

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ESCUELA DE POSGRADO
SECCIÓN DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA



**Costo de una obra de edificación en suelos cohesivos aplicando cal,
Chachapoyas – 2018.**

**Tesis para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en
Gerencia de la Construcción**

Autor

Licera Correa, Yván Segundo

Asesor

Reyes Flores, Gumercindo

Código ORCID

0000 – 0002 -2303 - 7339

Chimbote – Perú

2018

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE TABLAS	III
INDICE DE FIGURAS	V
TÍTULO.....	VIII
COSTO DE UNA OBRA DE EDIFICACIÓN EN SUELOS COHESIVOS APLICANDO CAL, CHACHAPOYAS – 2018.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	26
III. RESULTADOS	70
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN	87
V. CONCLUSIONES.....	93
VI. RECOMENDACIONES	96
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	98
IX. ANEXOS	102
Anexo 1.-Mapa de suelos 22	102

Anexo 2.- Matriz de categorización apriorística.....	104
Anexo 3.- Matriz de operacionalización de variables	105
Anexo 4.- Instrumento	106
Anexo 5.- Ubicación del Edificio Showroom de Autonort Nor Oriente SAC Margen Izquierdo de la salida de Chachapoyas a la Localidad de Levanto COODENADAS 183330.27 m E 9309092.05 m S ..	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Humedad del suelo en su estado natural.;	ERROR!	MARCADOR	NO DEFINIDO.
Tabla 2. Humedad de suelo cohesivo en estado modificado al 3% de cal	;	ERROR!	MARCADOR NO DEFINIDO.3
Tabla 3. Peso de muestra de suelo natural y mejorado al 3% de cal			344
Tabla 4. Estudio granulométrico del suelo natural ;	ERROR!	MARCADOR	NO DEFINIDO.
Tabla 5. Estudio granulométrico del suelo mejorado al 3% de cal			377
Tabla 6. Índices y clasificación de suelo natural - SUCS-AASHTO.....	;	ERROR!	MARCADOR NO DEFINIDO.
Tabla 7 Diferencia de clasificación de suelos SUCS-AASHTO, estado natural y mejorado con cal.....			42
Tabla 8. Índices y clasificación de suelos SUCS-AASHTO: (LL), (LP), (IG) humedad			433
Tabla 9. Límites de consistencia y curva de flujo de suelo natural			444
Tabla 10. Límites de consistencia y curva de flujo del suelo mejorado al 3% de cal .			455
Tabla 11. Cuadro comparativo de límites de consistencia y curva de flujo de suelo natural y suelo mejorado con cal al 3%			477
Tabla 12. Densidad natural del campo..			488
Tabla 13. Ensayo de corte directo suelo natural.			49

Tabla 14.	Ensayo de corte directo MTC E 123 - 2000 (consolidado drenado) - deformaciones.....	50
Tabla 15.	Ensayo de corte directo MTC E 123 - 2000 (consolidado drenado). ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.2	
Tabla 16.	Ensayo de corte directo MTC E 123 - 2000 (consolidado drenado) - circulo de mohr	533
Tabla 17.	Ensayo de corte directo MTC E 123-2000 consolidado drenado-resultados..	535
Tabla 18.	Determinación y análisis del costo unitario de cimentación	62
Tabla 19.	Estructura del costo unitario de cimentación sin mejora de suelo y con mejora de suelo con cal del 1% al 3% ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.4	
Tabla 20.	Costo total de movimiento de tierra de cimentación de obra de cimentación.	666
Tabla 21.	Humedad de suelo.	722
Tabla 22.	Límites de consistencia de suelos, proyecto.....	733
Tabla 23.	Clasificación de suelos SUCS-AASHTO.....	75
Tabla 24.	Densidad natural (gr/cm ³) del suelo de la obra.....	755
Tabla 25.	Cohesión y ángulo de fricción de suelos - SUCS-AASHTO.	777
Tabla 26.	Variable 1 independiente: tratamiento de suelo cohesivo con cal viva.....	81
Tabla 27.	Variable dependiente: Efecto y decisiones gerenciales	833

Tabla 28.	Prueba de normalidad	84
Tabla 29.	Correlaciones entre variables.....	855

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Granulometría del suelo natural. . ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
Figura 2.	Curva granulométrica del suelo mejorado al 3%	38
Figura 3.	Problemas de toma de decisiones gerenciales en la aplicación de cal en el tratamiento de suelos cohesivos en chachapoyas 2018.	61
Figura 4.	Humedad de suelos proyecto showroom de autonort nor oriente sac-chachapoyas.	72
2		
Figura 5.	Límites de consistencia de suelos.....	744
Figura 6.	Cohesión y ángulo de fricción de suelos.	788

Palabra clave

Línea de investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área Ingeniería Civil	Ingeniería Civil
Sub área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

Keyword:

Line of research	Construction and Construction Management
Civil Engineering Area	Civil Engineering
Sub area	Civil Engineering
Discipline	Civil Engineering

Palavra chave

Linha de investigação	Construção e Gestão de Obras
Área de Engenharia Civil	Engenharia Civil
Subárea	Engenharia Civil
Disciplina	Engenharia Civil



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

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

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "Costo de una obra de edificación en suelos cohesivos aplicando cal, Chachapoyas, 2018." del (a) estudiante: LICERA CORREA YVAN SEGUNDO, identificado(a) con Código N° 0198920171, se ha verificado un porcentaje de similitud del 19%, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 15 de mayo de 2024



VIRIN2024-0206

Costo de una obra de edificación en suelos cohesivos aplicando cal, Chachapoyas, 2018.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

19%

%

6%

FUENTES DE INTERNET

PUBLICACIONES

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

TÍTULO

Costo de una obra de edificación en suelos cohesivos
aplicando cal, Chachapoyas – 2018.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo, fue estudiar los costos de una obra de edificación y el tratamiento de los suelos cohesivos aplicando cal, para determinar el efecto en el costo unitario de cimentación, en la ciudad de Chachapoyas, Se utilizó el método experimental y el método cuantitativo. El resultado de la investigación demostró que, al aplicar la cal viva en el suelo cohesivo al 3%, la clasificación AASHTO pasa de A-7-5 (41) a A-7-5 (15) y en el estándar SUCS de HC a suelo ML, que corresponde a limos de baja plasticidad, obteniéndose un ahorro del 28,8% en el costo unitario de cimentación (por movimiento de tierra). Así mismo se determinó que existe una débil correlación, cercana a cero, entre las decisiones de modificación de las características de los suelos cohesivos y la efectividad de las decisiones gerenciales tomadas en el contexto de la ciudad.

ABSTRACT

The purpose of this work was to study the costs of a building project and the treatment of cohesive soils by applying lime, to determine the effect on the unit cost of foundation, in the city of Chachapoyas. The experimental method and the method were used. quantitative. The result of the research showed that, when applying quicklime in the 3% cohesive soil, the AASHTO classification goes from A-7-5 (41) to A-7-5 (15) and in the HC SUCS standard to ML soil, which corresponds to low plasticity silt, obtaining a saving of 28.8% in the unit cost of foundation (per earth movement). Likewise, it was determined that there is a weak correlation, close to zero, between decisions to modify the characteristics of cohesive soils and the effectiveness of managerial decisions taken in the context of the city.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática de los costos en obras de edificación y el tratamiento de los suelos cohesivos siempre ha sido una preocupación a nivel mundial y especialmente en el Perú, siendo tema de discusión en diferentes eventos sobre geotécnica. Importantes ponencias se vienen presentado en diferentes eventos, en los que los participantes llegan a la conclusión, de que una las causas determinantes de las fallas, son la falta de estudios adecuados sobre las características geotécnicas de los suelos, que estén de acuerdo a los estándares internacionales, con funestas consecuencias. El desconocimiento de las características de los suelos, al que se suman algunos errores de tipo técnico en la aplicación de soluciones, situación que se agudiza por la diversidad de los suelos y especialmente de los suelos cohesivos, el tema, sigue siendo de interés de los estudiosos y certámenes nacionales e internacionales.

Uno de los importantes eventos que se bien realizando a nivel mundial, es la conferencia mundial sobre ciencias del suelo que tiene lugar cada cuatro año en diferentes países, como el 2º Congreso Mundial sobre ciencias del suelo llevado a cabo en el año 2018 en el Reino Unido, que se centró su atención en los vínculos de la sociedad con los diferentes sistemas de suelos, así como en las decisiones que se toman sobre los procesos sobre el uso y tratamiento de los suelos en todo el mundo. Valiosos resultados tienen los trabajos de diferentes instituciones, como el Instituto Lincoln que vincula trabajos a nivel mundial sobre desarrollo urbano y problemas de uso del suelo, incluyendo a países de Latino

América, como por ejemplo al Salvador, Colombia y otros; en el caso de Colombia, conjuntamente con la Universidad Abierta a Distancia UNAD, se desarrolla un programa académico sobre temas de la realidad urbana actual, temas sobre planificación urbana, asuntos fiscales, ambientales y participación, haciendo comparaciones a nivel mundial. En el Perú se llevan a cabo diferentes investigaciones en las Universidades e instituciones especializadas, que a la vez realizan la difusión académica de este importante campo, como lo viene haciendo la Asociación Peruana de Ingeniería Geotécnica, que tiene como uno de sus propósitos, contribuir al desarrollo y difusión del conocimiento académico y la aplicación de la Ingeniería geotécnica en el Perú.

Esta situación problemática que se agudiza a causa del cambio climático, motiva la necesidad de identificar problemas específicos sobre las características de los suelos cohesivos, su tratamiento y uso, para enriquecer nuestros conocimientos teóricos, metodológicos y prácticos, a fin de dar consistencia a la toma de decisiones gerenciales, para que sus resultados ofrezcan seguridad y sostenibilidad de las edificaciones en las ciudades del Perú y de Chachapoyas en particular. En este propósito, es de vital importancia los aportes teóricos y experiencias de estudios que se viene obteniendo en relación a nuestro objeto de estudio, los suelos cohesivos de la ciudad de Chachapoyas.

1.1. Antecedentes y fundamentación científica

Según los estudios antropológicos, el descubrimiento del fuego por el hombre, es muy importante en el origen de la cal, al utilizar la piedra caliza, para acondicionar la

preparación de sus alimentos y para protegerse de las inclemencias del tiempo. La ceniza que resulta de quemar ramas y hojas y al mezclarse con el agua y la arena, forma el primer mortero, que son utilizados a través del tiempo en el cuidado de sus cuevas y luego sus precarias construcciones que hacían para vivir, así fue en Francia y 14 mil años después en Turquía.

