones, especialmente las zanjas, cimentaciones, minas, y otras estructuras que ofrecen riesgo de derrumbamiento.	Ancho efectivo en metros lineales para la manipulación de tubería de alcantarillado de 250mmX6m. Cargas muertas del suelo en KN. Cargas vivas del sulo en Ton.	Parámetros indicados en RNE OS070 Evaluación de las cargas envolventes. Evaluación de las cargas vivas.	Razón Ordinal Ordinal	
	Diseño de Entibado (para 3 profundidades de excavación) suelo Arenoso y Arcilloso		Diseño de estructura de acero	Análisis del diseño estructural	Razón	

Anexo 3: Recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Diseño de entibados metálicos

"Diseño de entibados en excavaciones profundas para suelos inestables en obras de saneamiento – Cajamarca - 2021."

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Villarroel León, Giordano Airton

Tesista 02:

Fecha: Lima, 25 de Diciembre del 2021

Parte B: Diseño de estructuras metálicas para 2 tipos de suelo y 3 profundidades

	8m	5m	6m
Arena			
Arcilla			

VALIDACIÓN DE PROCEDIMIENTO

Apellidos: Vargas León

Nombres: Karen Jandira

Título: Ingeniero Civil

Grado: Bachiller en Ingeniería Civil

N° Reg. CIP:

Firma:



Dimensiones de vigas					Dimensiones de largueros							
		8m	5m	3m			8m	5m	3m			
ARCILLA	A	6"x25	6"x9	4"x13	A	73mmX5.67mm						
	B									B		
	C										C	
	D											D
	E											
ARENA	A	4"x13	4"x13	4"x13	A	73mmX5.67mm						
	B									B		
	C										C	
	D											D
	E											

Cargas en vigas KN/m				
		8m	5m	3m
ARCILLA	A	45.696	28.56	17.136
	B			
	C			
	D			
	E			
ARENA	A	36.50021387	22.81263367	13.6875802
	B			
	C			
	D			
	E			

Fuerzas en puntales KN				
		8m	5m	3m
ARCILLA	A	19.1	18.5	38.6
	B	60.8	42.2	
	C	68.5	46.4	
	D	68.4		
	E	57.3		
ARENA	A	45.6	28.5	41.1
	B	54.8	34.2	
	C	54.8	51.3	
	D	54.8		
	E	82.1		

Fuerzas en largueros cada 3 metros KN/m				
		8m	5m	3m
ARCILLA	A	57.3	55.5	115.8
	B	182.4	126.6	
	C	205.5	139.2	
	D	205.2		
	E	171.9		
ARENA	A	136.8	85.5	123.3
	B	164.4	102.6	
	C	164.4	153.9	
	D	164.4		
	E	246.3		

Anexo 3: Ensayos de laboratorio

		LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-126			
Código	: LH-FOR-173	Fecha	: 14/11/2020	Versión	: 01
Aprobación	: GG	Página	: 01 de 02		

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LH-B-INF-2021-237

I. DATOS DEL CLIENTE

Cliente	: Giordano Villarreal León	Contacto	: Giordano Villarreal León
Dirección	: Cajamarca - Cajamarca - Baños del Inca	e-mail	: AIRTON9494@GMAIL.COM
RUC	: -	Teléfono	: 931404044
Página Web	: -		

II. DATOS DEL PROYECTO

Proyecto (**)	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS
Ubicación (**)	: BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

III. FECHAS

Muestreo	: 7/07/2021 - Realizado por el cliente	Inicio de Ensayos	: 7/07/2021
Recepción de muestra	: 7/07/2021	Término de Ensayos	: 9/07/2021
Emisión de Informe	: 3/08/2021		

IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

HURTECO SRL no ha participado en la toma de muestras, el muestreo ha sido realizado por el CLIENTE.
Se almacena contramuestra, por un periodo de 15 días calendario.
El día 7/07/2021, el laboratorio recibió la muestra, con las siguientes características:

CUADRO No. 01: MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

CÓDIGO DE MUESTRA (CLIENTE)	CÓDIGO DE MUESTRA (LABORATORIO HURTECO)	TIPO	CANTIDAD
C1-E1, BP.77-BP.78	LH-B-M-2021-0381	Mas ¹	01
C1-E2, BP.77-BP.78	LH-B-M-2021-0382	Mas ¹	01
C1-E2, BP.77-BP.78 INALTERADA	LH-B-M-2021-0383	Mas ¹	01

V. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Pavimentos y Concreto de la empresa Hnos. Urteaga Contratistas SRL, ubicado en la (Av. El Porongo No. 118 del Sector Armando Revoredo Iglesias - Caserío de Tartar Distrito de Baños Del Inca - Cajamarca). Los ensayos se realizaron bajo las Normas Estandarizadas indicadas en el siguiente cuadro:



CUADRO No. 02: ENSAYOS DE LABORATORIO

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	MÉTODO
02	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.	NTP 339.128-1999 (revisada el 2019)	-
02	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass ¹	ASTM D2216-19	A
02	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ¹	ASTM D4318 - 17	A
02	SUELOS. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139-1999 (revisada el 2014)	-
02	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ¹	ASTM D2487 - 17	-
02	Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes ¹	ASTM D3282-15	-
01	Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions ¹ (*)	ASTM D3080/D3080M - 11	-

HNOS URTEAGA CONTRATISTAS

 Ing. Frank F. Gonzales Wisquez
 Reg. CP 211190
 I.P.E. DE LABORATORIO

(*) Los métodos indicados, no han sido acreditados por INACAL - DA

		LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-126			
Código	: LH-FOR-173	Fecha	: 14/11/2020	Versión	: 01
Aprobación	: GG	Página	: 02 de 02		

02

VI. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Código de Muestra	Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.128 1999 (revisada el 2019))			Contenido de Humedad (ASTM D2216 - 19)	Límites de Atterberg (ASTM D4318 - 17 ¹)			Gravedad Específica de Sólidos (ASTM D854 - 14)	Clasificación S.U.C.S (ASTM D2487) (*)
	Gravas (%)	Arenas (%)	Limos y Arcillas (%)		LL	LP	IP		
C1-E1, BP.77-BP.78	2,9%	12,0%	85,1%	18 %	47	24	23	-	CL - Arcilla de baja plasticidad
C1-E2, BP.77-BP.78	36,8%	23,7%	35,4%	17 %	56	25	31	-	GC - Grava arcillosa con arena

(*) Los métodos indicados, no han sido acreditados por INACAL - DA



VII. PERSONAL RESPONSABLE

Realización de los Ensayos	Procesamiento de Resultados	Revisión y Aprobación
Tec. Jesús Pompa Chaupe Tec. Cristian N. Valdivia Villanueva	Bach. Elvis O. Terrones Rudas	Ing. Frank J. González Vázquez HNOS URTEAGA CONTRATISTAS <i>Frank J. González Vázquez</i> Reg. CO 21172 J.L.F.E. DE LABORATORIO

VIII. NOTAS

- El presente informe de ensayo solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la aprobación escrita del laboratorio HURTECO.
- Informes sin firma y sello carecen de validez.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a los ensayos realizados a las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio HURTECO.

