

INVESTIGACIÓN DE LOS SUELOS IMPORTANCIA EN LAS EDIFICACIONES

**SLEYTHER A. DE LA CRUZ VEGA
PATRICIA M. YLLESCAS RODRIGUEZ
HANS MEJIA GUERRERO
CCORI S. VEGA NEYRA**

**INVESTIGACIÓN DE LOS
SUELOS
IMPORTANCIA EN LAS
EDIFICACIONES**

INVESTIGACIÓN DE LOS SUELOS
IMPORTANCIA EN LAS EDIFICACIONES

Primera Edición mayo 2023

ISBN 978-9917-9992-0-1

Autores:

SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA
PATRICIA MARIBEL YLLESCAS RODRÍGUEZ
HANS MEJÍA GUERRERO
CCORI SIELLO VEGA NEYRA

Editado por:
Editorial RCII

Hecho el depósito legal N° 4-2-2236-2023

Libro de soporte digital.

Libro resultado de investigación y con proceso de revisión por pares externos.

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización de los autores.

La Paz, Bolivia

DEDICATORIA

Esta investigación permitirá aportar a la ingeniería civil, el conocimiento de los suelos mejorará las futuras investigaciones y sus posibles problemas y afectaciones y contribuirá al conocimiento científico.

INDICE

DEDICATORIA	4
INDICE	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I	7
LA GRANULOMETRÍA DE UN SUELO EN ESTADO SUELTO	7
CAPITULO II	23
EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN ESTADO LÍQUIDO Y PLÁSTICO	23
CAPITULO III	36
MAXIMA DENSIDAD SECA Y HUMEDAD OPTIMA EN UN SUELO EN LA COSTA PERUANA	36

INTRODUCCIÓN

La investigación ahora permite que las universidades peruanas contribuyan al desarrollo y el bienestar humano, ya que mejoran la calidad de vida con nuevas ideas, llenan los vacíos de conocimiento y facilitan la comunicación.

A diferencia de otras disciplinas, estudiar ingeniería te permite resolver problemas a través de soluciones que te permiten usar cálculos y recopilar datos en un modo del mundo real.

Actualmente, existe poca investigación sobre la profesión de ingeniería, por lo que este libro puede ser utilizado como una guía para promover la publicación de artículos, capítulos de libros, libros en el campo de la construcción.

CAPITULO I

LA GRANULOMETRÍA DE UN SUELO EN ESTADO SUELTO

La granulometría de un suelo en estado suelto

Resumen:

El análisis de tamaño de partícula, también conocido como análisis de textura, es un tipo de análisis físico que determina la textura de un suelo a partir de las proporciones relativas entre diferentes grupos de partículas primarias (arena, limo y arcilla contenidas en la masa del suelo). en función de su diámetro, ya que controla, entre otras cosas, la aireación, la retención y el movimiento del agua.

En este trabajo se describirá en un ensayo granulométrico la medición de los granos de un suelo en estado suelto. El tipo de investigación es aplicada, tiene diseño descriptivo y su enfoque es cuantitativa. En conclusión, existe una gran importancia dentro de la realización de estos ensayos de suelos a trabajar, con la finalidad de poder conocer la impermeabilidad del suelo, distribución de los tipos de partículas y el diámetro efectivo del suelo.

Palabras clave: Suelo, construcción, suelto, granos.

Abstract:

Particle size analysis, also known as texture analysis, is a type of physical analysis that determines the texture of a soil from the relative proportions between different groups of primary particles (sand, silt, and clay contained in the soil mass). floor). depending on its diameter, since it controls, among other things, the aeration, retention and movement of water.

In this work, the measurement of the grains of a loose soil will be described in a granulometric test. The type of research is applied, it has a descriptive design and its approach is quantitative. In conclusion, there is great importance in carrying out these soil tests to work, in order to know the impermeability of the soil, the distribution of the types of particles and the effective diameter of the soil.

Keywords: Soil, construction, loose, grains.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es el resultado de la interacción entre procesos geológicos y biológicos, compuesto por una mezcla de partículas minerales y orgánicas de diversas estructuras y magnitudes (Gabriels y Lobo, 2011), también podemos dar otra definición y es por eso que Silla (2015) nos dice que un suelo es un cuerpo natural tridimensional formado por cambios físicos y químicos graduales a lo largo del tiempo de un material original o roca madre. La importancia de los suelos es un recurso esencial para el desarrollo económico, social como soporte físico y químico de los ecosistemas terrestres según González, Iglesias y Herrera (2009) menciona que la degradación de la tierra es la pérdida a largo plazo de la función y productividad del ecosistema causada por perturbaciones que impiden que la tierra se recupere sin ayuda. Pero los suelos también sufren deformaciones y es por eso que Flor y Torres (2020) nos dice que las deformaciones de los suelos están relacionadas con el contenido de agua, las características internas de las partículas del suelo y el grado de compacidad. Una de las características del suelo es su porosidad, y para entender mejor de que trata esto tenemos que González, González y Chávez (2012) nos dice que la porosidad del suelo determina cómo el agua y el aire fluyen a través de él y está condicionada por el tamaño, abundancia y distribución de los poros. El suelo es uno de los materiales de construcción más importantes, por lo que para crear un concreto duradero, los materiales que lo componen deben probarse previamente, por lo que es fundamental conocer su composición de grano con anticipación para que el material pueda procesarse mejor (villar, 2021).

En el presente trabajo trataremos de hablar netamente sobre suelos sueltos o también llamados arenosos y para saber sobre el comportamiento de este, por eso García (2014) nos menciona que los suelos arenosos generalmente se consideran estructuralmente inertes debido a su estructura débil y la falta de propiedades de expansión-contracción. Existen diferentes tipos de arenas según el tamaño de sus partículas como arenas gruesas son las que pasan la malla de 2 mm y son retenidas por otra de 0.2 mm, y también tenemos a las arenas finas son las que pasan por la malla de 0,2 mm y son

retenidas por otra de 0,05mm (Cañar, 2017). Una de las más importantes características del suelo suelto es su permeabilidad ya que presentan poros por donde pasara el agua, esta característica beneficia mucho al área de construcción por eso Silvia, Garibay y Cauhapé (2006) nos indica que la permeabilidad del suelo nos ayudara a saber el costo y dificultades que se presentara en operaciones de construcción. También tenemos que la permeabilidad de un suelo suelto presenta anisotropía y nos ayuda a evaluar el desempeño de una estructura a nivel geotectónico por eso López y Lucero (2021) nos mencionó que entender la anisotropía de la permeabilidad de un suelo es esencial para evaluar el desempeño de estructuras geotécnicas que involucran el flujo de agua en dirección horizontal como vertical.

La medición del tamaño de las partículas del suelo se refiere a la medición y clasificación de los granos o partículas que componen el suelo (Salinas, 2018). En este trabajo hablaremos de un suelo en estado suelto y es por eso que Requejo (2020) mencionó que el suelo suelto tiene poco almacenamiento y retención de agua, lo que afecta la erosión del suelo. Los agregados más utilizados en el mundo provienen de depósitos naturales que se forman en lechos de ríos o llanuras aluviales y son relativamente económicos porque generalmente no requieren un proceso industrial ; las partículas que componen estos agregados naturales son principalmente cuarzo (Solis, Moreno y Arjona, 1992).

La granulometría es muy importante para el área de la construcción, en primer lugar tenemos una gran proporción de agregados en la composición del concreto, por lo que es importante entender la trabajabilidad de las juntas y el concreto (Burga, 2022), la segunda importancia es que te ayudara entender mejor el lugar y con eso podrás comprender mejor dónde estás construyendo o dónde necesitas construir un lugar más seguro (Roleta, 2012), la tercera importancia es que para poder realizar un hormigón duradero, los materiales que lo componen deben ensayarse previamente, por lo que el conocimiento previo de su composición granulométrica es fundamental para un mejor procesado del material. (villar, 2021), por eso también Behrends (2015) nos menciona que la influencia del tamaño de grano y la mineralogía en

el comportamiento hidro físico y estructural del suelo, permitiendo un mejor conocimiento y manejo de los materiales utilizados.

Algunas técnicas de medición del tamaño de partículas son la medición del tamaño de grano paralelo (MGP) o las curvas de similitud, que son herramientas clave en la caracterización geotécnica de materiales de grano grueso (materiales granulares con partículas mayores a 75 mm de diámetro), en especial en la evaluación de propiedades geomecánicas (Dorador, 2018), otro método sería el método del tamizado consiste en confeccionar la curva granulométrica de una muestra, la cual es representativa de la distribución de los tamaños de las partículas (Alsivar, 2020), el siguiente método sería el método de Sedimentación que se define como análisis de sedimentación a la distribución de tamaño de partículas que es demasiado fina para pasar por un tamiz. (Requejo, 2020), otro método sería el de la pipeta y es por eso que Bonifacio, Silveira y Helio (2011) nos menciona el método de la pipeta y el densitómetro es uno de los métodos más utilizados para el análisis del tamaño de las partículas del suelo, y los resultados muestran poca comparación entre la arcilla y el limo fino.

En los agregados, la granulometría es uno de los parámetros básicos empleados para la dosificación del concreto (García, 2018), los agregados son provenientes de rocas sedimentarias, que son las más abundantes en la superficie terrestre (Flores Y Tinoco, 2020). las propiedades de los agregados son: durabilidad, resistencia a compresión, cambios volumétricos, dosificación, trabajabilidad, bombeabilidad, acabado superficial, oclusión de aire, exudación (León y Ramirez, 2008), pero también los agregados son una parte indispensable en la composición del hormigón (Cedeño, Chávez, Ortiz y Macias, 2022). La clasificación de los agregados son los agregados finos que consisten en arena natural o piedra triturada con tamaños menores a 5mm, en cuanto a los agregados gruesos tienen combinación de gravas o piedras demolidas, que tienen granos mayores a 5mm (Quispe, 2020). Las funciones del agregado en el concreto son como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico (Olarde, 2017).