Existen valiosas experiencias acumuladas sobre las propiedades y usos de la cal y de la piedra caliza, utilizados para la construcción de grandes castillos y murallas, en la elaboración de pinturas y en la construcción de viviendas y otros usos en la producción de diferentes productos

(Geocities.org, 2009), (Bernardo, 2013) en sus estudios manifiestan que, eminentes investigadores como Lavoisier y otros contribuyeron grandemente a los conocimientos teóricos que constituyen los fundamentos para el uso de la cal en la actualidad.

Con el desarrollo científico técnico y la innovación permanente se difunde el uso de la cal a nivel mundial, aplicándose en diferentes campos, uno de ellos el mejoramiento de los suelos para la agricultura y la construcción de edificaciones, motivando a la inversión y la creación de grandes empresas que producen cal para el mercado mundial como el grupo Lhois.

(Acosta, y Col., 2005) en el artículo publicado en la revista especializada en Tecnología y Construcción, sostienen que han considerado al concepto de desarrollo sostenido como el soporte para la búsqueda de soluciones, frente a las necesidades apremiantes de la sociedad,

que se basan en valores éticos de responsabilidad en relación a la preservación del medioambiente, la innovación dentro de la sociedad, la economía y ecología en general.

(Salazar R., 2015) recalca la importancia de la relación entre el estudio técnico del suelo y su modificación con los materiales, en función de los costos; a respecto opina que la cantidad de material a utilizar, se establece de acuerdo a las condiciones preestablecidas físicas o geométricas, dadas según el estudio técnico del mismo, y que consideran las publicaciones especializadas, que sobre la base de los registros directos de la obra mejoran los resultados, aparte que se debe entender que el análisis de costos constituye un proceso dinámico de elaboración, recomendando que los insumos y materiales se deben expresar en unidades de comercialización como bolsas de cemento, pie cuadrado de madera metro cúbico de arena o piedra chancada, pie cuadrado de madera, kilogramo o varilla de fierro, etc.

(Carrillo G., 2021) sostiene que los problemas de fallas en las cimentaciones en suelos cohesivos, surgen en gran medida debido al desconocimiento ciertos tipos de suelos de cimentación, así como por la incompetencia o negligencia, que se manifiesta en la falta de capacidad para hacer lo que se requiere para un determinado proyecto.

(López, 2017) Los tipos de suelos son variables que, a través de sus características físicas y mecánicas, determinan ciertos parámetros importantes que obligatoriamente se deben tener en cuenta en los cálculos y diseños de cimentación, conllevando a que se opte por mejorar dichos suelos y obtener mejor capacidad portante. Afirma que en ciertas

circunstancias, es necesario realizar un mejoramiento de suelos, para disminuir la profundidad de la cimentación, o bien para homogenizar el suelo. .

(Salazar R., 2015) Indica que se debe utilizar con carácter de obligatorio las normas técnicas de metrado para obras de edificación y habilitación urbana, las mismas que constituyen nomenclatura, lineamientos y alcances técnicos, la unidad de medida y forma de medición de las partidas de un presupuesto de obra.

(Medina, 2018) enfatiza que, para resolver problemas relacionados a las características desfavorables de los suelos, se debe optar por la alternativa de construcciones rígidas, para aumentar o mejorar los suelos, tipo columnas de módulo controlado CMC, la cual se basa en el concepto de incluir en los suelos elementos rígidos, para aumentar los elementos mecánicos del suelo con propiedades deficientes.

(López, 2017) opina que la compactación de los suelos para la cimentación con métodos tradicionales, generaba incremento de los costos unitarios de cimentación, por eso en su trabajo recalca que “El procedimiento de mejoramiento de suelos por compactación, tradicionalmente consiste en una remoción del suelo malo y un reemplazo posterior del mismo con un suelo más competente, aplicando en capas un determinado grosor y compactación definidos de acuerdo al material utilizado. A pesar de que esta metodología cumple con el propósito, el constructor tiene que incurrir en gastos de movimiento de tierra para remover el suelo descalificado, aparte del gasto en la compra de un nuevo material.

(Vilcas, 2018) en su obra indica que "Una idea atractiva para realizar este tipo de tareas, es utilizar los materiales existentes en el lugar, aunque no todos los materiales son utilizables, hay algunos que con ayuda de otros materiales de fácil acceso como cal hidratada o cemento puedan modificar características físicas y mecánica de los suelos y generar significativos ahorros en costo y tiempo", a nuestro parecer deja planteada la preocupación de determinar el porcentaje de su aplicación, lo que exige que para todo suelo por más parecido que sea se debe hacer los estudios correspondientes.

(Sánchez, 2014) Recalca que la idea de hacer obras en suelos adecuados, es una preocupación que siempre ha existido en el tiempo. Vuelve a advertir la posibilidad de utilizar suelos débiles, afirma que no todos los suelos tienen la capacidad de resistir la carga que le impone cualquier tipo de estructura. Insistía que se debe evitar suelos que tienen un nivel freático superficial, por lo que se debe buscar suelos que tienen buena capacidad portante y que presenten estabilidad de volumen, por lo que se debe evaluar cuales son las características del material para realizar su tratamiento o mejorarlo, ya que es una práctica muy antigua construir en suelos de condiciones marginales. Su opinión renueva la necesidad de estudiar los suelos para mejorarlo.

(Carrillo, 2021) El maestro Carrillo muestra su pasión por el estudio de las características de los suelos, advirtiendo que es necesario tener presente la apariencia de un conjunto de características engañosas de los suelos, que constituyen causas de colapsos, ejemplo la aparente desecación y cohesión, que tienen presencia de carbonato de calcio y tener

resistencia friccional al corte. Enseña a tener en cuenta los cambios de factores exógenos como la humedad y la naturaleza del electrolito que interviene en el fenómeno. Sin duda otra enseñanza que se debe asimilar es que, para el experto, el colapso, es lógicamente un derrumbe de los granos al vacío, cuando desaparece la cementación aparente. Culmina recomendando, que, aparte de los protocolos que se deben cumplir de acuerdo a los parámetros establecidos, se debe aplicar la creatividad e innovación para enriquecer la teoría geotecnia.

(GARZÓN, y Col., 2006) citados en trabajos recientes, en relación a nuestro objeto de aplicación que es la cal, manifiesta que, así como el cemento, producen incrementos importantes en la capacidad portante del suelo en estudio, por lo que se puede considerar a ambos aditivos como los más adecuados para estabilizar los suelos. A nuestro parecer es muy valiosa la experiencia en lo relacionado al uso de la cal en el mejoramiento de explanadas, que, no siendo parte de nuestro propósito, vale tomar en cuenta en lo concerniente a movimiento de tierra, la seguridad y sostenibilidad.

(Segura y Col., 2000) “Lo manifestado por el autor revierte especial importancia, dado que, a pesar de referirse a la agricultura, no deja de contribuir con el comportamiento de los cambios en la estructura de los suelos arcillosos con el tratamiento dando lugar a la formación de “Costras y bloques angulares a subangulares en las cacahueteras y de bloque subangulares en los de barro.

(Segura y Col., 2000) en su trabajo vuelve a recalcar las bondades obtenidas en las propiedades mecánicas y de durabilidad en el material de subrasante cuando se incorpora la cal, cuando afirma lo siguiente “Esta mejoría se incrementa...cuando se incorpora la cal como material estabilizador con mayores contenidos de óxido de calcio y óxido de magnesio que son propiedades de la cal de primera”

(García, 2018) En el trabajo de los autores se encuentra un aporte importante a cerca de la diferencia que puede existir en cada suelo, y que conviene utilizar el método deductivo para encontrar las particularidades de los suelos, los autores sostienen que “Cada problema se convierte en un diseño independiente...cuando no son viables se debe considerar alternativas de mejoramiento, para brindar el soporte necesario a la estructura, no parece importante esta conclusión.

(Salazar R., 2015) El autor ha demostrado que la cantidad de material para estabilizar el suelo, debe establecerse en forma estricta, de conformidad a las condiciones preestablecidas físicas o geométricas, según el estudio técnico y resultados de investigaciones difundidas en publicaciones especializadas que complementan a los estudios realizados.

(Carlos, y Col., 2015) manifiesta que "En caso de los tratamientos con cal, sus aplicaciones son muy variadas, por lo que no hay una metodología única para su dosificación siempre hay que tener en cuenta los siguientes principios y o conceptos:

- En primer lugar, el porcentaje necesario de cal dependerá...de los objetivos.

- En segundo lugar, el porcentaje mínimo de cal dependerá de las exigencias para la capa tratada: terraplenes, formación de explanadas, etc.” Nos parece importante lo referente a la metodología que podríamos resumir indicando que las metodologías lo determinan exactamente el tipo de objeto en estudio.

(Mendoza, 2021) explica que la cal es un producto de la cocción de la piedra caliza, para constituir un material ligante al combinarse con agua y suelo. Este material, subraya diciendo que “aumenta la capacidad para resistir los efectos inducidos por el tránsito, y disminuye los cambios volumétricos. La cal es un producto de la cocción de la piedra caliza, para constituir un material ligante al combinarse con agua y suelo. Este material mejora las características naturales, de modo que aumenta su capacidad para resistir los efectos inducidos por el tránsito y disminuye los cambios volumétricos” el autor indica que la cal puede variar entre el 2 y el 6% de los pesos del material estabilizado, que a nuestro parecer el análisis debe ser integral, con un enfoque sistémico, ahí radica la importancia de la opinión del autor, de que debemos aplicar los métodos que el suelo lo exija y los objetivos.

Los antecedentes muestran la tendencia del desarrollo del conocimiento científico y técnico relacionado con el tema de investigación, que nos permite definir la fundamentación científica de la presente investigación, que está relacionada con la situación problemática de las fallas a causa de las características de los suelos cohesivos y su tratamiento, que para mitigar requiere la observación de los principios químicos, físicos y económicos que

proporcionen seguridad y sostenibilidad con impacto favorable en los costos unitarios de cimentación. Fundamento metodológico es claramente definido por (Carrillo, 2021) (Carrillo G., 2021), (García, 2018) que sugiere aplicar el método inductivo.

Como se puede apreciar en los aportes bibliográficos es clara la preocupación en la metodología a aplicar en el caso de estudio de suelos, en segundo lugar identificar las características de los suelos cohesivos mediante estudios rigurosos, así mismo considerar las circunstancias presentes y futuras, sin embargo a nuestro parecer, para un mejor entendimiento y fundamentación, es necesario precisar la diferencia entre conceptos, categorías y definición, vistos como unidades del conocimiento que sirven para explicar las dimensiones y criterios de diferenciación de las características de los suelos cohesivos y su tratamiento.

El concepto como unidad del conocimiento explica las características generales o principales de algo de interés, mediante una descripción ya sea muy general, particular o específica, lo que significa que no se refiere a características que son esenciales, que explican en forma específica a cada objeto o cosa, el concepto presenta al objeto, cosa o ente en forma general, por eso tienen varias acepciones.