NOTAS REFERIDAS A LA MUESTRA DE ENSAYO :	No aplica
CÓDIGO DEL INFORME AL QUE REEMPLAZA :	No aplica

		SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128 1999 (revisada el 2019))			
Código	: LH-FOR-084	Fecha	: 14/11/2020	Versión	: 05
Aprobación	: GG	Página	: 01 de 01		

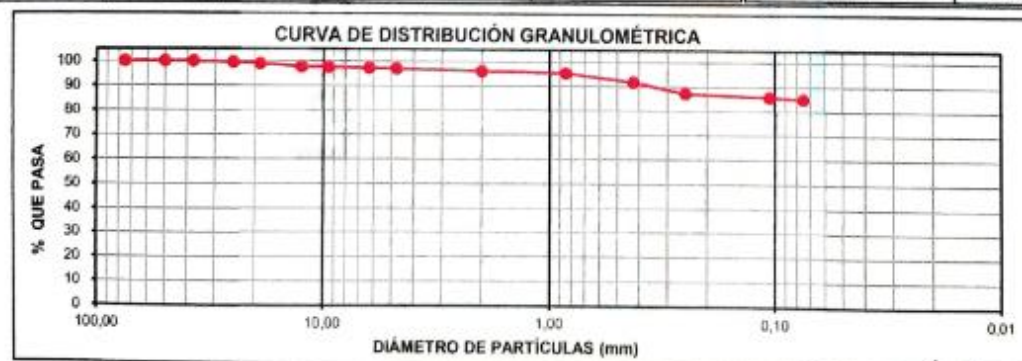
03


Proyecto (**)	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS				
Ubicación (**)	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		Informe No.	LH-B-INF-2021-237	
Cliente	GIORDANO VILLARROEL LEÓN		Fecha de Muestreo (**)	7/07/2021	
Material (**)	MUESTRA DE SUELO ALTERADA		Fecha de Recepción	7/07/2021	
Procedencia (**)	CALICATA 01		Fecha de Ensayo	9/07/2021	
Código de Muestra (**)	C1-E1, BP.77-BP.78		Fecha de Informe	30/8/2021	
Código de Laboratorio	LH-B-M-2021-0361		Técnico Encargado	Jesús Pompe	
Ubicación de Muestreo (**)	-				
Coordenadas (**)	E: N: Z:		Hora de Muestreo (**)	-	
Condiciones Ambientales	Temp.:	16,10 °C	HR:	54,50 %	
			Muestreo por (**)	-	


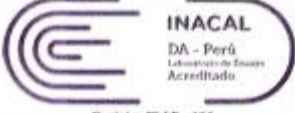
SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 339.128 1999 (revisada el 2019)

Masa Muestra Húmeda:	8 459,00 g	
Masa Seca Inicial:	7 204,00 g	
Masa Seca Lavada:	1 065,56 g	Tamaño máximo de partículas: 1 1/2 in.

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	EETT (CLIENTE)	DESCRIPCIÓN
8 in.	150,000	0,00	0,0	100,0	-	Bloques (>300 mm): -
4 in.	100,000	0,00	0,0	100,0	-	Bolones (75 mm - 300 mm): 0,0%
3 in.	75,000	0,00	0,0	100,0	-	Gravas (4,75 mm - 75 mm): 2,9%
2 in.	50,000	0,00	0,0	100,0	-	Arenas (0,075 mm - 4,75 mm): 12,0%
1 1/2 in.	37,500	0,00	0,0	100,0	-	Limos y Arcillas (<0,075 mm): 85,1%
1 in.	25,000	26,22	0,4	99,6	-	A. gruesa (4,75 mm - 2,00 mm): 0,9%
3/4 in.	19,000	48,20	1,1	98,9	-	A. media (2,00 mm - 0,425 mm): 4,3%
1/2 in.	12,500	69,15	2,1	97,9	-	A. fina (0,425 mm - 0,075 mm): 6,8%
3/8 in.	9,500	10,84	2,3	97,7	-	
1/4 in.	6,300	29,15	2,7	97,3	-	
No. 4	4,750	16,41	2,9	97,1	-	
No. 10	2,000	64,64	3,8	96,2	-	
No. 20	0,850	58,24	4,6	95,4	-	
No. 40	0,425	249,91	8,1	91,9	-	
No. 60	0,250	339,78	12,8	87,2	-	
No. 140	0,106	99,50	14,2	85,8	-	
No. 200	0,075	53,24	14,9	85,1	-	
Cazoleta	-	0,11				Error de ensayo (%): 0,001%



Revisó y aprobó: 
 HNOS URTEAGA CONTRATISTAS
 Sr. Frank J. Gonzales Vásquez

		CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS (ASTM D2216 - 19)			
Código	: LH-FOR-086	Fecha	: 14/11/2020	Versión	: 04
Aprobación	: GG	Página	: 01 de 01		

Proyecto (**)	: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.	Informe No.	: LH-B-INF-2021-237
Ubicación (**)	: BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.	Fecha de Muestreo (**)	: 7/07/2021
Cliente	: CONSORCIO SANEAMIENTO CAJAMARCA	Fecha de Recepción	: 7/07/2021
Material	: MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Ensayo	: 7/07/2021
Procedencia (**)	: CALICATA 01	Fecha de Informe	: 3/08/2021
Código de Muestra (**)	: C1-E1, BP 77-BP 78	Técnico Encargado	: Cristian Valdivia
Código del Laboratorio	: LH-B-M-2021-0351	Hora de Muestreo (**)	: -
Ubicación de Muestreo (**)	: -	Clima (**)	: -
Coordenadas (**)	: E: N: Z:	Muestreado por (**)	: -
Condiciones Ambientales	: Temp.: 24.60 °C HR: 32.80 %		



Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass¹ - METODO A

Temperatura de secado:	110 ± 5 °C	Cantidad de material en capas:	01
Cumple masa mínima requerida:	SI	Material Excluido de la muestra de ensayo:	NINGUNO