2. METODOLOGÍA

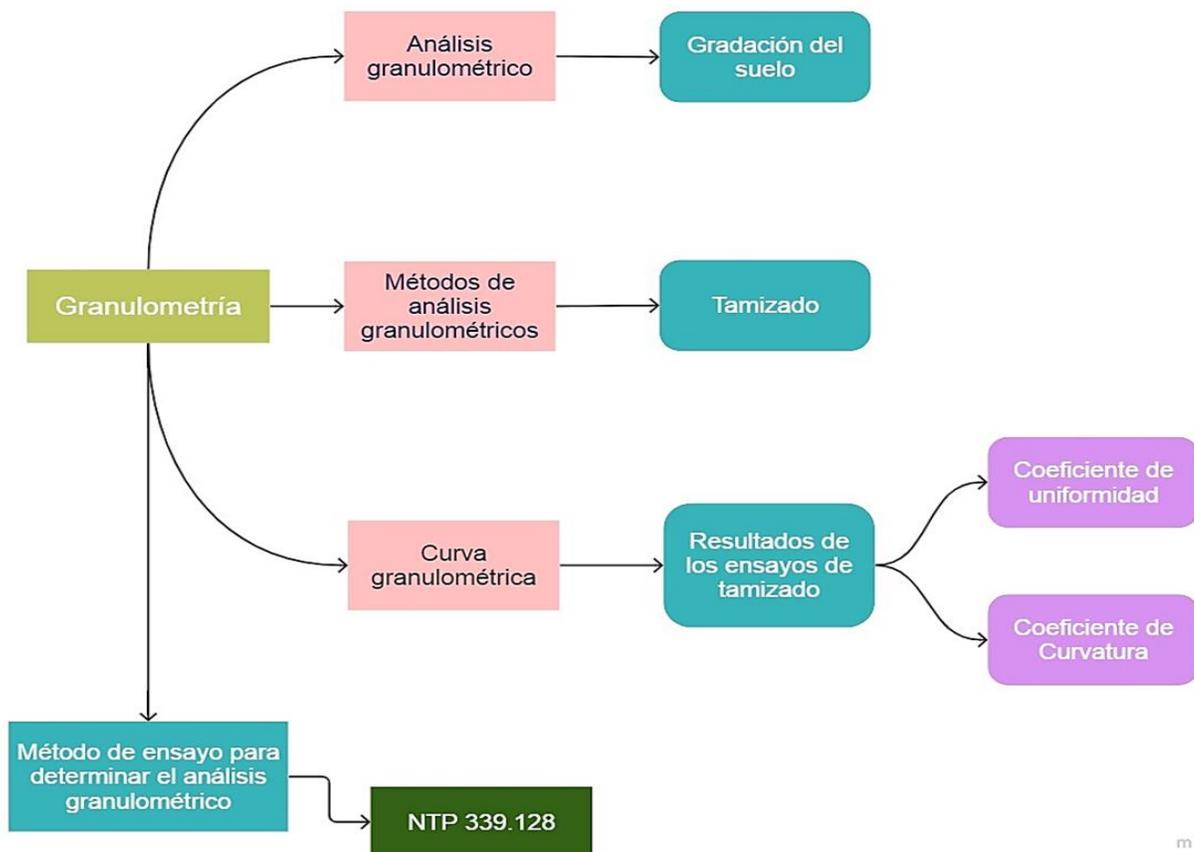


Tabla 1. Ensayo de Granulometría

Para realizar el ensayo de granulometría usamos el método del tamizado para las partículas de grano grueso (grava, arena). Luego, la pasamos por una serie organizada de tamices de agujeros con una disminución y conocido de arriba a abajo. Cubrimos para evitar pérdidas finas. El último tamiz está debajo y descansa en un contenedor igualmente uno de los siete y recibe el mejor material que no es retenido por ningún tamiz. Con batidos horizontales y golpes verticales, mecánicos o manuales, el suelo se guía por la serie de tamices de arriba a abajo y luego pesa el piso retenido en cada red. Los resultados de las pruebas de tamiz se mencionan en un gráfico llamado curva granulométrica. Las curvas muy verticales indican una variabilidad reducida de los

tamaños, mientras que las curvas inclinadas detienen una gradación importante del tamaño de las partículas.

3. RESULTADOS

Tabla 2. Calita C-01, análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D421)

Total de muestra (g)	1186.9
Peso lavado y seco (g)	911.1

MALLAS	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.760	0.000	100.000
N° 10	2.000	1.800	99.850
N° 20	0.840	13.200	98.740
N° 40	0.420	49.700	94.550
N° 60	0.250	165.900	80.570
N° 100	0.150	413.300	45.750
N° 200	0.074	267.200	23.240
< N° 200		275.800	

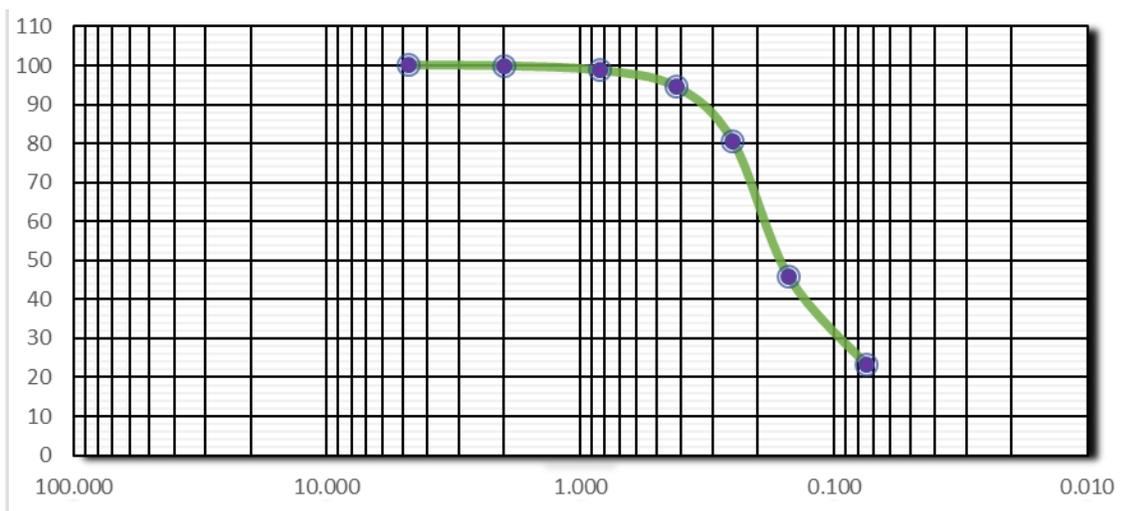


Figura 1. Curva granulométrica del suelo estudiado

La curva granulométrica de la Ilustración 1 refleja que a partir del tamiz N° 20 se empieza a ver un cambio drástico en la curva hasta el tamiz N° 200.

Tabla 3. Calita C-02, análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D421)

Total de muestra (g)	2066.9
Peso lavado y seco (g)	776

MALLAS	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050	0.000	100.000
1/2"	12.500	18.600	99.100
3/8"	9.525	17.700	98.240
N° 4	4.760	64.100	95.140
N° 10	2.000	113.900	89.630
N° 20	0.840	89.300	85.310
N° 40	0.420	65.100	82.160
N° 60	0.250	82.400	78.180
N° 100	0.150	1552.500	70.800
N° 200	0.074	172.400	62.460
< N° 200		1290.900	

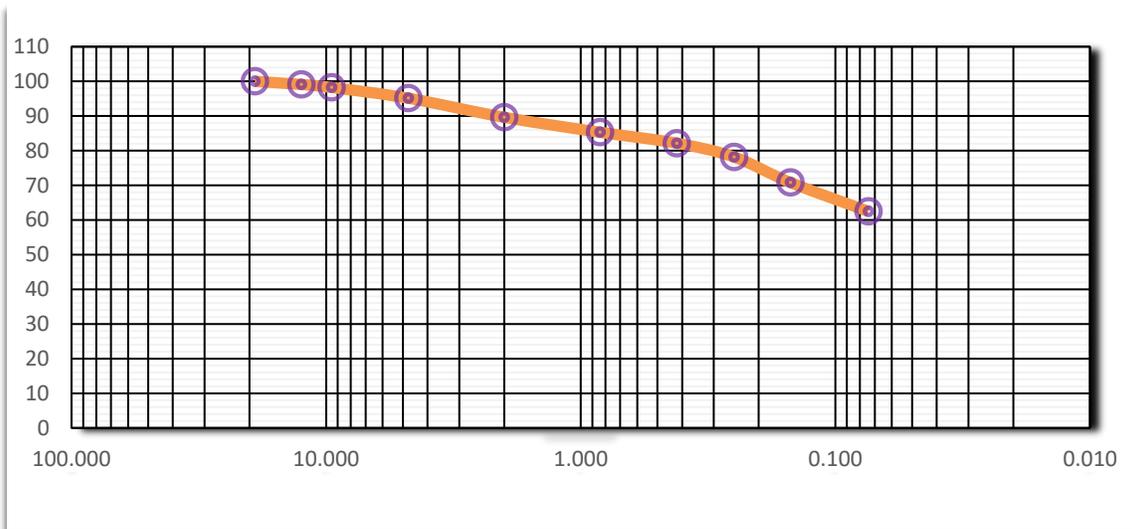


Figura 2. Curva granulométrica del suelo estudiado

La curva granulométrica de la figura 2 refleja que a partir del tamiz 3/8" se empieza ver un cambio drástico en la curva hasta el tamiz N° 200.

Tabla 4. Calita C-03, análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D421)

Total de muestra (g)	1857.6
Peso lavado y seco (g)	381.9

MALLAS	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.000	100.000
N° 4	4.760	3.400	99.820
N° 10	2.000	10.000	99.280
N° 20	0.840	21.300	98.130
N° 40	0.420	32.500	96.380
N° 60	0.250	58.100	93.250
N° 100	0.150	128.900	86.320
N° 200	0.074	127.700	79.440
< N° 200		1475.700	

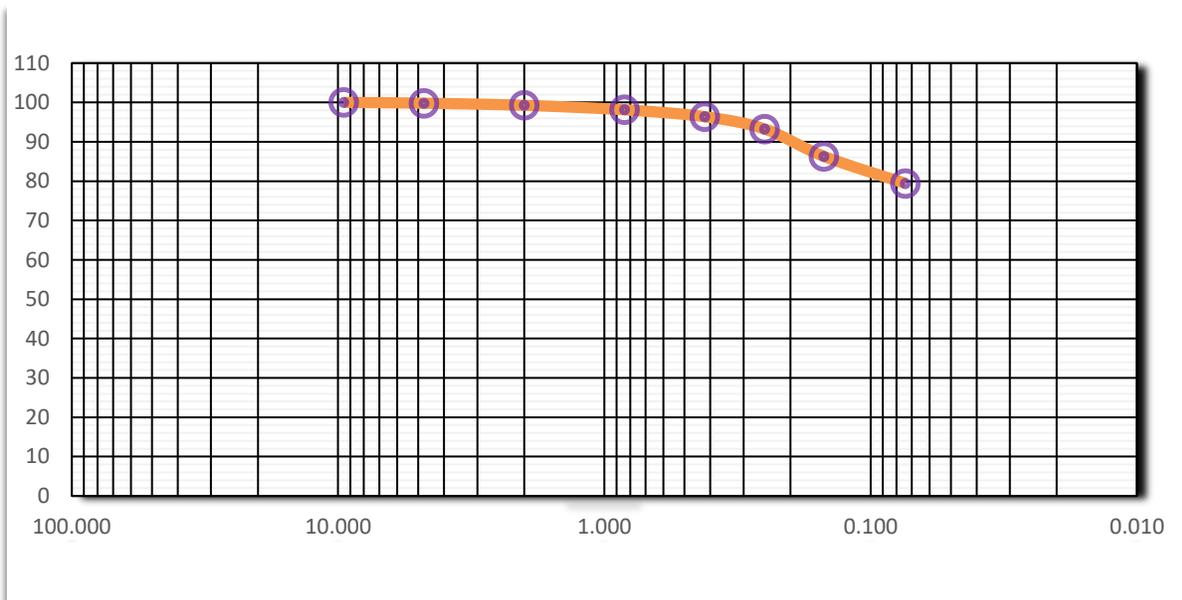


Figura 3. Curva granulométrica del suelo estudiado

La curva granulométrica de la figura 2 refleja que a partir del tamiz N° 20 se empieza a ver un cambio drástico en la curva hasta el tamiz N° 200.