Por su parte la categoría, da las características específicas o cualidades a cada ente, como son la cantidad, las cualidades, peso etc. O sea que muestran características específicas que diferencia a una cosa, objeto o ente de otra, lo que caracteriza a la realidad en su totalidad.

Las categorías están más ligadas a las barreras epistemológicas y que marcan el avance de la ciencia y la técnica.

La definición muestra o explica la realidad de las cosas en base a sus características que de manera muy general proporciona el concepto y las características diferenciables que muestran las categorías.

Con estas precisiones para entender la problemática sobre los suelos cohesivos y su tratamiento con el fin de mitigar el problema de fallas en cimentación se utilizarán conceptos, categorías y definiciones que expliquen todas las todas sus características posibles del objeto de estudio que permita disminuir los costos unitarios de edificaciones proporcionando seguridad y sostenibilidad, utilizando la cal viva en el tratamiento de los suelos cohesivos.

Suelos cohesivos. - Concepto que explica las características de los suelos cohesivos que presentan arcillas de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos, y que por sus características que poseen, es necesario modificarlos para la cimentación de obra de edificación, aplicando cal viva, afín de que disminuyan los costos unitarios y obtenga seguridad y sostenibilidad.

Cal.- La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que proviene de la calcinación de la piedra caliza. La cal común es el óxido de calcio de fórmula CaO , también conocido como cal viva.

Nadie sabe con exactitud cuándo descubrió el ser humano la cal por primera vez. Es posible que los antiguos pobladores de la Tierra utilizaran la piedra caliza para proteger sus fogones. El fuego produciría el calentamiento de las rocas, dando lugar a la primera cal quemada de la historia. Más tarde, con las lluvias, la cal se hidrataría para formar hidróxido de calcio, que reaccionaría con las cenizas y la arena que rodeaban el fuego creando lo que podría considerarse el primer mortero tradicional.

Eso se produce debido a que la cal apagada absorbe el dióxido de carbono que había perdido y se convierte lentamente en carbonato de calcio al secarse. La cal viva puede ser combinada con agua, produciéndose una reacción violenta que desprende mucho calor. Se forma entonces el hidróxido de calcio que se comercializa en forma de polvo blanco conocido como cal muerta, apagada.

Cal viva. – La cal viva y la cal apagada son dos estados de la cal. La cal viva resulta de la calcinación de la piedra, que, al liberar anhídrido carbónico, se convierte en óxido de calcio (CaO) (cal viva). Esta cal viva tiene la propiedad de combinarse con el agua (H_2O), transformándose de óxido a hidróxido y al ser hidratada se apaga, pudiendo ser utilizado en la construcción. Por el que recibe el nombre de cal apagada o soluble.

Cal hidratada. – Es el nombre comercial que se le da al hidróxido de calcio, que viene a ser una base fuerte, que se forma con el metal calcio con dos hidróxidos

Cal hidráulica. – Es la que está compuesta fundamentalmente de hidróxido de calcio, sílica, que viene a ser el (SiO_2) más alúmina, que viene a ser el (Al_2O_3) o con mezclas sintéticas

de composición parecida. Su característica es que puede fraguar y obtener consistencia (endurecerse) hasta debajo del agua.

Clases de cal. – Existen diferentes tipos de cal, a consecuencia de que las rocas calizas por lo general no se encuentran puras en la naturaleza, por el principio de la entropía. Los componentes que lo acompañan son materias orgánicas, arcilla y óxidos, muchas impurezas que no son volátiles y se mantienen durante el proceso de calcinación, y le dan a la cal diferentes propiedades, esa es la razón por la que, dependiendo de las proporciones de estas impurezas, producen distintas calidades de cal.

Cal aérea o grasa. - Resulta de la piedra caliza pura o con un contenido de arcilla máximo del 5%, tiene un color muy blanco, cuya propiedad es de ser muy fina adherente cuando se apaga.

Cal magra o ácida. - Este tipo de cal resulta de tener en su conformación arcilla hasta el 5%, pero tiene un contenido mayor al 10% de magnesia (que puede ser solo óxido de magnesia o sustancia terrosa y otros elementos) lo que le da la característica de ser ácida y al mezclarse con el agua adquiere el color grisáceo. Este tipo de cal no se utiliza en la construcción, ya que, al secarse, la pasta se disgrega (desparrama).

Usos de la cal. - El uso de la cal es la utilización o aplicación según la necesidad. El uso es muy amplio, por sus características muy favorables que posee para la construcción, que facilita trabajar fácilmente con los morteros, así como para el esgrafiado y otras aplicaciones.

Morteros. - Resultan de unir al agua, conglomerado, más árido fino. El objetivo de la preparación del mortero es de unir varios elementos de tamaño pequeño, como piedra o ladrillos y formar una unidad de obra, con características previamente calculadas, que tengan cualidades propias. Al evaporarse el agua que contiene el mortero, se contrae grandemente pudiendo dar lugar a la presentación de grietas. Para evitar esta fuerte contracción o reducirlo en alto porcentaje, se agrega arena al mortero de cal. Si se agrega poca arena seguirá la retracción alta, y si se agrega mucha arena, disminuirá la plasticidad y la resistencia. Por lo que debe ser muy bien calculado previamente.

Revocos y Enfoscados. - llamado al revestimiento exterior del mortero de agua, arena y cal, o cemento, con el fin de aplicar en una o más capas a un paramento enfoscado previamente. El enfoscado es una capa de mortero empleada para revestir paredes o muros. En los enfoscados mayormente se utiliza cemento, esporádicamente se puede añadir algún porcentaje de cal. El enlucido consiste en la última unidad que se realiza en una obra por lo que no interesa que su fraguado sea lento.

Recubrimiento o blanqueos. - Es uno de los usos de la cal y se utiliza como pintura al temple.

Estabilización de suelos en carreteras. - Una de las características muy valiosas de la cal, es de modificar grandemente la plasticidad. Otra cualidad es de aumentar la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos con niveles altos de humedad natural, que impiden la construcción del firme u poner otras capas sobre ellos.

Los suelos estabilizados con cal, en el corto plazo se comportan como materiales granulares, sin embargo, las reacciones puzolánicas que se dan, entre la cal y algunos silicatos, o con algunos aluminatos de los suelos arcillosos hacen que el suelo estabilizado se convierta en un material relativo rígido, variando la granulometría y la red capilar del suelo, convirtiéndolo a la capa en una barrera que impide que el agua superficial penetre, no permitiendo la ascensión del agua por capilaridad. La cal juega un papel muy importante en el tratamiento e los suelos pantanosos

Cohesión. - La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

Cohesión (C). - Es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas de suelo. La cohesión en mecánica de suelos es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación, mientras que en la física este término se utiliza para representar la tensión.

Cohesión y Adhesión. - En el análisis de las causas determinantes de la plasticidad es indispensable establecer la diferencia entre cohesión y adhesión. La adhesión es causada por la atracción de la fase líquida sobre la superficie sólida. La cohesión en un terreno húmedo es provocada por las moléculas de la fase líquida que actúa como puente o membrana entre las partículas vecinas. Tanto la cohesión como la adhesión son

influenciadas por el contenido de coloides inorgánicos, resultando de esta forma correlacionada con la plasticidad.

Tensión admisible. – Es el que cuantifica la capacidad portante o resistencia del terreno, lo que quiere decir, que es la cantidad de carga que puede soportar encima, sin hundirse. Representa la tensión (que es la fuerza por unidad de superficie) que puede soportar el terreno a una determinada profundidad, siendo su unidad de medida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) (El conocimiento de los suelos, 2012)

Presión admisible. – Es una carga impuesta al material o al suelo.

Tensión de servicio. – Se presenta cuando se somete al terreno a una tensión de trabajo que supera la tensión admisible, al no haberse tomado en cuenta las sobrecargas, o haber efectuado estudios geotécnicos deficientes del suelo.

Costo. - Es el valor monetario que debe pagar la “Empresa” y/o “Entidad” por la aplicación y uso de los factores de producción: Mano de Obra, Materiales, equipos/herramientas y capital. Estos se diferencian en Costos Directos y Costos Indirectos, los cuales a su vez pueden ser Costos Indirectos Fijos y Costos Indirectos Variables.

Costo Directo. - Es el constituido por los insumos necesarios para la realización de un rubro específico.

Costo Indirecto. - Lo constituye todo gasto que debe de hacer la “Empresa” y/o “Entidad” simplemente por existir, para funcionar o para realizar un conjunto de rubros u obras. (Metrajes Costos y Presupuestos/Fernando Franca/junio 2009).

Costos unitarios de edificaciones. Se refieren a los costos por unidad de área construida teniendo en cuenta todos los costos en que se ha incurrido y que viene a ser el costo total calculado de acuerdo a la metodología aprobado por ministerio de vivienda y construcción en la Norma B050 (SENCICO, 2020).

Costo unitario de cimentación. - Es un costo parcial específico de la construcción de la cimentación.

Costo unitario de movimiento de tierra. – Es el costo de movimiento de un m³ de tierra.

Límite de consistencia suelo mejorado. – Se base en el principio de cambio cualitativo, como consecuencia del cambio cuantitativo de la humedad que hace que un suelo de grano fino pueda existir en cuatro estados de consistencia. Se basa en el principio de cambio cualitativo como consecuencia del cambio cuantitativo de la humedad que hace que un suelo de grano fino puede existir en cuatro estados de consistencia según su contenido de humedad, por este motivo determinar el contenido de humedad es parte fundamental de los ensayos. En forma específica los límites de consistencia se basan en el principio químico y físico de que un suelo de grano fino se puede presentar en cuatro niveles de consistencia: sólido, semisólido, plástico y líquido.

y el paso del estado semisólido al estado sólido determina el límite de contracción (IG) , estos estados de consistencia están determinados por las características del suelo en su estado natural y mejorados, por lo que se observó e identificó los componentes estructurales naturales de las muestras del suelo obtenidas de las calicatas, y luego con aplicación de los porcentajes de cal viva (1%,2% y 3%), para mejorar su comportamiento, realizando los ensayos de humedad natural, del peso, análisis granulométrico y determinación de los límites de consistencia, haciendo la clasificación de acuerdo a los estándares SUCS Y AASHTO y definiendo los límites de consistencia

Límite líquido (LL). - Es el paso del estado líquido al plástico,

Limite Plástico (LP). – Está determinado por el paso del estado plástico al estado semisólido

Límite de contracción (IG). – Es el paso del estado semisólido al estado sólido determina el límite de contracción

Índice de plasticidad (IP). - Es estado de plasticidad del suelo después de haber sobrepasado el límite líquido

Clasificación suelos. – Es la identificación y definición de las características de acuerdo a los estándares que tiene el suelo (puede ser AASHTO, SUCS u otros.