CONTENIDO DE HUMEDAD - GLOBAL			
No. de Tara	A-01	A-02	A-03
Masa de la Tara (g)	159,78	157,95	136,58
Masa de la Tara + Muestra Húmeda (g)	2 973,74	2 971,35	2 970,43
Masa de la Tara + Muestra Seca (g)	2 547,86	2 554,50	2 543,06
Masa del Agua (g)	425,86	416,85	427,37
Masa de la Muestra Seca (g)	2 388,10	2 396,55	2 404,48
Contenido de Humedad (%)	17,8	17,4	17,8
w% PROMEDIO (%)	18		

Revisó y aprobó: 
HNOS URTEAGA CONTRATISTAS
 Dr. Frank J. Gonzalez Velquez
 Reg. C.O. 20190
 A.P.E. DE LABORATORIO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

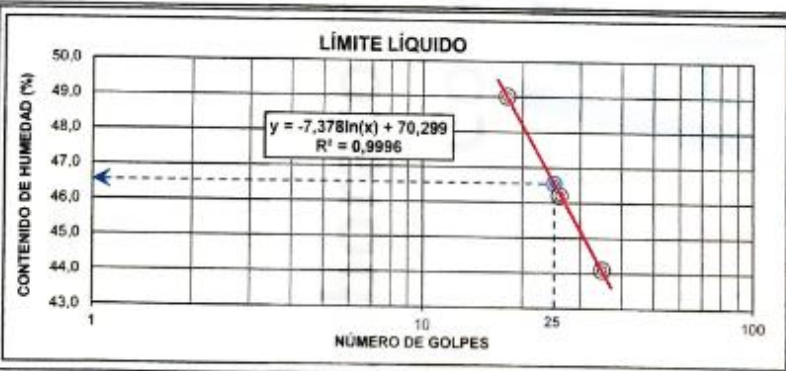
		LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318 - 17)						
Código	LH-FOR-085	Fecha	14/11/2020	Versión	07	Aprobación	GG	
						Registro N° LE - 126	Página	01 de 01

Proyecto (**)	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS					
Ubicación (**)	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			Informe No.	LH-B-INT-2021-237	
Cliente	GIORDANO VILLARROEL LEON			Fecha de Muestreo (**)	7/07/2021	
Material (**)	MUESTRA DE SUELO ALTERADA			Fecha de Recepción	7/07/2021	
Procedencia (**)	CALICATA 01			Fecha de Ensayo	8/07/2021	
Código de Muestra (**)	C1-E1, BP 77-BP 78			Fecha de Informe	3/08/2021	
Código de Laboratorio	LH-B-M-2021-0381			Técnico Encargado	Jesús Pompa	
Ubicación de Muestreo (**)	-			Hora de Muestreo (**)	-	
Coordenadas (**)	E:	N:	Z:	Clima (**)	-	
Condiciones Ambientales:	Temp.:	20,20 °C	HR:	42,70 %	Muestreado por (**)	-

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils'

Preparación del Especimen de Ensayo:	Método	Equipo para Límite Plástico:	Manual
Preparación Húmeda	A	Equipo para Límite Líquido:	Manual
Tamizado por lavado en el tamiz No. 40		Ranurador:	Plástico
Preparación con agua destilada		Clasificación SUCS (ASTM D2487 - 17) (*):	CL - Lean clay

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	6	7	8	9	10
Tara No.					
Masa de Tara (g)	21,53	21,00	21,30	21,59	21,76
Masa de Tara + Muestra Húmeda (g)	41,70	41,35	41,42	31,63	31,79
Masa de Tara + Muestra Seca (g)	35,53	34,92	34,80	29,52	29,98
Masa del Agua (g)	6,17	6,43	6,62	2,11	1,81
Masa de la Muestra Seca (g)	14,00	13,92	13,50	7,93	8,22
Humedad (%)	44,10	46,20	49,00	26,60	22,00
Número de Golpes	35	25	18	PROMEDIO	24




Límites de Consistencia	
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	47
LÍMITE PLÁSTICO (LP):	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):	23

Información Complementaria (***)	
Índice de Líquidos (IL):	-0,28
Índice de Compresión (Cc):	0,33
Consistencia Relativa (CR):	1,28

Revisó y aprobó: 
FRANK J. GONZALES VÁSQUEZ
 REG. CIP. 2011001
 JEFE DE LABORATORIO

NOTAS: (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. (**) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente. (***) Los datos indicados no forman parte del alcance de Acreditación del Método de Ensayo (ASTM D4318).

		PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO NTP 339.139:1999 (revisada el 2014) (*)				06			
Código:	LH-FOR-120	Fecha:	25/01/2021	Versión:	02	Aprobación:	GG	Página:	01 de 01

Proyecto (**)	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS	Informe No.	:	LH-B-INF-2021-237
Ubicación (**)	:	BANOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	Fecha de Muestreo (**)	:	7/07/2021
Cliente	:	GIORDANO VILLARROEL LEON	Fecha de Ensayo	:	7/07/2021
Material (**)	:	MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Informe	:	3/08/2021
Procedencia (**)	:	CALICATA 01	Técnico Encargado	:	Cristian Valdivia
Código de Muestra (**)	:	C1-E1 BP 77-BP 78	Hora de Muestreo (**)	:	-
Código de Laboratorio	:	LH-B-M-2021-0381	Clima (**)	:	-
Ubicación de Muestreo (**)	:	-	Muestreo por (**)	:	-
Coordenadas (**)	:	E: N Z			
Condiciones Ambientales	:	Temp.: 23.44 °C	HR:	:	33.60 %

SUELOS: Peso Volumétrico de Suelo Cohesivo (*)

Clasificación SUCS (ASTM D 2487 - 17) (*)	CL - Lean clay
---	----------------

PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD APARENTE DEL SUELO			
ESPECIMEN DE ENSAYO No.	E - 1	E - 2	E - 3
Masa de Muestra Humeda (g)	104.32	95.20	99.15
Masa de Muestra Humeda + Parafina (g)	109.87	100.43	104.22
Masa de Muestra Humeda + Parafina - Sumergida en agua (g)	49.00	44.30	46.50
Temperatura del Agua (°C)	24.8	24.8	24.8
Factor "K"	0.99889	0.99889	0.99889
Peso de la Parafina (g)	5.55	5.23	5.07
Volumen de Suelo + Parafina (cm ³)	60.80	56.07	57.66
Volumen de Parafina (cm ³)	6.19	5.83	5.65
Volumen de Muestra (cm ³)	54.61	50.24	52.01
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.910	1.895	1.906
Densidad Aparente Promedio (g/cm³)	1.904		