Tabla 5. Calita C-04, análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D421)

Total de muestra (g)	1775.1
Peso lavado y seco (g)	181.2

MALLAS	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.000	100.000
N° 4	4.760	5.400	99.700
N° 10	2.000	7.800	99.260
N° 20	0.840	10.700	98.650
N° 40	0.420	14.400	97.840
N° 60	0.250	24.400	96.470
N° 100	0.150	67.700	92.650

N° 200	0.074	50.800	89.790
< N° 200		1593.900	

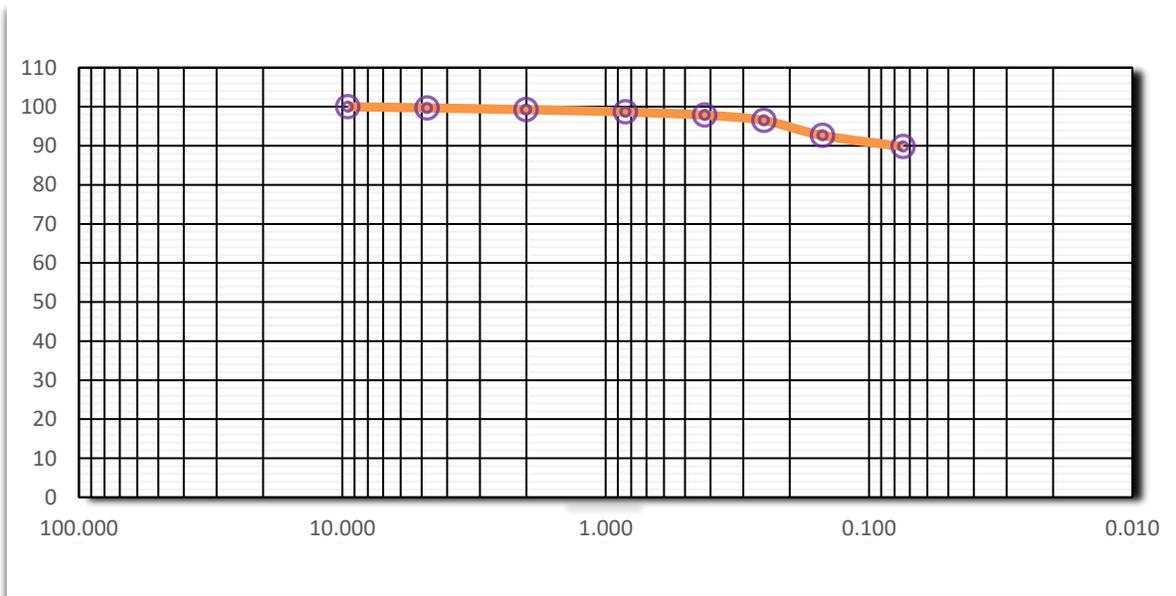


Figura 4. Curva granulométrica del suelo estudiado

La curva granulométrica de la figura 2 refleja que a partir del tamiz N° 40 se empieza ver un cambio drástico en la curva hasta el tamiz N° 200.

Tabla 6. Calita C-05, análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D421)

Total de muestra (g)	1759.70
Peso lavado y seco (g)	344.90

MALLAS	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400	0.000	100.000
3/4"	19.050	17.800	98.990
1/2"	12.500	7.400	98.570
3/8"	9.525	2.100	98.450
N° 4	4.760	12.000	97.770
N° 10	2.000	21.200	96.560
N° 20	0.840	20.700	95.390
N° 40	0.420	19.800	94.260
N° 60	0.250	28.600	92.640
N° 100	0.150	84.700	87.820

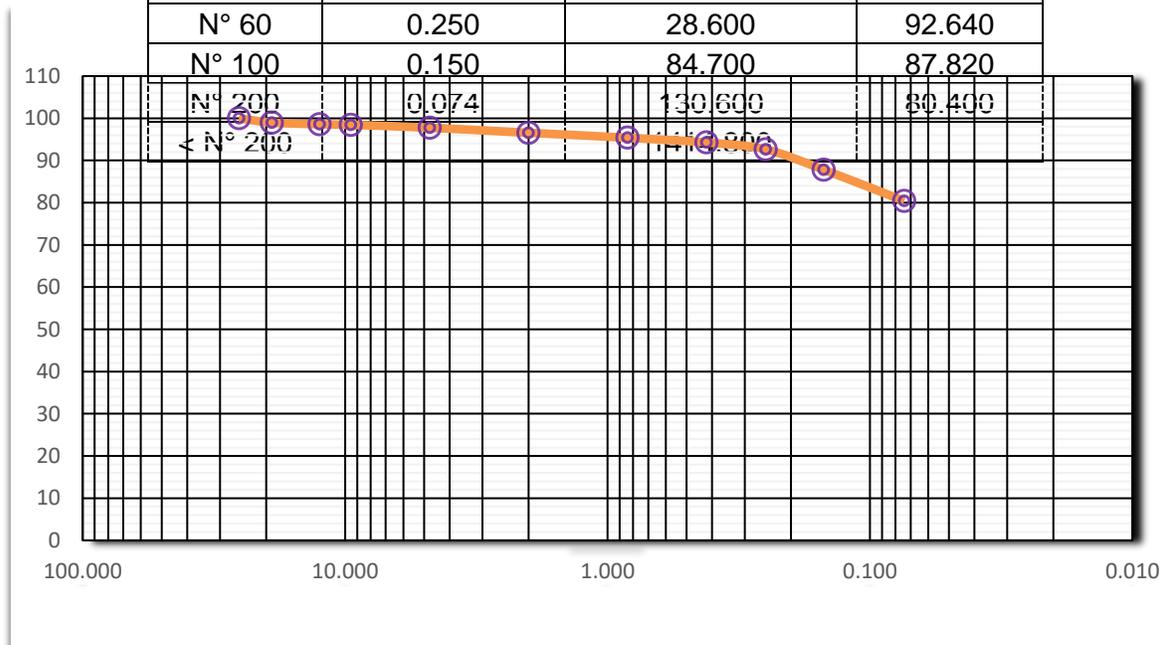


Figura 5. Curva granulométrica del suelo estudiado

La curva granulométrica de la figura 2 refleja que a partir del tamiz N° 4 se empieza a ver un cambio drástico en la curva hasta el tamiz N° 200.

Tabla 7. Calita C-06, análisis granulométrico por tamizado (ASTM-D421)

Total de muestra (g)	1169.6
Peso lavado y seco (g)	86.8

MALLAS	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050	0.000	100.000
1/2"	12.500	8.400	99.280
3/8"	9.525	0.000	99.280
N° 4	4.760	3.700	98.970
N° 10	2.000	5.700	98.480
N° 20	0.840	4.100	98.130
N° 40	0.420	5.100	97.690
N° 60	0.250	8.500	96.960
N° 100	0.150	24.600	94.860
N° 200	0.074	26.700	92.580
< N° 200		1082.800	

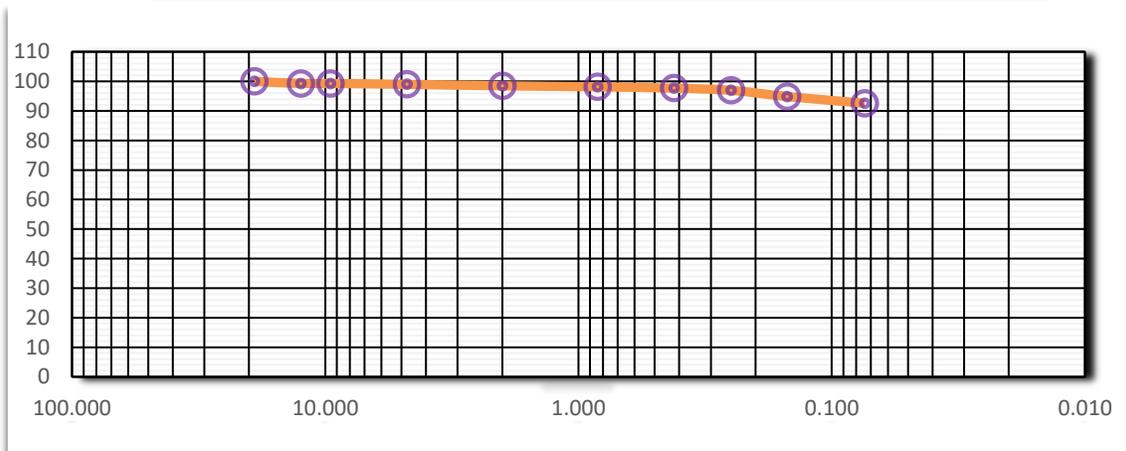


Figura 6. Curva granulométrica del suelo estudiado

La curva granulométrica de la figura 2 refleja que a partir del tamiz N° 4 se empieza a ver un cambio drástico en la curva hasta el tamiz N° 200.

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo hablaremos de los suelos sueltos o llamado también arenoso y saber sobre el comportamiento de dicho suelo.

Durante la pasantía se desarrollan en el laboratorio todas las actividades asignadas por el Ingeniero, que incluyen supervisar y realizar pruebas de clasificación como gradaciones y límites de consistencia. El monitoreo de los laboratorios de clasificación de suelos fue desarrollado de acuerdo a la norma MTC, garantizando la calidad de los resultados.

El formato de registro de datos esta optimizado para pruebas determinar limpieza superficial de las partículas de agregado grueso en el agregado fino no compactado, para obtener un mejor rendimiento a la hora de realizar el ensayo.

El trabajo realizado en las pasantías, el cual incluía la elaboración de ensayos en compañía de la utilización de medios visuales necesarios para la examinación de las muestras de suelo y la respectiva clasificación de estas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos USC.

Como se mencionó anteriormente, el propósito es monitorear las actividades realizadas, es decir en particular, la documentación de las muestras de suelo obtenidas y de todo el proceso siga la normativa aplicable para asegurarse de que las muestras obtenidas son correctas.