Competencias cognitivas sobre mejora de suelos. – Son los conocimientos conceptuales, categóricos y explicaciones que posee el profesional, referente a las características de los

suelos en general y en particular, los métodos del conocimiento en ese campo, los procesos y las capacidades valorativas y actitudinales, que constituyen el nivel cognitivo o teórico sobre los suelos.

Competencias procedimentales sobre mejora suelos. - Constituyen la destreza, las habilidades del profesional o técnico que conduce o realiza un proceso práctico, aplicando sus conocimientos teóricos y su aprestamiento en los niveles correspondientes de dominio.

Competencia valorativa/actitudinal. – Se refiere a la capacidad valorativa del profesional vinculado a las características de los suelos, su modificación, desarrollo y conservación, y que constituye base fundamental para la toma de decisiones sobre las características de los suelos y su modificación encaminado hacia un fin económico, social o cultural. Es la máxima expresión de la persona, que puede manifestarse con una alta sensibilidad como con la indiferencia o actitud rutinaria de hacer solo lo tradicional, sin demostrar capacidad de investigación y aplicación técnica del conocimiento, innovando procesos orientados al bienestar social.

Conocimientos geotécnicos. – Concepto relativo a explicaciones ya sea generales, particulares o específicos sobre las características de los suelos, procesos y valoraciones frente a la práctica económica, social y cultural.

Habilidades geotécnicas. – Concepto relacionado a capacidades de supervisión y conducción de procesos de estudios e investigaciones geotécnicas.

Los antecedentes muestran que no existe investigaciones sobre tratamiento de suelos cohesivo con cal viva, en la cimentación de una obra en la ciudad de Chachapoyas, que permita obtener un índice de presión admisible dentro de los parámetros técnicos de seguridad y calidad sostenibles, con un impacto favorable en el costo, dando lugar a la formulación de las siguientes preguntas: ¿Qué impacto produce en el costo unitario de cimentación de obra de construcción, la modificación de las características de los suelos cohesivos utilización la cal viva? ¿Qué porcentaje de cal viva disminuye el costo unitario que ofrezca seguridad y sostenibilidad en el tratamiento de los suelos cohesivos? ¿Qué correlación existe entre la variable modificación de las características de los suelos cohesivos y la variable impacto y toma de decisiones?

Estas interrogantes crearon la necesidad de investigar, bajo qué condiciones y en que porcentajes se debe utilizar la cal viva en el mejoramiento de las características físicas de los suelos cohesivos en la ciudad de Chachapoyas, que permitan disminuir los costos unitarios de cimentación de obra, garantizando seguridad y sostenibilidad, valorando la importancia de las decisiones gerenciales de los profesionales vinculados a la problemática de las fallas en cimentación, siendo las justificaciones del estudio, las siguientes:

1.2. Justificación de la investigación

1.2.1. Justificación teórica

El presente trabajo se justifica, teóricamente porque complementa a los aportes hechos por investigaciones anteriores relacionados con el estudio de las características de suelos para

mejorar su calidad utilizando cal viva y resolver problemas de riesgos y disminución de costos en las edificaciones en suelos cohesivos, para afrontar posibles fracturas, que ocasionan además elevados gastos de reparación y mantenimiento de edificaciones y obras construcción, en forma concreta en el ámbito territorial de Chachapoyas y en áreas geográficas de características similares, no existiendo algún trabajo realizado sobre este objeto de estudio.

1.2.2. Justificación metodológica

La investigación se justifica metodológicamente, porque permite la aplicación del método experimental, de análisis y síntesis y las correspondientes técnicas de registro de información y análisis, con un rigor científico técnico que permite relacionar los resultados con las teorías presentes, discutir y sacar las conclusiones, que a través de los indicadores e índices obtenidos permite hacer recomendaciones para posteriores trabajos, teniendo en cuenta los estándares y parámetros que corresponden a las diferentes dimensiones de las variables, que facilita hacer las pruebas de laboratorios.

1.2.3. Justificación práctica

El enfoque sistémico en la elaboración de proyectos de inversión de edificaciones ingenieriles, requiere contemplar y aplicar el principio de la efectividad económica y el impacto social de las obras, buscando, como minimizar los riesgos, maximizar la seguridad y sostenibilidad de las edificaciones, asumiendo costos mínimos, producto de la aplicación de las tecnologías de la construcción y el uso de materiales para mejorar los suelos, cuyo

impacto en el desarrollo y sostenibilidad ambiental del país sea positivo, contribuyendo a mejorar el indicador ESI¹ del Perú cuyo rango se mantiene alrededor de 60.4. en América Latina, según el “Informe Brundtland” de las Naciones Unidas , que tiene como uno de sus objetivos críticos en la políticas de desarrollo y medio ambiente "Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos" y "Unir los aspectos económicos y ambientales en la toma de decisiones”, desde esta óptica se observa que la calidad del suelo y su tratamiento, tiene especial importancia para mejorar el índice de presión admisible, cuyo impacto en los costos de cimentación en obras, sean favorables y estén orientados mitigar los riesgos de daños a la sociedad.

En el Departamento de Amazonas-Perú, según el mapa que presenta el Sistema de Información Geográfica del Ministerio del Ambiente, predominan los suelos leptosol dístico, cambios dístico y regosol dístico (LPd-CMd-RGd), en menor porcentaje suelos regosol éutrico y calsol háplico, y en el norte Cambisol distrito y acrisol háplico, como se puede apreciar en el “Anexo 1”.

En forma específica, los suelos del territorio de Chachapoyas poseen características de cohesión y plasticidad, determinado por la materia o roca madre, de la cual se originó el suelo y el agua. Según OSHA Estos suelos cohesivos presentan pequeñas partículas y alto porcentaje de arcilla, lo que hace que el suelo se adhiera a sí mismo, y ahí donde el suelo

¹ Índice de sostenibilidad ambiental (ISA), (ESI siglas en inglés). Es un índice que mide el nivel de responsabilidad y satisfacción de las necesidades ambientales que no comprometa el futuro de una organización o comunidad.

es menos cohesivo se necesita tomar medidas para mejorar su calidad y aumentar la capacidad de soporte, con el menor costo posible, y prevenir riesgos de inestabilidad y reparaciones futuras.

Finalmente, el presente estudio tendrá una aplicabilidad, en la región de Chachapoyas y territorios aledaños existen necesidades de resolver el problema de los elevados costos de cimentación, por la naturaleza de los suelos de mucha plasticidad, teniendo consecuentemente un impacto económico y social para el desarrollo sostenido del Departamento de Amazonas, por esa razón es que se ha tomado como objeto de investigación la cimentación de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC.

1.3. El problema

¿Qué efecto produce en el costo unitario de obra de construcción, la decisión y modificación de las características de los suelos cohesivos utilizando cal viva - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas – 2018?

1.4. Conceptuación y operacionalización de las variables.

El presente estudio se desarrolló a partir del año 2018 en la Escuela de Ingeniería de la Universidad San Pedro, habiendo sido actualizado la información y los ensayos al año 2022, manteniendo el rigor de la investigación y su coherencia de contenido. La definición conceptual y la definición operacional de las variables y sus dimensiones, que tienen que ver con el problema en estudio, se presenta en la matriz de consistencia y en la matriz de operacionalización de variables que se adjunta en el “anexo 2” y “anexo 3”.

1.5. Hipótesis:

1.5.1. Hipótesis nula. -

La decisión y modificación de las características del suelo natural con cal, no surte efecto en el costo unitario y calidad de la cimentación de obra en Chachapoyas - 2018.

1.5.2. Hipótesis alternativa. –

La decisión y modificación de las características de los suelos cohesivos con cal, produce efecto en la disminución de los costos unitarios de obra de cimentación, dando seguridad y sostenibilidad de obra en Chachapoyas - 2018.

1.6. Objetivo general:

Determinar el efecto que produce en el costo unitario de obra, la decisión gerencial y modificación de las características de los suelos cohesivos con cal viva - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC, Chachapoyas - 2018.

1.6.1. Objetivo específico 1. - Determinar el índice de tensión admisible y el efecto que produce en el costo unitario y calidad de la obra, después del tratamiento del suelo cohesivo con cal viva - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC, Chachapoyas - 2018,

1.6.2. Objetivo específico 2. - Determinar el porcentaje de cal que disminuya el costo unitario y ofrezca seguridad y sostenibilidad en el tratamiento del suelo cohesivo con cal, obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC, Chachapoyas - 2018.

1.6.3. Objetivo específico 3. – Determinar la correlación entre las variables “decisión y tratamiento de los suelos cohesivos con cal viva” y “efectividad las decisiones gerenciales” en Chachapoyas 2018.

II. METODOLOGÍA

2.1. Métodos, técnicas e instrumentos:

2.1.1. Se aplicó el método inductivo, experimental, análisis y síntesis para la caracterización del suelo y para determinar los índices de presión admisible, de servicio, seguridad y sostenibilidad: el método cuantitativo² para analizar el impacto en el costo unitario respecto al movimiento de tierra. También se utilizó el método comparativo para comparar los resultados obtenidos de los diferentes grupos, de control y 1, 2 y 3 con el fin de determinar la efectividad de la decisión tomada para el tratamiento de los suelos cohesivos con cal.

2.1.2. Técnica: Se aplicó la técnica de la observación del experimento y encuesta para recibir la opinión sobre las condiciones en que se toma la decisión y la ejecución de la modificación de las características del suelo.

2.1.3. Instrumentos: se utilizó los formatos de registro de información del comportamiento de los indicadores, obtenidos de las pruebas de laboratorio, utilizando equipos y herramientas; cuestionario aplicado a los profesionales vinculados al tema de suelos, “anexo 4”.

² El método cuantitativo se utiliza en la investigación, para obtener más objetividad en el resultado, partiendo de una hipótesis y aplicando técnicas de observación, descripción de la relación de las dos variables.

2.1.4. Indicadores: Los que proporcionan los estándares SUCS, AASHTO y los costos unitarios se expresarán en unidades monetarias (PEN), razón y nominal.

2.2. Población y muestra:

Población: Suelos del área total de la edificación. Muestra: se realizaron 10 calicatas, de 2m x 1,5 m. x 2,80 m para extraer el suelo en estudio. Se determinó un número aleatorio de profesionales de la ciudad de Chachapoyas vinculados al tratamiento de suelos cohesivos, para la valoración de las decisiones gerenciales.

2.3. Diseño experimental. –

Variables:

Variable 1 independiente. –

Decisión y tratamiento de los suelos cohesivos con cal.

Variable 2 dependiente. –

Efecto en el costo unitario y efectividad de la decisión gerencial de la obra de edificación-Chachapoyas 2018.