Densidad de la Parafina: 0.897 g/cm³

Revisó y aprobó:

HNOS URTEAGA CONTRATISTAS

 Il. Frank J. González Viquez
 Reg. C.O. 211121
 S.F.E. DE LABORATORIO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

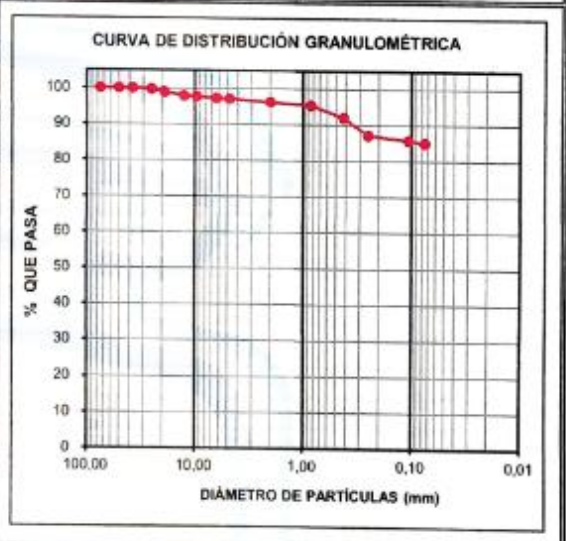
		CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM D 2487 - 17) (*)				07			
Código:	LH-FOR-088	Fecha:	14/11/2020	Versión:	04	Aprobación:	GG	Página:	01 de 01

Proyecto (**)	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS	Informe No.	: LH-B-INF-2021-237
Ubicación (**)	: BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	Fecha de Muestreo (**)	: 7/07/2021
Cliente	: GIORDANO VILLARROEL LEON	Fecha de Ensayo	: 7/07/2021
Material (**)	: MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Informe	: 3/08/2021
Procedencia (**)	: CALICATA 01		
Código de Muestra (**)	: C1-E1_BP 77-BP 78		
Código de Laboratorio	: LH-B-M-2021-0361		
Condiciones Ambientales	: Temp.: - HR: -		

Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes
(Unified Soil Classification System)¹ (*)

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO					
Tamaño máx. de partícula:	1 1/2 in.	Diámetro Efectivo D ₆₀ (mm):	-	Límite Líquido (LL):	47
Bloques (>300 mm):	-	Diámetro Efectivo D ₃₀ (mm):	-	Límite Plástico (LP):	24
Bolones (75 mm - 300 mm):	0.0%	Diámetro Efectivo D ₁₀ (mm):	-	Índice de Plasticidad (IP):	23
Gravas (4.75 mm - 75 mm):	2.9%	Coefficiente de Uniformidad (Cu):	-	Índice de Liquez (IL):	-0.28
Arenas (0.075 mm - 4.75 mm):	12.0%	Coefficiente de Curvatura (Cc):	-	Índice de Compresión (Cc):	0.33
Limos y Arcillas (<0.075 mm):	85.1%	Error de ensayo (%):	0.001%	Consistencia Relativa (CR):	1.28
Masa Muestra Húmeda:	8 459.00 g	CLASIFICACION SUCS (ASTM D2487 - 17) (*)			
Masa Seca Inicial:	7 204.00 g	CL - Lean clay			
Masa Seca Lavada:	1 065.56 g				

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RTDO ACUM	% QUE PASA
3 in	75,000	0,00	0,0	100,0
2 in	50,000	0,00	0,0	100,0
1 1/2 in	37,500	0,00	0,0	100,0
1 in	25,000	26,22	0,4	99,6
3/4 in	19,000	48,20	1,1	98,9
1/2 in	12,500	69,15	2,1	97,9
3/8 in	9,500	10,84	2,3	97,7
1/4 in	6,300	29,15	2,7	97,3
No. 4	4,750	16,41	2,9	97,1
No. 10	2,000	64,64	3,8	96,2
No. 20	0,850	58,24	4,6	95,4
No. 40	0,425	249,91	8,1	91,9
No. 60	0,250	339,78	12,8	87,2
No. 140	0,106	99,60	14,2	85,8
No. 200	0,075	53,24	14,9	85,1
Cazoleta	-	0,11		



CLASIFICACIÓN	
NOMBRE ALTERNATIVO (NTP 339.134) (*)	A.A.S.H.T.O. (NTP 339.135 - ASTM D 3282) (*)
CL - Arcilla de baja plasticidad	A-7-6 (21) Suelo arcilloso

Revisó y aprobó:

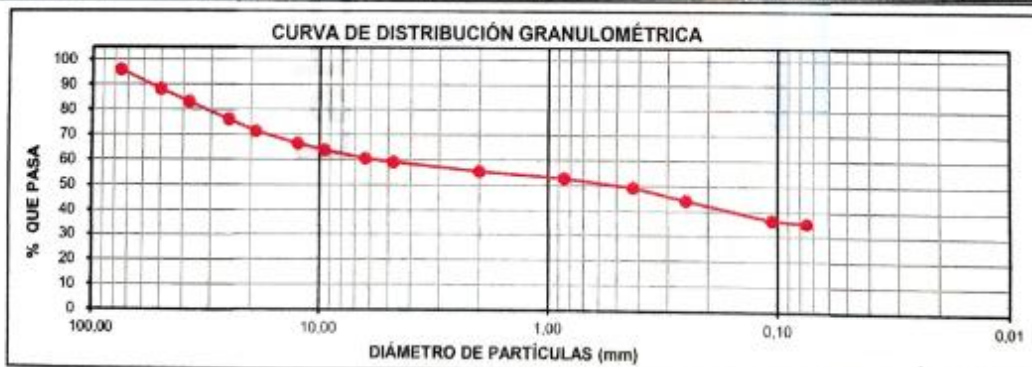

FRANK J. GONZALES VIQUEZ
 Reg. CIP 21119
 A.L.F.E. LABORATORIO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Proyecto (**)	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS	Informe No.	: LH-B-INT-2021-237
Ubicación (**)	: BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	Fecha de Muestreo (**)	: 7/07/2021
Cliente	: GORDANO VILLARROEL LEDN	Fecha de Ensayo	: 9/07/2021
Material (**)	: MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Informe	: 3/08/2021
Procedencia (**)	: CALICATA 01	Técnico Encargado	: Jesús Pompa
Código de Muestra (**)	: C1-E2_BP 77-BP 78	Hora de Muestreo (**)	: -
Código de Laboratorio	: LH-B-M-2021-0382	Clima (**)	: -
Ubicación de Muestreo (**)	: -	Muestreo por (**)	: -
Coordenadas (**)	: E N Z		
Condiciones Ambientales :	Temp.: 16.20 °C	HR:	55.00 %