REFERENCIAS

- Garcia, A. (2014). Elastoplasticidad, de un suelo franco arenoso, de sabana. pp.14. Universidad de Oriente, 26(2), pp. 153-167.
- Requejo, R. (2020). estabilización, de suelos arenosos utilizando oryza sativa (arroz), pueblo joven, las dunas – lambayeque- Perú. pp. 15. Revista Alconpat, 26(2), pp. 21-29.

- Cedeño, H., Chávez, J., Mácias, L. y Ortiz, E. (2022). combinación de mezclas de agregados gruesos y finos pertenecientes, a la cantera uruzca para diferentes resistencias de, hormigón. pp. 16. Ingeniar, 5(9), pp. 23-38.
- Leon, M. y Ramirez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados, para concreto mediante el análisis, de imágenes. pp. 26. Revista Ingeniería de Construcción, 25(2), pp. 215-240.
- Alcivar, A. (2020). Métodos para determinar granulometría de los suelos.
- Garcia, M. (2018). Nivel de eficiencia del, método de fotografías digitales en la determinación de la granulometría en, comparación con el método tradicional.
- Silla, R. (2015). Síntesis de la evolución del conocimiento en edafología. pp. 14. Revista Eubacteria, 1(34), pp. 21-64.
- Andreu, C., Perez, J., Brotons, F. y Abril, A. (2021). Determinación de la granulometría de un árido. pp. 12. Universidad de Alicante, 1(3), pp. 1-12.
- Behrends, K. (2015). Influencia, de la granulometría y la mineralogía en el comportamiento hidro-físico, y estructural en suelos con distinta intensidad de uso y secuencia de cultivos, bajo siembra directa. pp. 256. Universidad de Buenos Aires.
- Villanueva, K. (2020). Influencia, de diferentes porcentajes del agregado fino en las propiedades mecánicas, e hidráulicas de un concreto permeable, en trujillo 2020.
- Olarte, Z. (2017). Estudio de la calidad de los ,agregados de las principales canteras de la ciudad de andahuaylas, y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción, de obras civiles.
- Solis, R., Moreno, E. y Arjona, E. (2015). Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c.
- Gabriels, D. y Lobo, D. (2011). Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo. Venesuelos, 14(1), pp. 37-48.
- González, O., Iglesias, C. y Herrera, M. (2009). Análisis de los, factores que provocan compactación del, suelo agrícola. Revista ciencias técnicas agropecuarias, 18(2), pp.57- 63.
- Salinas, Y. (2018). Bases teorías,para la descripción del suelo de la parcela el puquio, Otuzco. 2018.

- Higuera, C., Gómez, J. y Pardo, O. (2012). Caracterización, de un suelo arcilloso tratado con hidróxido, de calcio. Facultad de ingeniería, 21(32), pp. 21-40
- Flor, S. y Torres, R. (2020). Estabilización, de suelos arcillosos para el mejoramiento, de propiedades mecánicas, con la adición de cloruro de sodio, Puente Piedra, Lima 2020.
- López, N. y Lucero J. (2021). Permeabilidad, y su anisotropía experimental en suelos finos. Sociedad Mexicana, de ingeniería geotécnica, A.C., 1(1), pp. 813-821.
- Linares, J., Huertas, F. y Capel, J. (1983). La arcilla, como material cerámico. Características, y comportamiento. Cuadernos, de la prehistoria de la Universidad de Granada, 8(1), pp. 479-490.
- Abril, M. y Ramos, A. (2017). Identificación, de la variación en la Resistencia, del concreto debido al origen del agregado grueso.
- González, J., González, G. y Chávez, E. (2012). Porosidad del, suelo en tres superficies típicas de, la Cuenca alta del río Nazas. Tecnología y Ciencias del agua, 3(11), pp.21-32.
- Silvia, A. Teresa, M. y Cauhapé, M. (2006). Permeabilidad de, suelos. Geolo. Y Geotec, Permeabilidad suelos.
- Guillén, L. y Llerena, I. (2020). Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto.
- Cañar, E. (2017). Análisis comparativo, de la resistencia al corte, y estabilización de suelos arenosos finos, y arcillosos combinadas, con ceniza de carbón.
- Flores, L. y Tinoco, I. (2015). Influencia, de forma, tamaño y, textura de los agregados gruesos en las, propiedades mecánicas del concreto.
- Chan, J., Solís, R. y Iban, E. (2015). Influencia, de los agregados pétreos en las características, del concreto. pp. 9. Revista académica Ingeniería, 7(2), pp. 39-36.
- Román, C. y Claudio, L. (2019). Uso de, granulometrías y densidades escaladas para la caracterización geotécnica, de enrodados.
- Burga, W. (2022). Influencia de la, superficie específica de los agregados; de río y de cerro, en la resistencia a la compresión, de un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en cajamarca

CAPITULO II

EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN ESTADO LÍQUIDO Y PLÁSTICO

El comportamiento del suelo en estado líquido y plástico

Resumen:

El interés de conocer más acerca del comportamiento del suelo, que generalmente esta destinados a soportar grandes cargas, conlleva a realizar diversas investigaciones como cuál es su respuesta en un estado líquido y plástico, se conoce que la presencia de agua en los vacíos de suelos de grano fino, afecta considerablemente su comportamiento en el ámbito de la ingeniería, es de esa manera que surgió el Límite de Atterberg, el cual nos va a brindar información de cómo va actuar el suelo líquido y el suelo plástico que son se dan en suelo cuyos granos son finos, en donde se verá el suelo también en estados de consistencia como estado sólido, estado semi sólido, estado plástico y estado líquido. Asimismo, conoceremos los límites líquidos, límite plástico y el índice de plasticidad. Podemos interpretar al Límite de Atterberg como el que brindará el contenido de humedad del suelo.

Palabras clave: limites, consistencia, suelo, resistencia.

Abstract:

The interest in knowing more about the behavior of the soil, which is generally intended to support large loads, leads to carrying out various investigations such as its response in a liquid and plastic state, it is known that the presence of water in the voids of soils of fine grain, considerably affects its behavior in the field of engineering, it is in this way that the Atterberg Limit arose, which will provide us with information on how liquid soil and plastic soil will act, which are given in soil whose grains are fine, where the soil will also be seen in states of consistency such as solid state, semi-solid state, plastic state and liquid state. Likewise, we will know the liquid limits, plastic limit and the plasticity index. We can interpret the Atterberg Limit as the one that will provide the moisture content of the soil.

Keywords: limits, consistency, soil, resistance.

1. INTRODUCCIÓN

Según Dranichnikova (2008) señala que la Mecánica de Suelos se define a los métodos de cálculo y en los aparatos y equipos para los ensayos. (p.2), el concepto sobre el término “suelos” es para Manoochehr, Mohammad y Mohammad (2019) nos dicen que el suelo se considera uno de los parámetros más importantes en la ingeniería y el estudio geológico de las estructuras domésticas, ya que está significativamente influenciado por la porosidad y otras propiedades del suelo. (p.78), para Fernando Bryan Solís y León Daniel Mauro Inga Salazar (2021) nos dicen que la tierra se considera uno de los recursos naturales más importantes de la Tierra, por lo que es importante mantener un equilibrio entre las actividades, incluida la construcción. (p.16). Añadiendo sobre suelos, Garnica, Pérez, Gómez y Obil (2002) señalan que el fortalecimiento del suelo en la práctica de la ingeniería, principalmente en la carretera, es una técnica ampliamente utilizada para mejorar el estado de tensión-deformación de los suelos. (p.10) Sabemos que para Eduardo (2014), el suelo cemento es un material que es producto de una mezcla de suelo, cemento y agua, comprimido y construido mediante tecnologías específicas y tiene una gama muy amplia. (p.15) en cambio Torrente y Sagues (1974) nos dice que el suelo viene a ser un sistema de varias fases formado por fase líquida, una fase sólida y gaseosa. (p.24).

Según Marín (2008) expresa que los edificios y estructuras que construyen las personas deben basarse en tierra o roca; De esta forma, edificios, carreteras, muros, presas, túneles, etc. construido en contacto con el suelo o la roca. (p 7), por ello para construir se debe hacer estudios de suelos para un mejoramiento, en este caso Ulate (2017) nos da a entender que la estabilización de suelos es un proceso encargado de mejorar las propiedades del suelo a lo largo del tiempo, influenciándolo positivamente.. (p.78). Por ello, Américo Hossne y Juan Salazar (2004) nos indican los procedimiento de laboratorio de mecánica de suelos: ASTM D427-61 para contracción, ASTM D424-59 para límite elástico y ASTM 423-66 para límite elástico. (p.2)

Empezando a hablar de términos relacionados al comportamiento del suelo, para Gallardo, Martínez y Muñoz (2020) nos dice que los suelos como la arcilla y los materiales altamente dúctiles tienen comportamientos especiales que los hacen susceptibles a problemas con fuerzas cortantes bajas, cambios de volumen excesivos y alta formabilidad.. (p.6) y para Polidori (2018) que el comportamiento del suelo depende del porcentaje de arcilla, y es seguro decir que este valor puede ser más útil para clasificarlo. (p.4) también tenemos la opinión de Durán (2013) que nos dice que la porosidad es un variable importante porque de este depende el comportamiento del suelo líquido y plástico y por tanto es importante para la actividad biológica que pueda soportar. (p.27). Si hablamos del índice de plasticidad, hablamos también de los límites de Atterberg, por ello, según Badillo y Rico (2005) hablando de plasticidad, que con los años se ha convertido en un atributo fundamental del indicador, todo empezó con las aplicaciones para las que Terzaghi y Casagrande lo crearon, para ellos determinar el punto de fluencia se ha convertido en prueba diaria en todos los laboratorios; entonces los métodos de Atterberg se vuelven ambiguos, debido a la gran influencia del operador, porque no están establecidos, se les deja elegir. (p 129). Mencionando los límites de Atterberg,

Terzaghi (1988) confirma nuestra creencia de que los límites de Atterberg son esenciales para determinar los efectos a largo plazo del uso de la tierra y la influencia de la agricultura en el comportamiento mecánico del suelo., y para Puy (2005) demostró que los límites de Atterberg, también conocidos como límites de consistencia, determinan que los suelos finos naturales pueden estar en diferentes estados dependiendo de su naturaleza y la cantidad de agua que contienen. (p.2), para Gutierrez (2022) los límites de Atterberg se utilizan en los laboratorios de mecánica de suelos, gracias a ello se puede deducir que tipo de suelo se puede trabajar de manera óptima. Estos ensayos deben ser rápidos y fácil que permita una identificación del suelo con el análisis granulométrico se conoce como identificación y clasificación.