2.4. Procedimientos seguidos en los estudios realizados:

Para el logro de los objetivos planteados se definió realizar acciones preliminares y 4 acciones directamente relacionadas con el logro de los objetivos específicos, tomando en cuenta las normas vigentes (El Peruano, 2012) (Normas legales, 2016) (SENCICO, 2020) y (MINAM, 2017).

Acciones preliminares. - Previo a la realización de los estudios relacionados con el objetivo general de la Tesis, se realizó las siguientes acciones: Se identificó las coordenadas de la ubicación satelital del proyecto de edificación, se tomó conocimiento de las características ingenieriles del proyecto de edificación, centrándonos en el tipo de cimentación, que es uno de los aspectos fundamentales en la obra de edificación, por lo que, se tomó las muestras correspondientes y definió el tipo de cal a emplear.

Ubicación. - Nuestro objeto de investigación es el suelo del área donde se construyó el EDIFICIO SHOWROOM DE AUTONORT NOR ORIENTE SAC, dicha área se ubica en el margen izquierdo de la salida de la ciudad de Chachapoyas al destino turístico de Levanto, cuyas coordenadas son: 183330.27 m E 9309092.05 m S, como se puede observar en el mapa de suelos del Perú. y su localización satelital que se muestra en el “anexo 5”.

Características del proyecto:

Cimentación. - La determinación del tipo de cimentación se hizo en función de las particularidades mecánicas del terreno, como su cohesión, su ángulo de fricción

interno, posición del nivel freático y también de la magnitud de las cargas existentes.

El proyecto contempla la construcción de zapatas aisladas o combinadas, sin embargo, la metodología de la presente investigaciones podrá servir como referencia en todos los casos que sea necesario la mejora de suelos cohesivos.

Toma de la muestra

Se determinó en forma aleatoria, se excavó 10 calicatas a tajo abierto de 2mx1.5mx2.80m y obtención de las muestras en el Área muestral de la edificación, margen izquierda de la salida de Chachapoyas a la localidad de Levanto. Coordenadas 183330.27 m E 9309092.05 m, observándose que el suelo presentó un alto grado de homogeneidad aparente. La razón de tomar esta cantidad de suelo muestral, es en primer lugar, porque es el único que permite hacer análisis confirmatorios e inferencia estadística, cuando los suelos tienen homogeneidad aparente.

El tipo de cal a emplear en los ensayos es la cal viva, comúnmente llamada cal, o cal soluble, cuya norma técnica es NTP 334.150:2018 CALES, aprobados por Resolución Directoral N°036-2018-INACAL/DN del 9 de noviembre de 2018 y se refiere a cales Puzolanas para su uso en la estabilización de suelos. Define los Requisitos y métodos de ensayo (2a Edición) y que deja sin efecto a la NTP 334.150:2004.

Para el logro del 1er objetivo específico: se realizaron 2 acciones:

Acción 1. - Determinación de los límites de consistencia, antes y después de la mejora con cal viva y clasificación del suelo. –

Se realizó la clasificación del suelo según los estándares SUCS Y AASHTO, tanto en su estado natural como con aplicación de cal soluble, determinando los límites de consistencia del suelo, para lo cual se tomó en consideración al principio de cambio cualitativo como consecuencia del cambio cuantitativo de la humedad que hace que un suelo de grano fino puede existir en cuatro estados de consistencia según su contenido de humedad, por este motivo determinar el contenido de humedad es parte fundamental de los ensayos.

Los límites de consistencia se basan en el principio químico y físico, de que un suelo de grano fino se puede presentar en cuatro niveles de consistencia: sólido, semisólido, plástico y líquido, que dependen del contenido de humedad, precisamente, por esta premisa la determinación de los niveles de humedad mediante los ensayos y determinar el paso de un nivel a otro es de vital importancia, ya que el paso de un nivel de humedad a otro origina cada límite; así, el paso del estado líquido al plástico determina el límite líquido (LL), el paso del estado plástico al estado semisólido determina el límite Plástico (LP) y el paso del estado semisólido al estado sólido determina el límite de contracción (IG), estos estados de consistencia están determinados por las características del suelo en su estado

natural y mejorados, por lo que se observó e identificó los componentes estructurales naturales de las muestras del suelo obtenidas de las calicatas, y luego con aplicación de los porcentajes de cal viva (1%,2% y 3%), para mejorar su comportamiento, realizando los ensayos de humedad natural, del peso, análisis granulométrico y determinación de los límites de consistencia, haciendo la clasificación de acuerdo a los estándares SUCS Y AASHTO y definiendo los límites de consistencia.

Todos los ensayos del presente estudio se han realizado en el “Laboratorio de suelos y concreto "Selva Verde SAC" de "INVERSIONES LICERA" (laboratorio con Registro N°C48568 y Certificación correspondiente). Durante todo el proceso del ensayo se ha efectuado un manejo profesional adecuado de las muestras, basado en los protocolos establecidos en las normas técnica, para no deteriorar su estado natural.

Ensayos de humedad

Según el procedimiento establecido se procedió a la determinación de la humedad natural de la muestra de suelo cohesivo, que se presenta en la “Tabla 1”, aplicando luego la cal soluble al 1%, 2% y 3% para reducir la humedad.

Tabla 1

Humedad del suelo en su estado natural

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
MTC E 108 - ASTM D 2216			
Proyecto	EDIFICIO SHOWROOM DE AUTONORT NOR ORIENTE SAC		
Ubicación	Salida de Chachapoyas al destino turístico de Levanto		
Calicata	C1 Muestreo: personal del laboratorio M2 estrato 2.50-4.50M:3.00M		
Peso muestra	5kg	Fecha de ensayos	: 30/04/2021
Fecha muestreo	10/07/2021	Revisado por :	ING. YVÁN LICERA CORREA
Material	ARCILLA	Realizado:	TEC. ELBIS MELENDEZ GRANDEZ
DATOS			
N° de Ensayo	1	2	3
N° TARA	4	11	12
Peso de tara + MH (gr)	746.80	747.00	752.00
Peso de tara + MS (gr)	620.30	585.80	581.90
Peso de tara (gr)	265.50	133.4	105.3
Peso del agua (gr)	126.5	161.2	170.1
Peso Material Seco (gr)	354.8	452.40	476.60
Humedad Natural (%)	35.65%	35.63%	35.69%
(%) Promedio		35.66%	

En la información presentada se puede apreciar que la humedad natural del suelo es 35,66%, lo cual es muy elevado requiriendo ser modificado. La disminución de la humedad se logró en forma gradual al aplicar la cal, obteniendo una humedad de 29.42% al aplicar 1% de cal, 26.51 % al aplicar 2% de cal y de 24,48 % al 3% de cal, lo que se puede ver en la “Tabla 2” , dicho porcentaje contribuirá a el costo unitario de cimentación, conjuntamente con otros ensayos,

Tabla 2

Contenido de humedad de suelo cohesivo modificado con cal al 3%.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO COHESIVO MTC E 108-ASTM D 2216			
Proyecto	Salida de Chachapoyas al destino turístico de Levanto		
Ubicación	C1	Muestreo:	Personal el laboratorio
Calicata	M2	Estrato	2,50-4.50 M:3.00M
Peso muestra	5 KG	Fecha de ensayos	30/04/2021
Fecha muestreo	10/07/2021	Revisado	ING. YVAN S. LICERA CORREA
Material	MUESTRA+3%	Realizado	TEC. ELBIS MELENDEZ GRANDEZ
DATOS			
N° de Ensayo	1	2	3
N° TARA	21	11	12
Peso de tara + MH (gr)	341.40	342.00	343.00
Peso de tara + MS (gr)	296.80	300.95	296.30
Peso de tara (gr)	114.70	133.4	105.3
Peso del agua (gr)	44.6	41.1	46.7
Peso Material Seco (gr)	182.1	167.55	191.00
Humedad Natural (%)	24.49%	24.50%	24.45%
(%) Promedio	24.48%		

Se obtuvo los pesos de las muestras del suelo en su estado natural, y los pesos después de la aplicación de los porcentajes de cal soluble. La “Tabla 3” muestra el peso seco inicial en su estado natural de 354.80, que, al proceder al lavado, se obtuvo un peso seco de 31.30, alcanzando un peso perdido lavado de 333.5.

Tabla 3

Peso de la muestra de suelo natural y mejorado al 3% de cal.

COMPARACION DEL PESO DEL SUELO NATURAL Y TRATADO CON CAL				
Peso muestra de suelo	Estado natural	Mejorado con cal soluble		
		1%	2%	3%
Peso seco inicial (gr)	354.80	138.30	141.70	182.10
Peso seco lavado (gr)	31.30	14.40	18.20	31
Peso perdido lavado (gr)	333.5	103.9	123.5	151.1

Los resultados arrojan un peso seco lavado de 31.33 y el peso perdido lavado de 333.50 al que corresponde un promedio 35.66% de humedad y un peso que se considera elevado y que corresponde a suelos cohesivos. Al aplicarse la cal soluble al 1%, 2% y 3% para mejorar las cualidades, se experimenta un cambio en el peso de la muestra. Así, al 1% de cal el peso seco lavado alcanza 14.40, al 2% de cal el peso seco lavado es 18.20, con un peso inicial de 141.70 y un peso perdido lavado de 123.5. Estos resultados mejoran al aplicarse al suelo el 3% de cal,

Ensayos granulométricos

Se realizaron los estudios granulométricos empleando las mallas correspondientes; al pasar la muestra por la malla N°200, un 6.00% del material es retenido y el 94% pasa la malla, lo que demuestra que el 50% o más pasan la malla N°200, como se

puede constatar en la “Tabla 4”, lo que demuestra que la calidad del suelo de acuerdo al tipo de grano, es un suelo de grano fino.