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 339.128 1999 (revisada el 2019)

Masa Muestra Húmeda:	21 602.00 g	Tamaño máximo de partículas		4 in.		DESCRIPCIÓN
Masa Seca Inicial:	18 389.00 g					
Masa Seca Lavada:	11 898.00 g					
TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	EETT (CLIENTE)	
6 in.	150,000	0,00	0,0	100,0	-	Bloques (>300 mm): -
4 in.	100,000	0,00	0,0	100,0	-	Bolones (75 mm - 300 mm): 4,1%
3 in.	75,000	757,00	4,1	95,9	-	Gravas (4.75 mm - 75 mm): 36,8%
2 in.	50,000	1 409,00	11,8	88,2	-	Arenas (0.075 mm - 4.75 mm): 23,7%
1 1/2 in.	37,500	936,00	18,9	83,1	-	Limos y Arcillas (<0.075 mm): 35,4%
1 in.	25,000	1 291,00	23,9	76,1	-	A. gruesa (4.75 mm - 2.00 mm): 3,6%
3/4 in.	19,000	858,00	28,6	71,4	-	A. media (2.00 mm - 0.425 mm): 6,2%
1/2 in.	12,500	909,00	33,5	66,5	-	A. fina (0.425 mm - 0.075 mm): 13,9%
3/8 in.	9,500	472,00	36,1	63,9	-	CARACTERÍSTICAS
1/4 in.	6,300	614,00	39,4	60,6	-	Diámetro Efectivo D ₁₀ (mm): 5,68
No. 4	4,750	282,00	40,9	59,1	-	Diámetro Efectivo D ₃₀ (mm): -
No. 10	2,000	656,11	44,5	55,5	-	Diámetro Efectivo D ₅₀ (mm): -
No. 20	0,850	503,61	47,2	52,8	-	Coefficiente Uniformidad (Cu): -
No. 40	0,425	646,87	50,7	49,3	-	Coefficiente Curvatura (Cc): -
No. 60	0,250	920,04	55,7	44,3	-	Límite Líquido (LL): 56
No. 140	0,106	1 406,82	63,4	36,6	-	Límite Plástico (LP): 25
No. 200	0,075	212,86	64,6	35,4	-	Índice de Plasticidad (IP): 31
Cazoleta	-	22,88				Error de ensayo (%): 0,004%



Revisó y aprobó: **HNOS URTEAGA CONTRATISTAS**
[Firma]
 Ill. Frank J. Gonzales Vásquez


09

Proyecto (**)	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS		
Ubicación (**)	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		
Cliente	GIORDANO VILLARROEL LEON	Informe No. :	LH-B-INF-2021-237
Material (**)	MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Muestreo (**)	7/07/2021
Procedencia (**)	CALICATA 01	Fecha de Recepción	7/07/2021
Código de Muestra (**)	C1-E2, BP 77-BP 78	Fecha de Ensayo	7/07/2021
Código del Laboratorio	LH-B-M-2021-0382	Fecha de Informe	3/08/2021
Ubicación de Muestreo (**)	-	Técnico Encargado	Cristian Valdivia
Coordenadas (**)	E: N: Z:	Hora de Muestreo (**)	-
Condiciones Ambientales :	Temp.: 24.60 °C	HR: 32.80 %	Muestreado por (**)



Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass¹ - METODO A

Temperatura de secado:	110 ± 5 °C	Cantidad de material en capas:	01
Cumple masa mínima requerida:	SI	Material Excluido de la muestra de ensayo:	NINGUNO

CONTENIDO DE HUMEDAD - GLOBAL			
No. de Tara	B-02	B-04	B-05
Masa de la Tara (g)	582,00	593,00	520,00
Masa de la Tara + Muestra Húmeda (g)	7 702,00	7 776,00	7 829,00
Masa de la Tara + Muestra Seca (g)	6 667,00	6 739,00	6 788,00
Masa del Agua (g)	1 035,00	1 037,00	1 041,00
Masa de la Muestra Seca (g)	6 075,00	6 146,00	6 288,00
Contenido de Humedad (%)	17,0	16,9	16,6
w% PROMEDIO (%)	17		

Revisó y aprobó: HÑOS URTEAGA CONTRATISTAS

Dr. Frank J. Gonzalez Vilasquez
 Reg. C.O. 20100
 A.P.E. DE LABORATORIO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

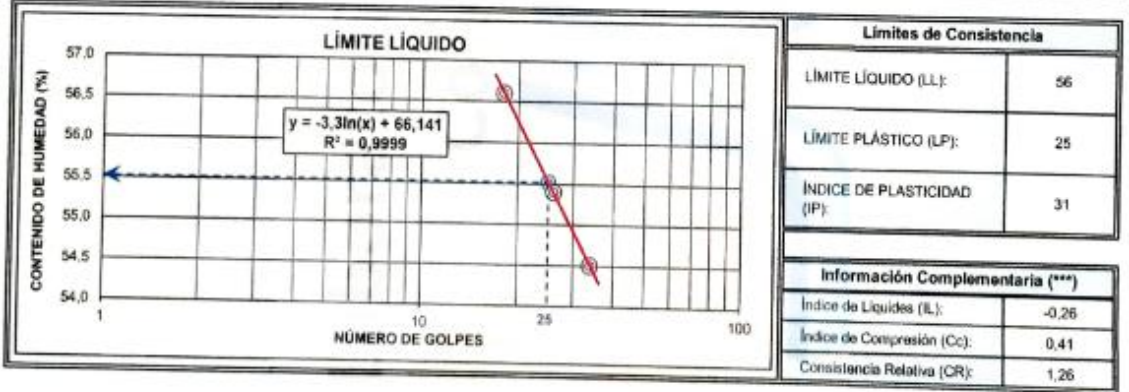
		LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318 - 17)							
Código	LH-FOR-085	Fecha	14/11/2020	Versión	07	Aprobación	GG	Página	01 de 01


Proyecto (**)	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS					
Ubicación (**)	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			LH-B-INF-2021-237		
Cliente	OSCRIDANO VILARRUÉL LEÓN			Fecha de Muestreo (**)	10/07/2021	
Material (**)	MUESTRA DE SUELO ALTERADA			Fecha de Recepción	7/07/2021	
Procedencia (**)	CALICATA 01			Fecha de Informe	8/07/2021	
Código de Muestra (**)	C1-E2-HP-77-8P-78			Técnico Encargado	Jesús Pompa	
Código de Laboratorio	LN-B-I-2021-0382			Hora de Muestreo (**)	-	
Ubicación de Muestreo (**)	-			Clima (**)	-	
Coordenadas (**)	E:	N:	Z:	Temp.:	HR:	Muestreado por (**)
Condiciones Ambientales:				20,20 °C	43,10 %	-