Se sabe que el análisis granulométrico va a permitir cuantificar la fracción fina; agregando los límites de Atterberg nos indica la calidad añadiendo el análisis del suelo. Se sabe que deben seguir un rango para conocer el tipo de suelo por ello según Rivera, Aguirre, Mejía

y Orobio (2020) indica que los valores para determinar el tipo de estabilizador químico se basan generalmente en los límites de Atterberg, algunas normas reconocen que el LL no debe exceder valores en el rango 30-40% y el IP en el rango 10. 12% para el sustrato y material sustrato respectivamente y alrededor de 40 y 20% para el material sustrato. Otras características que determinan el tipo de estabilidad están relacionadas con la densidad seca del suelo y la Relación de Capacidad de Carga de California (CBR). Por otro lado, se utilizan métodos de estabilización químico-mecánica para compactar el suelo.

Según Escobar, Gonzalo y Potes, Enrique (2016) van a considerar a la plasticidad, por ejemplo, al momento de perder agua, entonces el suelo va a perder su fluidez, sin embargo, continúa deformándose plásticamente; dado que este caso pierde su forma, sin agrietarse. (p. 14) también va a existir un índice para aquella plasticidad, por ello según Puy Santín (2005) nos dice que el índice de plasticidad, que define la magnitud de humedades en el cual el suelo posee resistencia plástica, y el índice de liquidez, que indica como se aproxima del suelo natural al límite líquido, que especialmente son características necesarias del suelo. (p.3) sabemos que existen diversas fases sólidos, gaseosos y líquidos, entonces Terzariol (2009) nos dice que el modelo elasto-plástico se divide en dos campos: el primero es elástico en donde las deformaciones son reversibles, y el segundo plástico en donde aquellas deformaciones son irreversibles. Ambos campos están separados por dos líneas de fluencia denominadas LC y SI. (p 239).

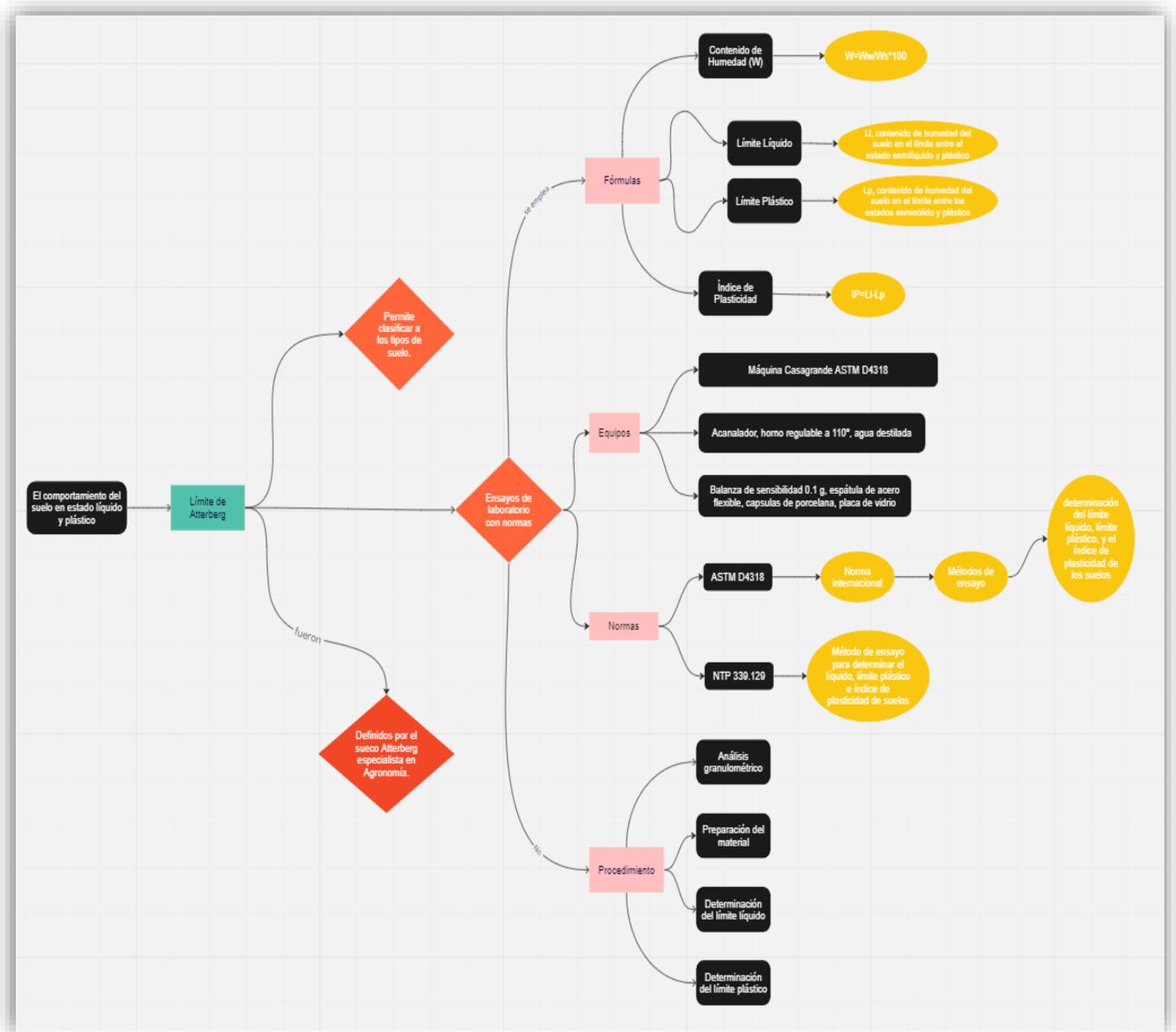
Hablar de cada límite de Atterberg es importante por ello Botía (2015) expresa que el Límite Líquido es el porcentaje de humedad del suelo, en este caso se presenta un comportamiento plástico. Por ejemplo, cuando los suelos alcanzan porcentajes de humedad mayores al límite líquido, su comportamiento será el de un fluido viscoso. (p. 40). Según Perez, Mora, Munguia y Cálix (2021) nos dicen que la determinación del límite líquido en los suelos es cuando se pretende construir obras de estructuras como carreteras y cimentaciones ya que estos presentan problemas de compresibilidad ante cargas. (p.2). También Graux (1975) explica sobre un método donde suponen que se

encuentra el macizo en estado plástico, por encima de cierta superficie de rotura debido a que el resto del macizo está en equilibrio elástico.

Un claro ejemplo en nuestro medio ambiente, será el caso de dos zonas separadas por deslizamientos en la rotura de una excavación vertical. (p 40) y para un límite de plasticidad también John (1984) explica sobre como determinar de manera experimental mediante un ensayo el límite inferior de plasticidad, el cual va a consistir en mezclar el suelo seco con un poco de agua hasta que es friable y casi plástico. Con esa mezcla se hacen rodillos, a mano sobre una plancha de vidrio, agregando más agua hasta formar un alambre que justo se quiebre en cilindros de unos 6 a 10 " " mm de largo y de 3 a 4 " " mm de diámetro; con ello se puede evaluar el porcentaje de contenido de humedad que es equivalente al límite inferior de plasticidad (LIP). (p 54).

El límite plástico según Franch y Torrijo (2013) nos dicen que la plasticidad es la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia o su resistencia cuando presenta corte en función de la humedad. (p.5) también se aprecia un rango en un comportamiento plástico y no, por ello Echezuría (2017) refiere al rango de comportamiento intermedio que en ocasiones el suelo se comporta plástico y en otras ocasiones como no plástico.

Para otros suelos como CH, ML y MH se ve la existencia de la misma correlación (p.1) y para Boulanger (2017) establecen los valores para la ocurrencia del cambio de comportamiento plástico a no plástico $12 < IP < 20$ y $LL < 35$. Y alguno de estos datos tienden a caer dentro de la zona de comportamiento intermedio. (p.6). Para finalizar Pérez (2018) nos dice que la relación que existe entre el límite líquido y de plasticidad se da en la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. (p. 14) Carrillo (2016) dice que en el tipo de suelo en este caso tropical saprofítico de la selva baja se puede decir que el óptimo contenido de humedad se encuentra frecuentemente por debajo del límite plástico, sin embargo, una aparente dispersión en la ubicación de los suelos probados se puede concluir que esta tendencia se incrementa cuando el índice plástico crece.



2. METODOLOGÍA

Figura 7. El comportamiento del suelo en estado plástico y líquido.

En la figura 1 menciona al comportamiento del suelo en estado plástico y líquido, como bien se sabe aquellos estados son límites de Atterberg los cuales fueron creados o

definidos por un sueco agrónomo llamado Atterberg por ello se le atribuye “límites de Atterberg” va a permitir clasificar e identificar a los tipos de suelos y observar su comportamiento.

Existen ensayos de laboratorios donde en primer lugar se debe conocer definiciones y fórmulas, por ejemplo, contenido de humedad: $W = W_w / W_s * 100$, límite plástico es conocido como L_p , contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semisólido y plástico límite líquido es conocido como L_I , contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semilíquido y plástico, por último tenemos al índice de plasticidad es conocido con la siguiente fórmula $IP = L_I - L_p$ también se debe conocer con las normativas que se trabajará el ensayo ASTM D5318 también NTP 339.129 y los equipos máquina Casagrande, acanalador, horno regulable a 110°, agua destilada, balanza de 0.1 g, espátula de acero flexible y placa de vidrio. Por último se debe conocer el procedimiento del ensayo, se empieza con un análisis granulométrico luego se prepara el material para empezar se hace una determinación del límite y plástico, por último, hallar el índice de plasticidad.

3. RESULTADOS

Tabla 1. Límite líquido

Procedimiento	Fórmula	Tara N°		
		7	2	23
N° de Golpes		18	24	28
W Tara	g.	21.670	27.665	31.874
Suelo Húmedo + W Tara	g.	41.790	56.862	60.213
W Tara + Suelo Seco	g.	37.794	51.220	54.840
W Agua	g.	3.996	5.642	5.373
W Agua Seco	g.	16.124	23.555	22.966
Contenido de Humedad	%	24.780	23.950	32.400

En la tabla 2 describe el procedimiento con diferentes taras, por ejemplo, con N° 7, 2 y 23 de uno de los límites de consistencia según la normativa ASTM D4318, es decir

el límite líquido empleando fórmulas, y nos da como resultado contenido humedad en porcentaje, es decir la tara N° 7 da 24.780 %, la tara 2, 23.950 % y la tara 23, 32.4 %.

Tabla 2. Límite plástico

Procedimiento	Fórmula	Tara No		
		19	31	12
W Tara	g.	30.970	25.874	21.236
W Tara + Suelo Húmedo	g.	34.000	27.234	23.064
Suelo Seco + W Tara	g.	33.467	26.982	22.738
W Agua	g.	0.553	0.252	0.326
W Suelo Seco	g.	2.497	1.108	1.502
Contenido de Humedad	%	21.346	22.744	21.704

En la tabla 2 describe los pesos tara, peso tara + suelo húmedo, el peso tara + suelo seco, el peso de agua y peso suelo seco, todos en gramos, con estos datos se determinan los diversos contenidos de humedad que son 21.346, 22.744 y 21.704 en las taras N°19, 31, 12 respectivamente.