Tabla 4

Estudio granulométrico del suelo natural

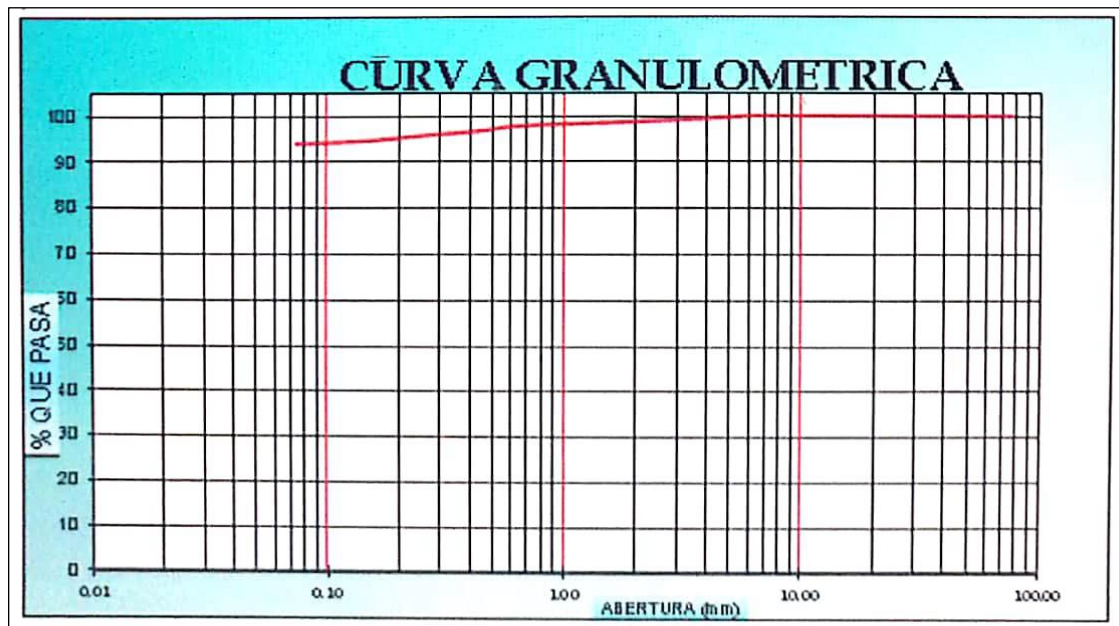
ENSAYOS GRANULOMETRICOS DE SUELO COHESIVO NATURAL					
Fecha	10/07/2021	AASHTO:	A-7-5 (41)	SUCS:	CH
Peso seco inicial		354.80	Calicata		C1
Peso seco lavado		21.30	M		M2
Peso perdido lavado		333.5	Estrato		0.00-3.00M
Tamiz		Peso reten.	% Retenido	% Retenido	% Que pasa
No	Abert. (mm.)	(gr)	Parcial	Acumulado	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	1.20	0.34	0.34	99.66
N° 10	2.000	3.40	0.96	1.30	98.70
N° 20	0.840	2.30	0.65	1.94	98.06
N° 30	0.590	1.60	0.45	2.40	97.60
N° 40	0.420	3.50	0.99	3.38	96.62
N° 60	0.250	3.20	0.90	4.28	95.72
N° 100	0.149	3.80	1.07	5.36	94.64
N° 200	0.074	2.30	0.65	6.00	94.00
PLATO		333.5	94.00	100.00	0.00
TOTAL		354.80	100.00		

El comportamiento de la muestra durante el tamizado se puede apreciar en el desplazamiento de la curva granulométrica basada en la información del tamizado, que

permitió visualizar los valores mínimo y máximo, que determinan el rango y desplazamiento de la curva que se aprecia en la “Figura 1”.

Figura 1.

Suelo natural – Granulometría del suelo natural - Proyecto Showroom de Autonort Nort Oriente SAC



Al aplicar la cal en 1%, 2% y 3%, los resultados de los ensayos granulométrico, muestran un comportamiento distinto, como podemos ver en el “Tabla 5” y “Figura 2”.

Para la clasificación de los suelos se ha tomado como referencia los siguientes estándares:

ASTMC 136-05: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.

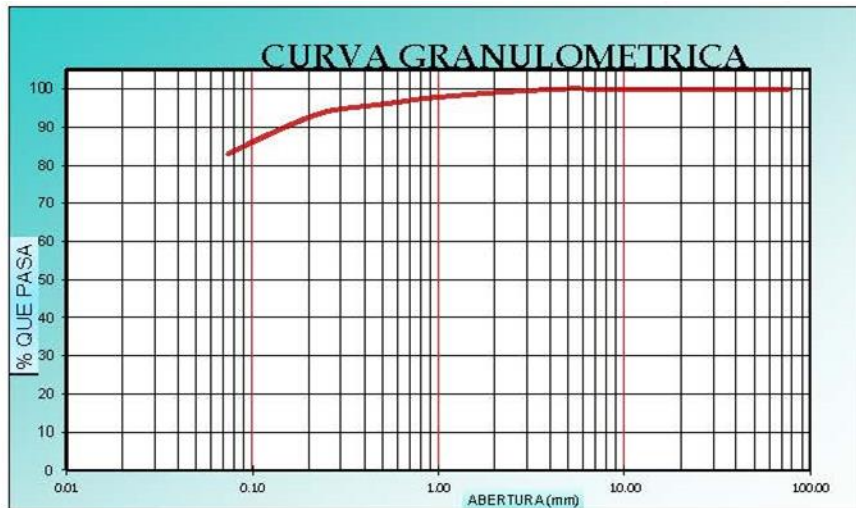
Tabla 5

Estudio granulométrico del suelo mejorado al 3% de cal

ENSAYOS GRANULOMETRICOS DE SUELO COHESIVO AL 3% DE CAL					
Fecha	10/07/2021	AASHTO:	A-7-5 (15)	SUCS:	ML
Peso seco inicial		182.10	Calicata:		C1
Peso seco lavado		31.00	M	M2+3%	De cal
Peso perdido lavado		151.1	Estrato	0.00-3.00M	C1
Tamiz		Peso reten.	% Retenido	% Retenido	% Que pasa
No	Abert. (mm.)	(gr)	Parcial	Acumulado	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	1.80	0.99	0.99	99.01
Nº 20	0.840	2.80	1.54	2.53	97.47
Nº 30	0.590	1.90	1.04	3.57	96.43
Nº 40	0.420	1.60	0.88	4.45	95.55
Nº 60	0.250	2.80	1.54	5.99	94.01
Nº 100	0.149	7.50	4.12	10.10	89.90
Nº 200	0.074	12.60	6.92	17.02	82.98
Plato		151.1	82.98	100.00	0.00
TOTAL		182.10	100.00		

Figura 2

Curva granulométrica del suelo mejorado al 3%- Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC.



ASTMC 117-04: Standard test method for materials finer than 75- μ m (N^o200) sieve in mineral aggregates

ASTMC 125-06: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates.

Los indicadores de los ensayos realizados relacionados con las características del suelo en su estado natural y alterado con cal soluble para su mejoramiento, fueron evaluados y calificado de acuerdo a los estándares de la referencia haciendo la clasificación del suelo antes y después de la mejora.

En la “Tabla 6” presentamos los índices que permitieron efectuar la calificación del suelo en su estado natural.

Tabla 6

Índices y clasificación de suelo natural - SUCS-AASHTO

INDICE Y CLASIFICACION DE SUELO NATURAL -SUCS-AASHTO			
LIMITE LIQUIDO (%)			69.09
INDICE PLASTICO (%)			36.67
IG			41
<i>*IP=0 cuando no presenta</i>			
D10 :		0.0740	
D30 :		0.0740	
D60 :		0.0740	
D70 :		0.0740	
Cu :		100.000	
Cc :		100.000	
N200			94.00
N4			99.66
Cu			1.00
Cc			100.000
IP			36.67
LL			69.089
Sucs	19		CH
<i>Arcilla de alta plasticidad , suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos</i>			
N10		98.70	
N40		96.62	
N200		94.00	
LL		69.089	
IP*		36.67	
Ashto	10	A-7-5	IG: 41
<i>Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200), Suelos arcillosos, Pobre a malo</i>			
		ENSAYO	
HUMEDAD	1	2	3
<i>Peso de tara + MH</i>	746.80	747.00	752.00
<i>Peso de tara + MS</i>	620.30	585.80	581.90
<i>Peso de tara</i>	265.50	133.40	105.30
<i>Peso del agua</i>	126.50	161.20	170.10
<i>Peso de la Muestra Seca</i>	354.80	452.40	476.60
<i>Contenido de humedad (%)</i>	35.65	35.63	35.69
PROMEDIO		35.66	

Los contenidos de humedad, llamados también Límites de Atterberg, metodología que se aplicó para medir la cohesión del terreno y su contenido de humedad natural, nos arrojan el índice de Límite Líquido (LL) de 69.089 %, el índice de plasticidad (IP) 36.67% y el índice de grupo (IG) 41 que es un indicador cuantitativo, que se calculó utilizando la ecuación empírica (Iglesias, Jul 04, 2011):

$$IG = (F200-35) \cdot [0.2 + 0.005 \cdot (LL-40)] + 0.01 \cdot (F200-15) \cdot (IP-10)$$

Donde:

F200 = Porcentaje que pasa a través del tamiz N°200, expresado como número entero.

LL = Límite líquido.

IP = Índice de plasticidad.

El primer término de la ecuación

- Se supone que un 35% o más de material que pasa el tamiz N° 200 (0.0075 mm.) es crítico si se omite la plasticidad, pero el mínimo crítico es solo el 15% cuando se ve afectado por (IP) mayor que 10.

- Se supone que el (LL) igual o mayor que 40% es crítico.

- Se supone que el (IP) igual o mayor que 10% es crítico".

Según el estándar SUCS a través del ensayo se calificó como suelo (CH) con un índice de 19, que corresponde a una arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino,

limos y arcilla, inorgánicos, y según el estándar ASHTO califica como suelo (A.7.5) y (IG 41) con un índice de 10, que contienen materiales limosos o arcillosos (más del 35% pasa el tamiz N°200) la evaluación lo considera como suelos arcillosos de pobre a malo, y que presenta una humedad promedio de 35%.

En la “Tabla 7” se presenta información comparativa de indicadores, en relación a los estándares SUCS y AASHTO. La calidad del suelo, clasificado como CH o como A-7-5. antes de proceder a la mejora del suelo, según los Estándares SUCS y ASHTO respectivamente, y teniendo en cuenta las medidas y profundidad de la cimentación, conllevarían a incurrir en un elevado costo unitario de cimentación, que tenga un índice óptimo de capacidad portante e índice de presión admisible, en el que los elevados costos serían consecuencia de movimiento de tierra fundamentalmente y otros materiales, cuyo impacto en el costo de la cimentación de la obra no sería favorable de acuerdo a nuestra hipótesis nula, si es que no mejoramos el suelo utilizando cal viva.

Es importante mencionar que los resultados en la calidad del suelo al incrementarse el porcentaje de cal soluble para su mejoramiento, se rigen por el primer principio y ley de la termodinámica, que establece que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma, debido a reacciones químicas que producen cambios físicos en el comportamiento del suelo.

Tabla 7

Diferencia de clasificación de suelos - SUCS-AASHTO estado natural y mejorado con cal.