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils¹


Preparación del Especimen de Ensayo:	Método	Equipo para Límite Plástico:	Manual
Preparación Húmeda	A	Equipo para Límite Líquido:	Manual
Tamizado por lavado en el tamiz No. 40		Ranurador:	Plástico
Preparación con agua destilada		Clasificación SUCS (ASTM D2487 - 17) (*):	- Clayey gravel with sand + 4,1% -

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	5
Tara No.					
Masa de Tara (g)	19,93	20,17	21,21	21,68	21,62
Masa de Tara + Muestra Húmeda (g)	40,22	40,43	41,29	31,76	31,69
Masa de Tara + Muestra Seca (g)	33,08	33,21	34,03	29,77	29,67
Masa del Agua (g)	7,16	7,22	7,26	1,99	2,02
Masa de la Muestra Seca (g)	13,13	13,04	12,82	8,08	8,05
Humedad (%)	54,50	55,40	56,60	24,60	25,10
Número de Golpes	34	26	18	PROMEDIO	25



Revisó y aprobó: 
HNOS URTEAGA CONTRATISTAS
 Ing. Frank J. González Velasco
 Reg. C.º 21175
 A.F.E. DE LABORATORIO

NOTAS: (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. (**) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente. (***) Los datos indicados no forman parte del alcance de Acreditación del Método de Ensayo (ASTM D4318).

		PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO NTP 339.139:1999 (revisada el 2014) (*)			
Código:	LH-FOR-120	Fecha:	25/01/2021	Versión:	02
Aprobación:	GG	Página:	01 de 01		

Proyecto (**)	:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS			
Ubicación (**)	:	BANDOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		LH-B-INF-2021-237	
Cliente	:	GIORDANO VILLARROEL LEON	Fecha de Muestreo (**)	7/07/2021	
Material (**)	:	MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Recepción	7/07/2021	
Procedencia (**)	:	CALICATA 01	Fecha de Ensayo	7/07/2021	
Código de Muestra (**)	:	C1-E2 BP 77-BP 78	Fecha de Informe	3/08/2021	
Código de Laboratorio	:	LH-B-M-2021-0362	Técnico Encargado	Cristian Valdivia	
Ubicación de Muestreo (**)	:	-	Hora de Muestreo (**)	-	
Coordenadas (**)	:	E: N: Z:	Clima (**)	-	
Condiciones Ambientales	:	Temp.: 22.72 °C	HR: 34.80 %	Muestreado por (**)	-

SUELOS: Peso Volumétrico de Suelo Cohesivo (*)

Clasificación SUCS (ASTM D 2487 - 17) (*)	:	GC - Clayey gravel with sand + 4,1% > 3 ϕ
---	---	--

PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD APARENTE DEL SUELO			
ESPECIMEN DE ENSAYO No.	E - 1	E - 2	E - 3
Masa de Muestra Húmeda (g)	285,63	349,68	282,03
Masa de Muestra Húmeda + Parafina (g)	301,52	363,34	295,36
Masa de Muestra Húmeda + Parafina - Sumergida en agua (g)	130,60	162,00	130,20
Temperatura del Agua (°C)	24,7	24,7	24,7
Factor "K"	0,99892	0,99892	0,99892
Peso de la Parafina (g)	15,89	13,46	13,35
Volumen de Suelo + Parafina (cm ³)	170,74	201,12	165,00
Volumen de Parafina (cm ³)	17,71	15,01	14,88
Volumen de Muestra (cm ³)	153,03	186,11	150,12
Densidad Aparente (g/cm ³)	1,868	1,880	1,879
Densidad Aparente Promedio (g/cm ³)	1,875		

Densidad de la Parafina: 0,897 g/cm³

Revisó y aprobó:

HNOS URTEAGA CONTRATISTAS
 Dr. Frank J. González Wajque
 Reg. CP 211191
 A.P.E. DE LABORATORIO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM D 2487 - 17) (*)

12

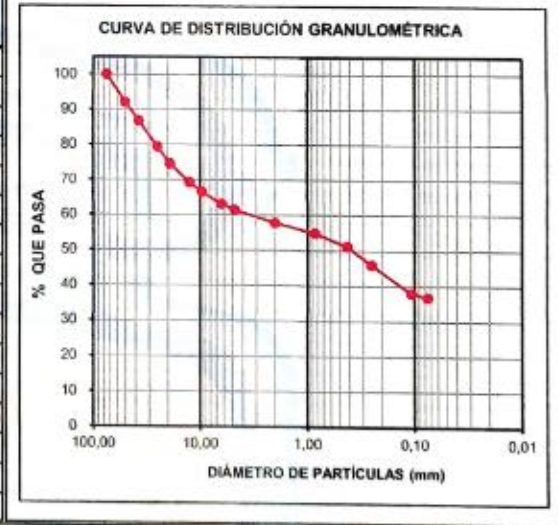
Código: LH-FOR-088	Fecha: 14/11/2020	Versión: 04	Aprobación: GG
--------------------	-------------------	-------------	----------------

Proyecto (**)	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS	LH-B-INF-2021-237
Ubicación (**)	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
Cliente	GIORDANO VILLARROEL LEON	Fecha de Muestreo (**): 7/07/2021
Material (**)	MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Recepción: 7/07/2021
Procedencia (**)	CALICATA 01	Fecha de Ensayo: -
Código de Muestra (**)	C1-E2, BP 77-BP, 78	Fecha de Informe: 3/08/2021
Código de Laboratorio	LH-B-M-2021-0382	
Condiciones Ambientales	Temp.: - HR: -	

Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) (*)

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO					
Tamaño máx. de partícula:	4 in.	Diámetro Efectivo D_{50} (mm):	3.66	Límite Líquido (LL):	56
Bloques (>300 mm):	-	Diámetro Efectivo D_{50} (mm):	-	Límite Plástico (LP):	25
Bolones (75 mm - 300 mm):	4,1%	Diámetro Efectivo D_{50} (mm):	-	Índice de Plasticidad (IP):	31
Gravos (4.75 mm - 75 mm):	36,8%	Coefficiente de Uniformidad (Cu):	-	Índice de Liquidez (IL):	-0.26
Arenas (0.075 mm - 4.75 mm):	23,7%	Coefficiente de Curvatura (Cc):	-	Índice de Compresión (Cc):	0.41
Limos y Arcillas (<0.075 mm):	35,4%	Error de ensayo (%):	0,005%	Consistencia Relativa (CR):	1,26
Masa Muestra Húmeda:	20 829,00 g	CLASIFICACION SUCS (ASTM D2487 - 17) (*)			
Masa Seca Inicial:	17 632,00 g	GC - Clayey gravel with sand + 4,1% > 3in			
Masa Seca Levada:	11 141,00 g				