Tabla 3. Límite plástico en porcentaje

LÍMITE PLÁSTICO	21.982	%
--------------------	--------	---

En la tabla 3 se observa el límite plástico en porcentaje, es decir un 21.982 %.

4. CONCLUSIONES

En el presente artículo, en donde se desarrolló los resultados de laboratorio de la calicata C-03 del proyecto de construcción y mejoramiento de pistas y veredas en el A.H. Alto Perú, distrito de Chimbote, provincia del Santa-Áncash, según los resultados que se obtuvieron para determinar el límites líquido y plástico, asimismo el índice de plasticidad, las cuales resultaron para el límite líquido el valor de 28.295% y 21.982% para el límite plástico, y el valor del índice de plasticidad resultó 6.313%.

Es de mucha importancia reconocer el comportamiento de los suelos, debido a que se tiene que tener el conocimiento de las características que poseen, ante la posible ejecución del proyecto mencionado, puesto que ante un posible desconocimiento a cerca de las cualidades o defectos del suelo se realizaría un proyecto que no contará con la debida función que posee, generando de esta manera pérdidas económicas para el estado y afectando también a los pobladores de dicha localidad.

REFERENCIAS

- Pérez, A., (2021). Preparación de, muestras, de suelo y, su influencia en la determinación del límite, líquido en diferentes tipos de suelos.
- Gallardo, R., Amaya, Martinez, C., Munoz, A., (2020). Caracterización, de un suelo plástico para, estabilización, con cementantes. vol. 25, no. S2, pp. 6-13.
- Hernández, J., Figueroa, B., & Martinez, M. (2019). Propiedades físicas, del suelo y su relación con, la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (22), pp.54-55.
- Chirinos, E., Rodriguez, E., & Muñoz, S. (2019). Métodos, de estabilización de suelos arcillosos, para mejorar el CBR, con fines de, pavimentación: una revisión literaria. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. (51), pp.1-12.

Dranichnikova, Tatiana (2008) Nuevas tendencias en la Mecánica de suelos, Revista de Ciencia y Tecnología, (3), pp. 28-33
<https://www.redalyc.org/pdf/5055/505554806004.pdf>

Hossne, Américo; Salazar, Juan (2004) Límites, de consistencia y sus implicaciones, agrícolas, en un suelo, ultisol de sabana, del, estado, vol. 28, (1), pp. 69-80
<https://www.redalyc.org/pdf/436/43628107.pdf>

Stewart Camargo Vasquez & Juan Sebastian Duran Vergara (2018) Evaluación de las propiedades, mecánicas de suelos, arcillosos de baja plasticidad mediante el, uso del cemento para capa de, rodadura en vías, terciarias, Universidad de Cartagena, pp 105
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/7089/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1>

Pérez Carreta, A., Mora Ortiz, R. S., Mora Ortiz, T. de J., Munguía Balvanera, E., & Cáliz Madrigal, V. I. (2021). Preparación, de muestras de suelo y su influencia, en la, determinación del límite, líquido en diferentes, tipos de suelos. Journal of, Energy, Engineering Optimization and Sustainability, 5(2), 99-110.
<https://revistas.ujat.mx/index.php/JEEOS/article/view/4551>

Heriberto Echezuría (2017) La Resistencia al Corte, y la Licuación de Suelos, con Plasticidad, Vol. 20, Núm 1, pp 81-89
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381982>

Pérez Ramón, D. (2018) Análisis de la, Tipología Del,Suelo del distribuidor de Tráfico, Bella India aplicando el sistema unificado de clasificación de suelos, pp 47
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12674/1/E-7758_P%C3%89REZ%20RAM%C3%93N%20DIXON%20EMILIO.pdf

Franch, J. & Torrijo, J. (2013) Estudios, geotécnicos en los ámbitos de la edificación, y la ingeniería civil: Plasticidad, límites de Atterberg y consistencia
<https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>

- Heriberto Echezuría (2019) Cambios del, comportamiento plástico, a no plástico de arcillas y su, relación con la gravedad específica, Vol. 21, Núm 5, pp 65-84
<https://oaji.net/articles/2019/7118-1556286008.pdf>
- Calvo Barriga, M. & Durán Alvarez, D. (2013) Determinación del índice de compresibilidad, e índice de expansión, de los suelos cohesivos, blandos en la zona de Tonsupa, en la provincia de esmeraldas, pp 296
<https://core.ac.uk/download/pdf/143442278.pdf>
- Guerrero, C. & Cruz, L. (2018) Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos, vol. 36.
<https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/10377/214421443602>
- Solís León, F & Daniel Mauro Inga Salazar (2021) Análisis del comportamiento, mecánico del suelo arcilloso reforzado con fibras de polipropileno en la Merced, pp 234
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11369/2/IV_FIN_105_TE_Solis_Inga_2021.pdf
- Garnica, P; Pérez, A; Gómez, J. & Obil, E. (2002) Estabilización de, suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres, pp 201
<https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt201.pdf>
- De los Dolores, M. ,Figueroa, B. & Martínez, M. (2019) Propiedades, físicas del suelo, y su relación con la plasticidad en, un sistema bajo labranza, tradicional y no labranza, Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.10 spe 22
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000900053
- Ñañez, E; Rodriguez, E; Muñoz, S. (2021) Métodos, de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el cbr con fines de pavimentación: una revisión literaria, (51), pp77-92 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8234912.pdf>

Barreto, J & Gámez, A (2017) Determinación del límite, líquido y plástico para un suelo caolín amarillo usando el, penetrómetro de cono de caída con diferentes modelos de cono, pp 105

Puy Santín, P. (2005) Efecto de la, temperatura en el límite líquido de los suelos, pp 28 <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3282/53973-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

CAPITULO III

MAXIMA DENSIDAD SECA Y HUMEDAD OPTIMA EN UN SUELO EN LA COSTA PERUANA

Máxima densidad seca y humedad óptima en un suelo en la costa peruana

Resumen:

En este trabajo hemos utilizado el método tradicional conocido como ensayo Proctor, que nos ayuda a determinar, en un suelo o capa granular, la relación que existe entre la densidad seca y la humedad óptima para una energía de compactación presentada tanto en las explanadas como en capas granulares firmes que podamos encontrar, todo esto está definido y sustentado en las normas UNE. El tipo de investigación es aplicada, tiene diseño descriptivo y su enfoque es cuantitativa. En resumen, el ensayo Proctor es una técnica confiable y ampliamente utilizada en la ingeniería geotécnica. Información Proporciona crucial para el diseño de infraestructuras seguras, al evaluar la compactación y densidad del suelo, así como su capacidad de carga y resistencia a los asentamientos. Permite identificar la humedad óptima para lograr la máxima densidad seca del suelo, garantizando la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Aunque se deben considerar las limitaciones y alternativas más modernas, el ensayo Proctor sigue siendo una herramienta valiosa en la caracterización de suelos y la toma de decisiones en proyectos geotécnicos.

Palabras clave: densidad, humedad, suelo, compactación

Abstract:

In this work we have used the traditional method known as Proctor test, which helps us to determine, in a soil or granular layer, the relationship that exists between the dry density and the optimal humidity for a compaction energy presented both in the esplanades and in the soil. firm granular layers that we can find, all this is defined and supported by the UNE standards. The type of research is applied, it has a descriptive design and its approach is quantitative. In summary, the Proctor test is a reliable and widely used technique in geotechnical engineering. Information Provides crucial for the design of safe infrastructures, when evaluating the compaction and density of the soil, as well as its load capacity

and resistance to settlements. It allows to identify the optimal humidity to achieve the maximum dry density of the soil, guaranteeing the stability and durability of the structures. Although the most modern limitations and alternatives must be considered, the Proctor test remains a valuable tool in soil characterization and decision-making in geotechnical projects.

Keywords: density, moisture, soil, compaction

1. INTRODUCCIÓN

Para suelos no saturados, podemos encontrar el coeficiente de permeabilidad al agua dependiendo del grado de saturación o absorción por los poros y el agua. La cantidad de agua almacenada depende de la capacidad de absorción de la matriz y de su capacidad para retener la humedad en el suelo. (Aristizábal, Martínez y Vélez, 2010)

Según Américo y Hossne (2008) de acuerdo con el estudio, encontramos que había una relación entre la densidad de materia seca y el contenido de humedad, donde la densidad de materia seca disminuyó con el aumento de la humedad y encontramos un mayor cambio de capa debido al aumento de sedimentos. En resumen, cuanto mayor es la humedad del suelo, mayor es la densidad aparente.

La compactación del suelo es un proceso en el que usamos energía mecánica y, al agregar suficiente humedad al suelo, reducimos el volumen de los poros al expulsar el aire contenido en los poros debido al agua. Tiene un efecto suavizante que hace que las partículas se deslicen entre sí. y transición. a un lugar más denso. (Llique y Guerrero, 2014)

Según Gómez y Videl (2007) en el estudio de la mecánica de suelos es útil para determinar el contenido de humedad de las muestras de suelo, sin embargo, este proceso es lento, no necesariamente por su complejidad, y esto impide continuamente la determinación de la humedad del suelo utilizando métodos de investigación como el de arena. método del cono para determinar la compactación del suelo seco compactado, esta prueba nos da resultados al día siguiente.

Para una energía dada, el resultado de la compresión se refleja en la llamada curva de compresión, que se representa en el plano de densidad seca. (LLique y Guerro, 2014). Según Quijano y Melo (2020) encontramos la prueba de Proctor, su nombre proviene del ingeniero Ralph Roscoe Proctor, esta prueba nos ayuda a determinar la densidad máxima posible en los suelos, bajo condiciones de humedad especificadas, siempre que no contengan partículas finas en exceso, ya que esta prueba se limita a la cuadrícula número 4. Con material remanente en la malla, 3/8 de pulgada, contenido óptimo de humedad y densidad seca máximo determinado por la prueba Proctor modificada.

Las principales variables independientes son los parámetros densidad, humedad y funciones de estrés, las cuales están fuertemente influenciadas por la humedad, la textura, la materia orgánica y el índice de Atterberg (Hossne. Mayorca. Salazar. Subero y Zacillo, 2009).

En el caso de estabilización de suelos para uso de subrasante mejorada (Goñas y Saldaña, 2020) La capacidad portante se realizó mediante ensayos de CBR, y contando con previo ensayo de Proctor Estándar para la determinación del contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca, y en todo su proceso a controlar la capacidad de compactación del terreno.