DIFERENCIAS DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS				
	Suelo natural	Mejorado al 1%	Mejorado al 2%	Mejorado al 3%
ESTANDAR	Humedad promedio 35.66%	Humedad promedio 29.42%	Humedad promedio 26.51%	Humedad promedio 24.48 %
SUCS	(19 CH) Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos	(20 MH) Limo de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos	(20 MH) Limo de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos	(17 ML) Limo de baja plasticidad, suelo de grano fino, limos y arcillas inorgánicos
AASHTO	(10 A-7-5 IG 41) Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200), Suelos arcillosos, Pobre a malo	(10 A-7-5 IG 35) Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200), Suelos arcillosos, Pobre a malo	(10 A-7-5 IG 21) Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200), Suelos arcillosos, Pobre a malo	(10) A-7-5 IG 15) Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N°200), suelos arcillosos, pobre a malo

En la “Tabla 8” se presenta los detalles de la información de los índices y calificación realizada después de la aplicación del 3% de cal soluble. Los resultados muestran el cambio de las características geotécnicas del suelo tratado.

En la información que se muestra en las “Tabla 9”, se puede apreciar los límites de consistencia en su estado natural, el límite líquido, el límite Plástico en su estado natural sobre el cual se aplicará la cal, para modificar esos límites de consistencia el efecto que produce la Cal soluble, aplicando al 3 %, se observa en la “tabla 10”

Tabla 8

Índices y clasificación de suelos SUCS-AASHTO: (LL), (LP), (IG) humedad

tratado al 3% de cal viva)

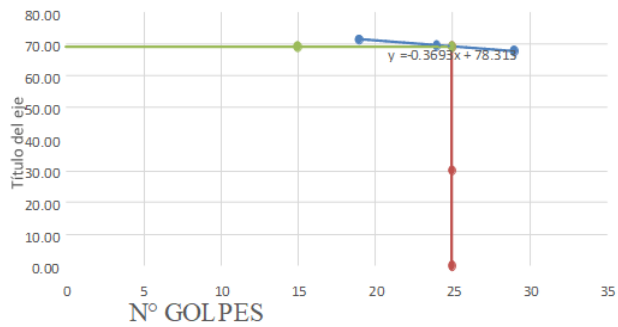
INDICE Y CLASIFICACION DE SUELO NATURAL -SUCS-AASHTO				
LIMITE LIQUIDO (%)				69.09
INDICE PLASTICO (%)				36.67
IG				41
<i>*IP=0 cuando no presenta</i>				
D10 :		0.0740		
D30 :		0.0740		
D60 :		0.0740		
D70 :		0.0740		
Cu :		100.000		
Cc :		100.000		
N200	82.98			
N4	100.00			
Cu	1.00			
Cc	100.000			
IP	15.96			
LL	44.289			
Sucs	17		ML	
<i>Arcilla de baja plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcilla, inorganicos</i>				
N10				99.01
N40				95.55
N200				82.98
LL				44.289
IP*				15.96
Ashto	10	A-7-5	IG:	15
<i>Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200), Suelos arcillosos, Pobre a malo</i>				
HUMEDAD	ENSAYO			
	1	2	3	
Peso de tara + MH	341.40	342.00		343.00
Peso de tara + MS	296.80	300.95		296.30
Peso de tara	114.70	133.40		105.30
Peso del agua	44.60	41.05		46.70
Peso de la Muestra Seca	182.10	167.55		191.00
Contenido de humedad (%)	24.49	24.50		24.45
PROMEDIO		24.48		

Tabla 9

Límites de consistencia y curva de flujo del suelo natural

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS						
MTCE 110 - NTP 339.129:						
UBICACIÓN : Salida de Chachapoyas a la localidad de Levanto						
CALICATA : C-1						
ESTRATO	M-2	E:3.00M	Revisado por : Ing. Iván S. Licera Correa			
COORDENADA: 183465.00 m E 9310599.00 m S			Elaborado por: Tec. Elvis Melendez Grandez			
FECHA : 10/07/2021		IP	36.67 >20	MATERIAL DE ALTA PLASTICIDAD		
		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		
Nº de recipiente	30	31	18	24	34	34
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	27.9	27.73	27.50	13.30	12.09	12.09
	8					
Peso tara + suelo seco (gr.)	19.7	19.62	19.15	12.09	11.06	11.06
Peso de la tara (gr.)	8.28	7.94	6.80	8.41	7.86	7.86
Peso del agua (gr.)	8.20	8.11	8.35	1.21	1.03	1.03
Peso suelo seco (gr.)	11.5	11.68	12.35	3.68	3.20	3.20
Contenido de humedad (%)	71.3	69.43	67.61	32.88	32.19	32.19
Nº de golpes	19	24	29		32.42	

LÍMITES DE CONSISTENCIA



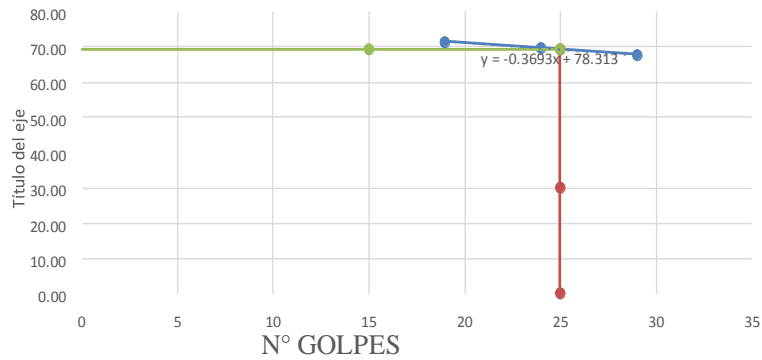
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
LL. : 69,089 %	LP. : 32,42 %	IP 36,67 %
Nº de golpes 25	Contenido de humedad 69,089	

Tablo 10

Límites de consistencia y curva de flujo del suelo mejorado al 3% de cal

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS						
MTC E 110 - NTP 339.129:						
Ubicación :	Salida de Chachapoyas a la localidad de Levanto					
Calicata :	C-1					
Estrato : M-2+3% Cal E:3.00M	Revisado: Ing. Yván S. Licera Correa					
COORDENADA: 183465.00 m E 9310599.00 m S Elabor.: Tec. Elbis Melendez Grandez						
Fecha : 10/07/2021	IP	15.96 >20		MATERIAL DE ALTA PLASTICIDAD		
	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº de recipiente	4	37	39	9	15	15
Peso tara + suelo húmedo (gr)	26.40	28.58	28.32	12.02	10.78	10.78
Peso tara + suelo seco (gr.)	20.07	22.19	22.26	10.88	9.89	9.89
Peso de la tara (gr.)	6.64	8.04	8.19	6.85	6.75	6.75
Peso del agua (gr.)	6.33	6.39	6.06	1.14	0.89	0.89
Peso suelo seco (gr.)	13.43	14.15	14.07	4.03	3.14	3.14
Contenido de humedad (%)	47.13	45.16	43.07	28.29	28.34	28.34
Nº de golpes	18	23	28	28.33		

LÍMITES DE CONSISTENCIA



Límite Líquido		Límite Plástico		Índice Plástico	
LL:	44.289 %	LP:	28.33	IP	15.96 %
Nº de golpes 25		Contenido de humedad 44.289			

El fenómeno de la consistencia de un suelo se expresa en el grado de cohesión de las partículas que conforman el suelo, que están bajo el efecto de fuerza exterior, conocido como presión, la cual, de acuerdo a la magnitud de fuerza, produce una modificación de la estructura física.

Se determinó que los límites resultantes de los ensayos: (LL) 69.09%, (LP) 32.42% e (IP) 36.67% experimenta la alteración de su estructura a los 25 golpes por tener una humedad de 69.089, situación que exige realizar acciones de movimiento de tierra haciendo labores adicionales que producen impacto en el costo de cimentación.

Con los límites de Atterberg obtenidos, se elaboró la curva de flujo que representa al número de golpes al que corresponde el contenido de humedad del suelo natural y del suelo mejorado como se muestra en el “Tabla 10”, que indudablemente presentan mejor índice líquido de 44.289% a los 25 golpes, en comparación al estado natural.

En el “Tabla 11” se muestra la información de límites e índices obtenidos en los ensayos del suelo en su estado natural y mejorados al 3% de cal viva, donde se aprecia la diferencia de los resultados de humedad al comparar las características del suelo en ambos estados. Dicha información servirá para realizar las pruebas correspondientes para determinar la respuesta a la presión externa.

Tabla 11

Comparación de límites de consistencia y curva de flujo del suelo natural y tratado al 3% de cal

LIMITE DE CONSISTENCIA Y CURVA DE FLUJO DEL SUELO NATURAL Y MEJORADO CON CAL				
Estado	Límite plástico	Índice Plástico	Nº de Golpes	Contenido de humedad
Natural	32.42	36.67	25	69.089
Mejorado (3% de cal)	28.33	15.96	25	44.289

Acción 2. - Realización de ensayos para determinar la densidad natural del suelo con la aplicación de la cal en el fondo de la calicata.

Se determinó la densidad del suelo como resultado de un proceso de compactación, que permite extraer y disminuir el aire de los vacíos del suelo, manteniendo el contenido de humedad en un nivel relativamente constante.

Este procedimiento que comúnmente se utiliza para mejorar la consistencia de los suelos, en el presente caso se realizó para mejorar el terreno con cal viva y darle mayor consistencia al construir la cimentación de la edificación del proyecto SHOWROOM DE AUTONORT NOR ORIENTE SAC. Este ensayo se ha realizado para para darle mejor resistencia al corte, mejorar la estabilidad y

capacidad admisible de la cimentación, reducir la compresión y reducir la permeabilidad. En la tabla 12 se puede ver que la densidad natural que arroja la compactación es de 1.71 gr/cm³, este indicador cuantitativo que mide el grado de compactación, se obtiene después de haber hecho previamente el peso específico de la humedad óptima de la capa del material compactado.

Tabla 12

Densidad natural del suelo de campo

MUESTRA Nº	C-O1 NATURAL PATRON	C-O1 NATURAL + 1%	C-O1 NATURAL + 2%	C-O1 NATURAL + 3%
PESO DE CONO +PLATO	7500	7500	7500	7500
PESO DE CONO DESCARGADO (P)	1574	1574	1574	1574
PEROS DE MUESTRA EXTRA	2944	2932	2938	2918
PESO DE MUESTRA EXTRAIDA (Wh)	3414	3498	3510	3622
DENSIDAD DE ARENA CALIBRADA	1,49	1,49	1,49	1,49
PERO 1	4556	4568	4562	4582
PESO 2	2982	2994	2988	3008
VOLUMEN DE HUECO	2001,34	2009,4	2005,37	2018,79
DENSIDAD NATURAL (gr/cm ³)	1,71	1,74	1,75	1,79

Para el logro del objetivo específico 2, se realizó las acciones 3 y 4.