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RTDO ACUM	% QUE PASA
3 in	75,000	0,00	0,0	100,0
2 in	50,000	1 409,00	8,0	92,0
1 1/2 in	37,500	936,00	13,3	86,7
1 in	25,000	1 291,00	20,6	79,4
3/4 in	19,000	858,00	25,5	74,5
1/2 in	12,500	909,00	30,7	69,3
3/8 in	9,500	472,00	33,4	66,6
1/4 in	6,300	614,00	36,9	63,1
No. 4	4,750	282,00	38,5	61,5
No. 10	2,000	656,11	42,2	57,8
No. 20	0,850	503,61	45,1	54,9
No. 40	0,425	646,87	48,8	51,2
No. 60	0,250	920,04	54,0	46,0
No. 140	0,106	1 406,62	62,0	38,0
No. 200	0,075	212,86	63,2	36,8
Cazoleta	-	22,88		



CLASIFICACIÓN	
NOMBRE ALTERNATIVO (NTP 339.134) (*)	A.A.S.H.T.O. (NTP 339.135 - ASTM D 3282) (*)
GC - Grava arcillosa con arena + 4,1% > 3in	A-7-6 (5) Suelo arcilloso

Revisó y aprobó:

HNOS URTECA CONTRATISTAS
 Frank J. Gonzales Vásquez
 Reg. CP 211130
 A.F.E. DE LABORATORIO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080/D3080M - 11)

13

Código : LH-FOR-093	Fecha : 15/09/2020	Versión : 03	Aprobación : GG	Página : 01 de 02
---------------------	--------------------	--------------	-----------------	-------------------

Proyecto (**)	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS PARA EL DISEÑO DE ENTIBADOS	
Ubicación (**)	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
Cliente	ORDANO VILLARDEL LEON	Fecha de Muestreo (**)
Material (**)	MUESTRA DE SUELO ALTERADA	Fecha de Recepción
Procedencia (**)	"CALICATA 1"	Fecha de Ensayo
Código de Cliente	"C-1, E-2" COLECTOR BAJO OTUZCO BP.77 - BP.78	Fecha de Informe
Código de Laboratorio	LH-B-M-2021-0383	Técnico Encargado
Condiciones Ambientales :	Temp.: 18,30 °C	HR: 51,10 %

Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

DATOS GENERALES			
Zonaje No. / Calicata No. / Estrato No.	C-01, E-02	Muestra No. / Profundidad (m)	M-01
Altura del Molde (mm)	21,36	Símbolo de Grupo SUCS	-
Diámetro del Molde (mm)	50,96	Estado de la Muestra	Remoldeada
Masa del Molde (g)	120,58	Condición de Ensayo	Consolidado - Drenado
Volumen del Molde (cm ³)	43,57	Velocidad de Ensayo	0,15 mm/s

CONTENIDO DE HUMEDAD						
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN - 01		ESPECIMEN - 02		ESPECIMEN - 03	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
No. de Tara	1	2	3	4	5	6
Masa de la Tara (g)	18,37	24,91	24,83	19,16	19,01	18,64
Masa de Tara + Muestra Húmeda (g)	101,77	107,82	101,80	101,67	102,09	101,07
Masa de Tara + Muestra Seca (g)	85,94	89,42	87,13	83,58	86,56	83,11
Masa del Agua (g)	15,83	18,40	14,67	18,09	15,53	17,96
Masa de Muestra Seca (g)	67,57	64,51	62,50	64,42	67,55	64,47
Humedad (%)	23,4	28,5	23,5	28,1	23,0	27,9

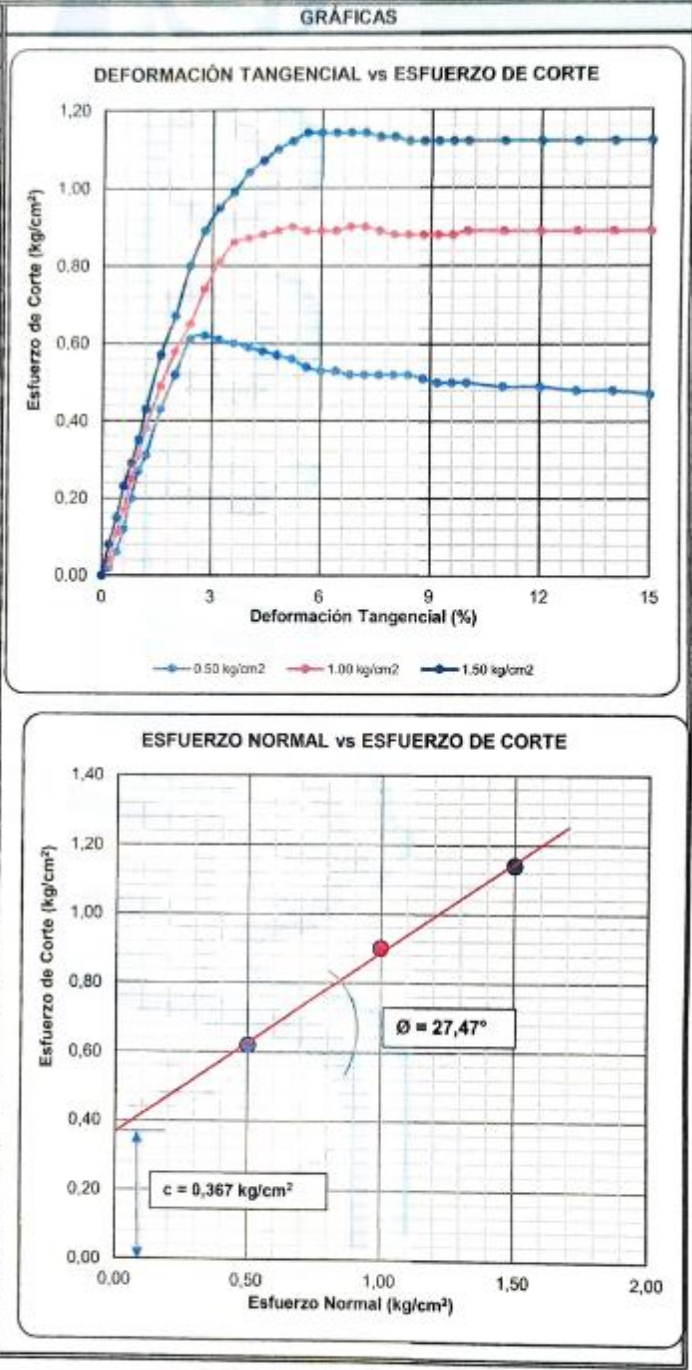
DEFORMACIONES		
Deformación (mm)	0,257	0,034
		-0,185