La proporción correcta de estos componentes determina la capacidad de crecimiento de la planta y su capacidad para proporcionar cantidades adecuadas de nutrientes. La relación de componentes determina varias propiedades conocidas como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva.. (Herrera, 2010)

Según afirmaciones sobre la densidad respecto a la humedad que puede contener un tipo de suelo, Ocas J. (2013) Si la arena tiene una densidad seca de 1600 kg/m³, puede ser arena compactada mal seleccionada o arena a granel adecuada. La densidad relativa de una arena en particular se define mejor como su estado más denso y líquido.

Los procesos que ocasionan la degradación del suelo son aquellos que disminuyen la capacidad actual y potencial del suelo para producir bienes o servicios que son de gran beneficio para la sociedad, ya sea en términos cuantitativos o cualitativos. La calidad del

suelo se encuentra relacionada con los procesos de sucesión ecológica, y la degradación de los ecosistemas suele traer como consecuencia una disminución en la calidad del suelo y una regresión en la sucesión vegetal. (Marin, Rengifo, Rengifo, 2019)

Según Fonseca, Becerra, Muñoz (2020): es importante agregar aditivos, puesto que estabilizaremos la estructura para soportar las distintas cargas que se apliquen a ésta, al aplicar aditivos obtenemos estas condiciones de soporte: durabilidad y resistencia.

El área de litosemia está formada por las laderas occidentales de los Andes. En la parte inferior hay arena o regosoles y suelo seco con calcio, llamados yermosoles cálcicos.. (MIDAGRI, 2023)

Mayormente en la costa están presentes los suelos rocosos. También conocido como pedregoso o rocky turf, formado por piedras de diferentes tamaños, son semi impermeables y es el tipo de suelo con mejor capacidad portante para cimentaciones de una estructura. Su fisionomía es conocida como litosoles. Presentan un espesor menor a los 10 cm y cuentan con pocos nutrientes y minerales. (Botello, 2023).

Según Quispe, Justo, Brigitte y Josías (2019) que el Perú tiene por características geológicas una gran cantidad de suelos y variedad de topografía inculta, esto debido a la actividad de la cordillera de los Andes.

también encontramos relaciones en la curva de compactación, donde nos muestra la humedad y densidad aparente máxima, se ha encontrado que las partículas gruesas más grandes y el bajo contenido de materia orgánica dan densidades más altas a una humedad más baja, mientras que las partículas más finas y un contenido alto de materia orgánica dan densidades más bajas a una humedad más baja.. (Williams y Reyes, 2010)

Según Guardo (1999): Es indispensable realizar un estudio geotécnico al momento de querer realizar una construcción para así definir varios factores que nos permitirán llevar a cabo una obra, en una zona factible, menor costo posible, con esto evitamos contratiempos.

La compactación del suelo es un proceso en el que usamos energía mecánica y agregamos la humedad adecuada al suelo, reducimos el volumen de los poros empujando hacia afuera el aire contenido en los poros, debido al efecto del agua, que se

ablanda, haciendo que las partículas se deslicen entre ellos y se muevan. a un lugar más denso. (Llique y Guerrero, 2014)

Según Veliz Mendoza, Vélez Soledispa, Vera Zambrano, Vera Lucas, Vera Moreira (2020): Es preciso realizar una buena cimentación a partir de un estudio de suelos previamente, ya que esto nos dará el visto bueno para así saber qué tipo de cimentación emplear y nos brinde total seguridad, y está pueda así soportar las distintas cargas.

Es importante realizar la caracterización de suelos y reconocer bien sus propiedades mecánicas para diseñar adecuadamente las cimentaciones en la ciudad de Lima, ya que los suelos en esta región tienen propiedades físicas y mecánicas heterogéneas que deben ser consideradas en el proceso de construcción (Alvarez et al., 2017).

Según Da Casa-Martín, Echeverría-Valiente, Celis-D'Amico (2022): Existen zonas donde la población abandonó su zona ya que en estos sitios la cimentación no es la ideal y algunos casos no hay cimentación, debido que el suelo no es apto para las construcciones y al no haber eso, no existirá desarrollo para la sociedad.

La certeza de la subrasante es un proceso crucial en la construcción de carreteras de alta calidad. Hay suelos con características expansivas que pueden degradar la calidad de los pavimentos, por lo que es necesario reducir la plasticidad del suelo mediante la disminución del índice de plasticidad. El suelo estabilizado se logra con el objetivo de mejorar sus propiedades y evitar problemas en la construcción y mantenimiento de las carreteras. (Arrieta et. al, 2020)

Según Pérez (2018): La problemática hoy en día al realizar construcciones es no aplicar previamente un estudio de suelos, puesto que se hace difícil saber que cimentación es adecuada sin saber el tipo de suelo.

La planificación del estudio del suelo se basa en dos factores: el estudio del suelo y la estructura que se levantará sobre él. El primer factor se refiere a la identificación de los tipos de suelo presentes en el área de estudio y esta información se puede obtener de fuentes de datos regionales como mapas geológicos o geotécnicos, fotografías aéreas, etc., según la ubicación. conversar. En algunos casos, la información obtenida

previamente del estudio del suelo cercano o pozos perforados para suministro de agua o pozos de absorción se puede utilizar para determinar el trabajo futuro. (Arévalo, 2016)

Según Toirac (2008): podemos dividir al suelo de dos maneras, mirándolo desde el punto de vista de construcción; los suelos finos y los suelos gruesos. Tomando en cuenta esta distribución de tamaños diremos que cada uno de estos grupos responden al comportamiento de cargas internas y externas.

2. METODOLOGÍA

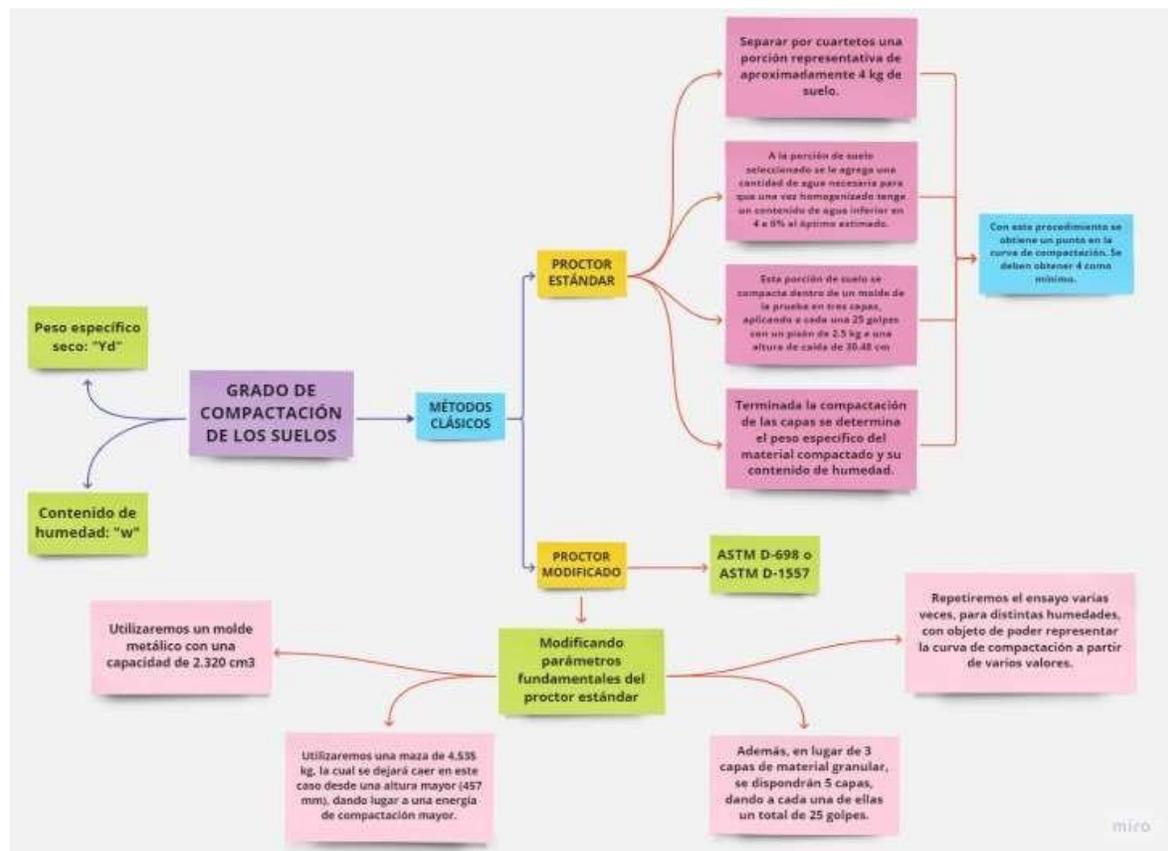


Figura 8. Metodología del Proctor modificado

Con este mapa, sugerimos que el propósito de las pruebas de compactación es mejorar las propiedades de comportamiento del suelo. Este método puede reducir la compresibilidad de los suelos y aumentar su estabilidad volumétrica a medida que cambia su contenido de humedad, así como aumentar su resistencia, rigidez y disminuir la permeabilidad al agua.

3. RESULTADOS

Tabla 1. Método de compactación

MÉTODO DE COMPACTACIÓN			
Nº de capas	18	24	28
Nº de golpes por capa	71.625	63.876	57.329
Peso del molde + Suelo compactado (gr)	37.769	24.542	22.974
Peso del molde (gr)	33.856	39.334	34.355
Peso suelo compactado (1-2) (gr)	926.772	926.772	926.772
Volumen del molde (cm ³)	0.0365311	0.04244194	0.03706953
Densidad húmeda (gr/cm ³) (3/4)	0.02870813	0.03359343	0.02948344
Densidad seca (gr/cm ³) $\{5/(1+A/100)\}$	27.25	26.34	25.73

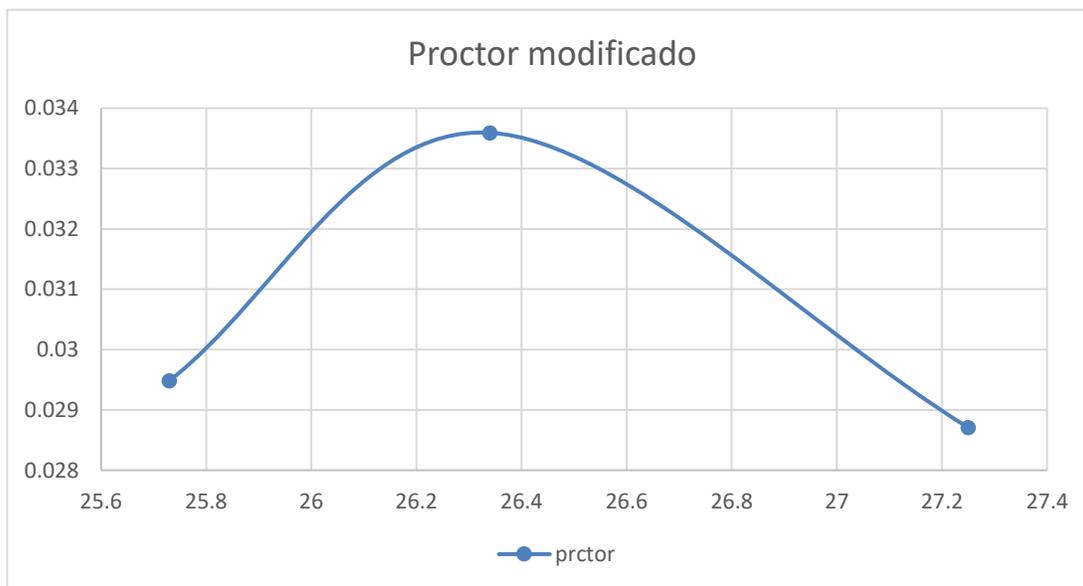


Figura 2. Gráfico de Proctor modificado

Tabla 2. Golpes por capa

Nº DE GOLPES POR CAPA	C.H.
18	27.25
24	26.34
28	25.73

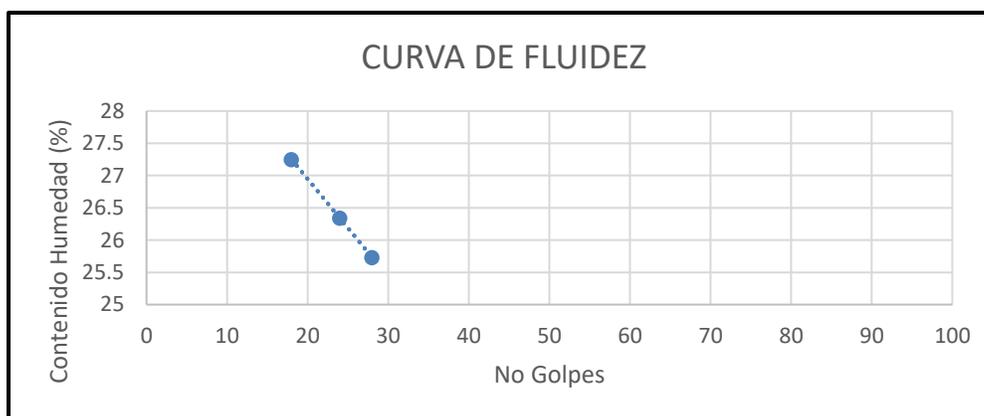


Figura 3. Curva de fluidez

Tabla 3. Proctor del ensayo de compactación astm-d1557

VOLUMEN DEL MOLDE :		2120.00				
PRUEBA N°		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	g.	8089	8327	8614	8627	8561
Peso molde	g.	4215	4215	4215	4215	4215
Peso suelo húmedo compactado	g.	3874	4112	4399	4412	4346
Peso suelo húmedo + tara	g.	127.5	99.3	110.4	109.9	142.3
Peso del suelo seco + tara	g.	120.25	92.2	100	98.7	126.5
Tara	g.	35.2	21.7	21.4	22.2	31.1
Peso del agua	g.	7.25	7.1	9.7	11.2	15.8
Peso del suelo seco	g.	85.05	70.5	79.3	76.5	95.4
Contenido de agua	%	8.52	10.07	12.23	14.64	16.56
Densidad suelo húmedo	gr/cm3	1.83	1.94	2.08	2.08	2.05
Densidad suelo seco	gr/cm3	1.684	1.762	1.849	1.815	1.759
		DENSIDAD MÁXIMA-MDS (gr/cm3)				1.85
		HUMEDAD OPTIMA - OCH (%)				12.52

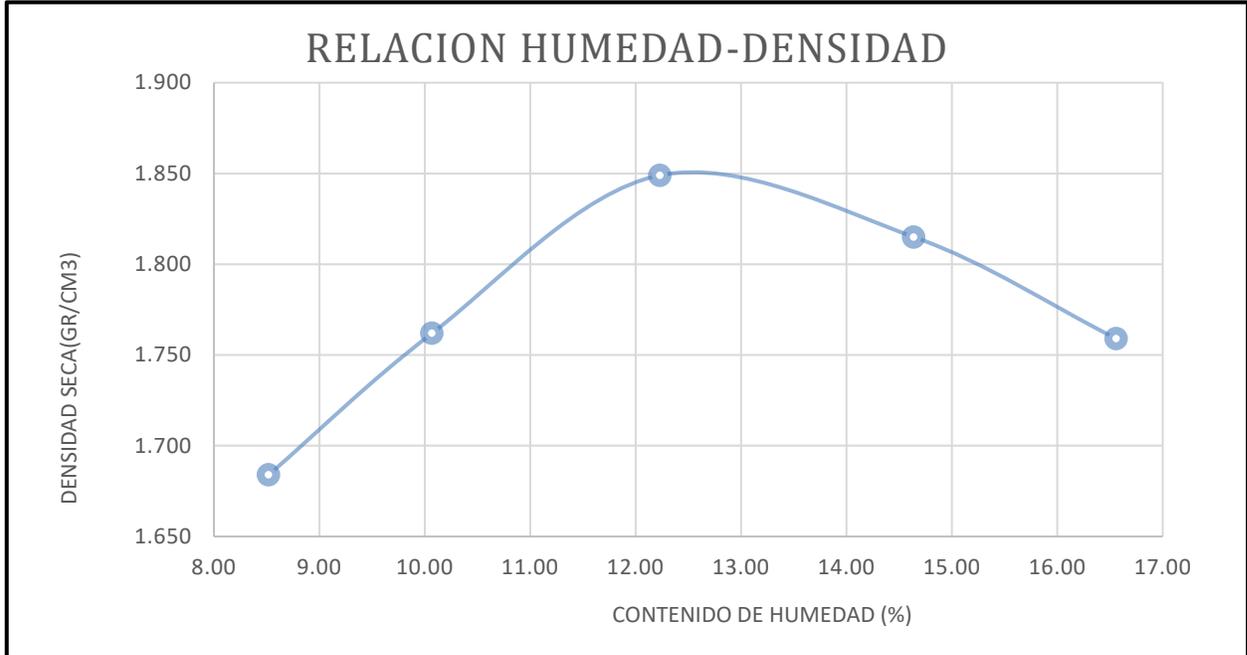


Figura 4. Relación humedad- densidad

4. CONCLUSIONES

En la curva de fluidez nos muestra que a mayor N° de golpes por capaz se obtiene menor cantidad porcentual de la humedad de la muestra, se observa en Figura 6.

Los resultados obtenidos de la cantera C-04, podemos decir que el suelo alcanza su máxima compacidad con un contenido de humedad de un 12.52 %, llegando a una densidad seca de 1.85 $[\text{g/cm}]^3$.

REFERENCIAS

- Arias, N. (2018). El suelo y su multifuncionalidad: ¿qué ocurre ahí abajo? CIENCIA ergo-sum, 11(3), pp. 14-16
- Cano, J. (2021). Metales pesados y fertilidad de los suelos de la irrigación Canal N, Puno, Perú. Manglar , 8(1), pp. 8-19

- Cartagena, W. (2016). Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados. Revista del instituto de investigación, FIGMMG-UNMSM, 8(1), pp. 14-28.
- Cotler, S. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. Gaceta Ecológica, 68(4), pp. 150-165
- Kovacevic, M. (2014). Informe especial: las complejidades en el sector de uso del suelo en el Perú. CIFOR, 12(2), pp. 120-123.
- Sánchez, R. (2016). Re-descubriendo el suelo: su importancia ecológica y agrícola. SCIESLO, 5(4), pp. 67-70
- Gil, A. (2016). Comportamiento del Suelo Tropical Peruano. PERFILES DE INGENIERÍA, 9(12), pp. 27-35
- Manrique, L. (2015). Problemas de drenaje y Salinidad en la Costa Peruana. International institute for land reclamation and improvement, 118(45), pp. 234-236
- Rojas, E. (2017). Atlas de Erosión de Suelos por Regiones Hidrológicas del Perú. SENAMHI, 132(12), pp. 45-56
- Sánchez, H. (2005). Perú en el Mundo. Libro blanco de la defensa nacional, 13(2), pp. 12-15
- Senasa, T. (2015). Territorio y Suelos. Anuario de estadísticas Ambientales, 40(5), pp. 67-78
- Alfredo , W. (2005). Variacion de la Densidad Aparente. Agronomía Costarricense, 11(1), pp. 85-94
- Correa, D. (2020). Incremento de la energía de compactación y su influencia en la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad de suelos granulares de canteras en el Perú. Una Institución Adventista, 22(4), pp. 12-17
- Cruz, J. (2013). Influencia de la energía de compactación en el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca en los suelos granulares. UNC, 76(4), pp. 67-79

- Guillermo, R. (2014). Evaluación de la tasa de infiltración en tierras agrícolas forestales y de pastoreo en la subcuenca del río Shullcas. *Revista Apuntes de Ciencia y Sociedad*, 12(4), pp. 32-36
- Hermoso, G. (2006). Ensayo de humedad de suelos ¿Qué es el contenido de humedad? .*Entesca-Escuela Politécnica Superior de Huesca*, 24(3), pp. 98-101
- Kevin, A. (2011). Determinación de Humedad y Densidad de un suelo compactado. *INACAP*, 20(18), pp. 56-67
- Rosa, L. (2018). Influencia de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de suelo granular. *Caxamarca*, 16(2), pp. 13-18
- Rosber , J. (2020). Características físicas de la cantera de arcilla en Lascan, Conchán, Chota. *Ciencia Norandina*, 9(2), pp. 2
- Orjuela, A., Colmenares, J. y Viveros, L. (2017). Influencia de la Densidad Seca y el Contenido de Agua de Compactación en las Curvas Exploratorias de un Suelo Residual Derivado de Ceniza Volcánica. *INGE CUC*, 13(1), pp. 19-31
- Hossne, A. y Cedeño, J. (2012). Comparación de tres métodos para determinar densidad aparente y solidez en tres suelos franco arenosos de sabana. *UDO Agrícola*, 12(4), pp. 861-872
- Llique, R. y Guerrero,A. (2014). Influencia de la humedad de compactación en el comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos. *Ciencia y Tecnología*, 10(4), pp.9-21
- Blanco, R. (2009). La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. *Agrociencia*, 43(3), pp.231-239.
- Agostini, M., Monterubbianesi, M., Studdert, G. y Maurette, S. (2014). Un Método Simple Y Práctico Para La Determinación De Densidad Aparente. *Ciencia del Suelo*, 32(2), pp.171-176.

Gaitán, J. y Penón, E. (2003). Efectos de la resistencia mecánica del suelo sobre la densidad de raíces fanas de *Eucalyptus globulus*. *Investigación Agraria*, 12(3), pp. 125-130†