DENSIDADES						
ESPECIMEN No.	ESPECIMEN - 01		ESPECIMEN - 02		ESPECIMEN - 03	
	0,50 kg/cm ²		1,00 kg/cm ²		1,50 kg/cm ²	
DESCRIPCIÓN	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Altura del Especimen (mm)	21,36	21,62	21,36	21,39	21,36	21,18
Contenido de Humedad (%)	23,4	28,5	23,5	28,1	23,0	27,9
Masa del Molde + Muestra (g)	201,78	203,49	201,5	203,09	201,20	203,01
Masa de la Muestra (g)	81,20	82,91	80,92	82,51	80,62	82,43
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1,86	1,88	1,86	1,89	1,85	1,91
Densidad Seca (g/cm ³)	1,51	1,46	1,50	1,48	1,50	1,49

Revisó y Aprobó:

HROS URTEAGA CONTRATISTAS
 Frank J. Gonzalez Velazquez
 Reg. CIP 211141
 I. H. E. DE LABORATORIO

APLICACIÓN DE CARGA			
ESP. No.	ESP. - 01	ESP. - 02	ESP. - 03
ESFUERZO NORMAL	0,5 kg/cm ²	1,0 kg/cm ²	1,5 kg/cm ²
DEFORMACIÓN	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)		
0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0,02	0,04	0,06
0,40	0,06	0,11	0,15
0,60	0,12	0,17	0,23
0,80	0,20	0,25	0,29
1,00	0,27	0,31	0,35
1,20	0,31	0,36	0,43
1,60	0,43	0,49	0,57
2,00	0,52	0,58	0,67
2,40	0,61	0,65	0,80
2,80	0,62	0,74	0,89
3,20	0,61	0,81	0,95
3,60	0,60	0,86	0,99
4,00	0,59	0,87	1,04
4,40	0,58	0,88	1,07
4,80	0,57	0,89	1,10
5,20	0,56	0,90	1,12
5,60	0,54	0,89	1,14
6,00	0,53	0,89	1,14
6,40	0,53	0,89	1,14
6,80	0,52	0,90	1,14
7,20	0,52	0,90	1,14
7,60	0,52	0,89	1,13
8,00	0,52	0,88	1,13
8,40	0,52	0,88	1,12
8,80	0,51	0,88	1,12
9,20	0,50	0,88	1,12
9,60	0,50	0,88	1,12
10,00	0,50	0,89	1,12
11,00	0,49	0,89	1,12
12,00	0,49	0,89	1,12
13,00	0,48	0,89	1,12
14,00	0,48	0,89	1,12
15,00	0,47	0,89	1,12
RESULTADOS			
Ángulo de fricción interno ϕ (°)	27,47		
Cohesión c (kg/cm ²)	0,367		
Cohesión c (t/m ²)	3,667		



Revisó y Aprobó: **HNOS URTEAGA CONTRATISTAS**
[Signature]
Ing. Frank J. González Vázquez
 Reg. C.P. 21120
 A.F.E. DE LABORATORIO

Anexo 4: Panel fotográfico.

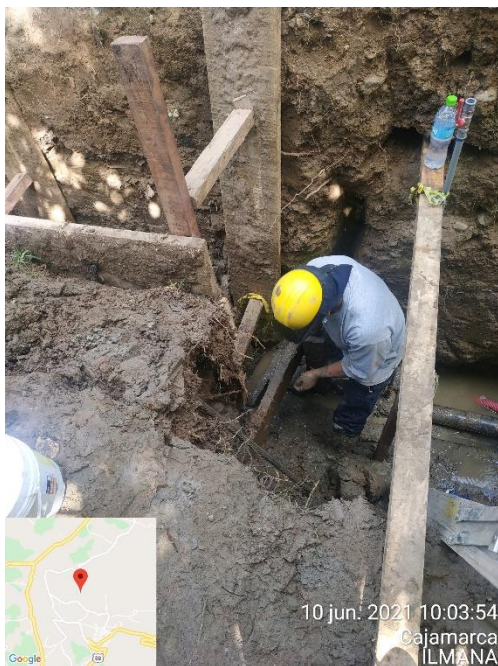


Foto 1: Toma de muestra de estratos arcillosos.



Foto2: Toma de muestra de estratos arenosos.



Foto 3: Calicata a 3m de profundidad.

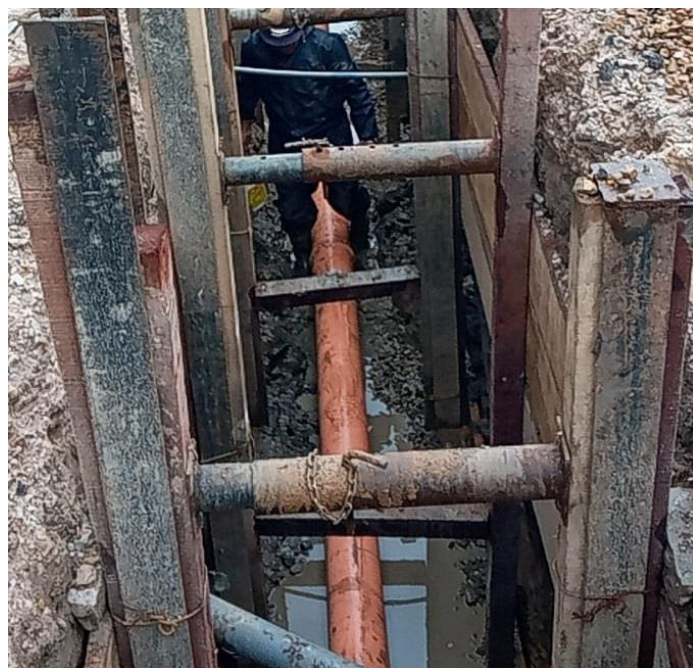


Foto 4: detalle de puntales.



Foto 5: Detalle de sobre excavación por falla de vigas.



Foto 6: Detalle de empuje de base de suelos arcillosos.



Foto 6: Falla de puntales por aplastamiento y sobrecarga.