Acción 3. - Determinación del valor de la cohesión del suelo con aplicación de cal, con ensayos de corte directo

En la “Tabla 13” Ensayos de corte directo del suelo natural, se muestra las condiciones iniciales y finales del corte y que el volumen del suelo fino cohesivo

Tabla 13

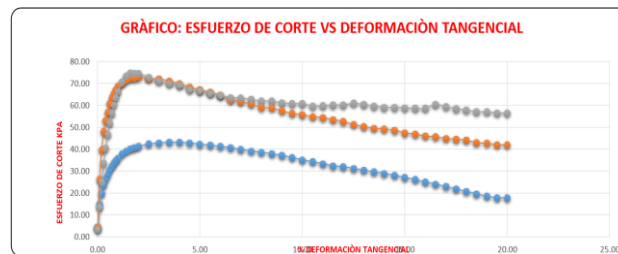
Ensayo de corte directo suelo natural

ENSAYO DE CORTE DIRECTO MTC E 123 -2000 (CONSOLIDADO DRENADO)				
Ubicación : Salida de Chachapoyas al destino turístico de Levanto-Chachapoyas				
Descripción : Arcilla de alta Plasticidad al tacto color rojiza				
Muestreo	28-04-2021	SUCS		MH
Identificación de la muestra	Hecho por el solicitante	AASHTO		A-7-5 (41)
Profundidad:	C1M2	Límite líquido		69.09
MUESTRA:	3.00M	IP		36.67
REMOLDEADA		W		35.66
PARÁMETROS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3	ESPECIMEN 4
Anillo No.	1	1	1 *	
Diámetro (mm)	50.8	50.8	50.8	
Masa M. húmeda MTO + anillo (g)	201.6	202.3	203.8 *	
Altura del anillo (mm)	21.8	21.8	21.8	
Masa del anillo (g)	119.23	119.23	119.23	
Densidad de la muestra (g/cm ³)	18.642.075	1.880.049.982	1.913.998.158	
CONDICIONES INICIALES				
Recipiente No.	Rp-7	Rp-7	Rp-7	
Masa M. húmeda + recipiente (g)	746.80	746.80	746.80 *	
Masa M. seca + recipiente (g)	620.30	620.30	620.30 *	
Masa de recipiente (g)	265.50	265.50	265.50	
Humedad natural (%)	35.65 82.37 60.72	35.65 83.07 61.24	35.65 84.57 62.34	
Masa muestra húmeda MTO (g)	1.86	1.88	1.91	
Masa muestra seca Md (g)	1.37	1.39	1.41	
CONDICIONES FINALES				
Recipiente No.	Rp-7	Rp-7	Rp-7	
Masa M. húmeda + recipiente (g)	746.80	746.80	746.80 *	
Masa M. seca + recipiente (g)	620.30	620.30	620.30 *	
Masa de recipiente (g)	265.50	265.50	265.50	
Humedad final (%)	35.65	35.65	35.65	
Relación de vacíos final ef (%)				
Deformación Máxima (mm)				
PARAMETROS DEL ENSAYO				
Carga Control expansión (N)	*	*	*	*
Pesas en el brazo (kg)	1.00	2.00	3.00	*
Carga total en la muestra (kg)	5.35	6.35	7.35	*
Múltiplo (5 / 10)	10.00	10.00	10.00	
Esfuerzo Vertical (kPa)	74.29	127.52	180.73	
Velocidad desplazam. (mm/min)	0.25	0.25	0.25	
Consolidar	SI			

Tabla 14

Ensayo de corte directo MTC E 123 - 2000 (Consolidado drenado) - deformaciones

ENSAYO DE CORTE DIRECTO MTC E 12 - 2000 CONSOLIDADO DRENADO-DEFORMACIONES											
Proyecto Showroom Autontort Nor Oriente SAC- Chachapoyas											
Def. horizontal (%)		Limite líquido	6.09	W	35.66	IP	36.67	DF:	3.00M		
Esfuerzo vertical Kpa		Deformación normal (%)			Fuerza n			Esfuerzo cortante Kpa			
(mm)		74.29	127.51	180.73	74.29	127.51	180.73	74.29	127.51	180.73	
0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	9.20	9.00	6.60	4.54	4.44	3.26	
0.10	0.05	0.00	1.34	0.03	30.20	53.20	27.60	14.90	26.25	13.62	
0.20	0.10	0.00	1.37	0.05	40.20	80.40	50.60	19.83	39.67	24.97	
0.30	0.15	0.00	1.40	0.08	47.80	97.20	67.80	23.58	47.96	33.45	
0.40	0.20	0.00	1.44	0.11	53.00	107.60	81.80	26.15	53.09	40.36	
0.50	0.25	0.01	1.48	0.16	57.40	115.00	94.60	28.32	56.74	46.67	
0.60	0.30	0.02	1.51	0.18	61.60	123.00	105.20	30.39	60.69	51.90	
0.70	0.36	0.03	1.53	0.22	65.00	128.40	114.20	32.07	63.35	56.34	
0.80	0.41	0.03	1.55	0.25	68.00	131.80	122.00	33.55	65.03	60.19	
0.90	0.46	0.03	1.57	0.27	70.40	135.60	128.60	34.73	66.90	63.45	
1.00	0.51	0.03	1.59	0.28	72.60	139.40	134.00	35.82	68.78	66.11	
1.20	0.61	0.04	1.62	0.32	76.40	142.00	143.20	37.69	70.06	70.65	
1.40	0.71	0.04	1.64	0.35	79.40	144.80	148.80	39.17	71.44	73.42	
1.60	0.81	0.04	1.66	0.37	81.20	146.80	151.40	40.06	72.43	74.70	
1.80	0.91	0.04	1.68	0.38	82.20	146.80	151.00	40.56	72.43	74.50	
2.00	1.02	0.04	1.70	0.40	83.40	148.00	151.00	41.15	73.02	74.50	
2.50	1.27	0.04	1.74	0.44	85.80	146.20	147.60	42.33	72.13	72.82	
3.00	1.52	0.01	1.78	0.46	86.80	146.00	144.00	42.83	72.03	71.05	
3.50	1.78	-0.02	1.84	0.47	87.40	144.00	141.60	43.12	71.05	69.86	
4.00	2.03	-0.07	1.88	0.50	87.40	141.60	140.20	43.12	69.86	69.17	
4.50	2.29	-0.11	1.90	0.51	86.80	138.40	136.20	42.83	68.28	67.20	
5.00	2.54	-0.12	1.92	0.51	85.60	136.00	135.00	42.23	67.10	66.61	
5.50	2.79	-0.14	1.93	0.52	84.60	133.60	132.60	41.74	65.92	65.42	
6.00	3.05	-0.17	1.94	0.55	83.60	131.00	130.60	41.25	64.63	64.44	
6.50	3.30	-0.18	1.97	0.56	82.40	126.40	128.80	40.66	62.36	63.55	
7.00	3.56	-0.23	1.98	0.59	80.80	124.60	128.40	39.87	61.48	63.35	
7.50	3.81	-0.24	1.98	0.59	79.40	122.80	127.00	39.17	60.59	62.66	
8.00	4.06	-0.24	1.98	0.59	78.20	119.60	125.60	38.58	59.01	61.97	
8.50	4.32	-0.24	1.98	0.60	76.80	119.20	125.40	37.89	58.81	61.87	
9.00	4.57	-0.24	2.00	0.63	75.20	116.40	123.80	37.10	57.43	61.08	
9.50	4.83	-0.24	2.01	0.64	73.40	114.20	123.20	36.21	56.34	60.78	
10.00	5.08	-0.24	2.01	0.66	71.20	113.00	123.00	35.13	55.75	60.69	
10.50	5.33	-0.26	2.01	0.66	69.40	111.00	121.00	34.24	54.77	59.70	
11.00	5.59	-0.26	2.01	0.66	67.60	110.20	121.20	33.35	54.37	59.80	
11.50	5.84	-0.26	2.01	0.66	65.60	108.40	121.80	32.37	53.48	60.09	
12.00	6.10	-0.27	2.01	0.66	64.80	106.60	122.00	31.97	52.59	60.19	
12.50	6.35	-0.28	2.01	0.66	63.20	103.80	123.40	31.18	51.21	60.88	
13.00	6.60	-0.30	2.01	0.67	61.60	101.80	122.40	30.39	50.23	60.39	
13.50	6.86	-0.31	2.01	0.67	60.00	100.40	121.00	29.60	49.54	59.70	
14.00	7.11	-0.31	2.01	0.67	58.60	99.60	119.80	28.91	49.14	59.11	
14.50	7.37	-0.32	2.01	0.67	56.80	98.60	119.60	28.02	48.65	59.01	
15.00	7.62	0.38	2.02	0.70	55.00	96.00	119.40	27.14	47.36	58.91	
15.50	7.87	0.38	2.02	0.70	52.80	95.00	118.80	26.05	46.87	58.61	
16.00	8.13	0.38	2.02	0.70	50.80	93.20	118.80	25.06	45.98	58.61	
16.50	8.38	0.38	2.02	0.70	48.60	92.40	122.40	23.98	45.59	60.39	
17.00	8.64	0.40	2.02	0.70	46.60	91.00	120.40	22.99	44.90	59.40	
17.50	8.89	0.40	2.02	0.70	44.20	90.20	118.60	21.81	44.50	58.52	
18.00	9.14	0.41	2.02	0.70	42.00	89.40	117.20	20.72	44.11	57.82	
18.50	9.40	0.43	2.02	0.70	39.80	87.00	115.80	19.64	42.92	57.13	
19.00	9.65	0.45	2.02	0.71	37.60	86.60	115.60	18.55	42.73	57.04	
19.50	9.91	0.45	2.02	0.71	36.20	85.20	114.60	17.86	42.04	56.54	
20.00		0.45	2.02	0.71	36.00	85.00	114.40	17.76	41.94	56.44	
								Máximo	43.12	73.02	74.70
								Promedio	31.70	55.54	58.63



Luego se realizó el corte directo del suelo, como se muestra en la “tabla 14”, con el fin de determinar la resistencia al corte de la muestra consolidada y drenada de la arcilla de alta plasticidad, suelo de grano fino limos y arcilla, inorgánicos, calificado como SUCS MH, AASHTO A-5-7 (41) suelos de arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcilla, inorgánicos, que, a lo largo del tiempo transcurrido del ensayo, según los parámetros de campo, si experimentan reducción provocada por la carga como se muestra en la información que se presenta en la “tabla 15”. Los gráficos del esfuerzo de corte vs deformación tangencial ilustran las alteraciones que experimenta el suelo natural durante el ensayo de corte directo, de acuerdo a la norma MTC 123 -2000 (CONSOLIDADO DRENADO), donde el esfuerzo constante de los tres especímenes, muestra los valores máximos de cada uno, en relación al esfuerzo vertical de 74.29, 127.51 y 160.73, que son 43.12, 73.02 y 74.70 correspondientemente, siendo el promedio en cada esfuerzo vertical de 31.70, 55.54 y 58.63.

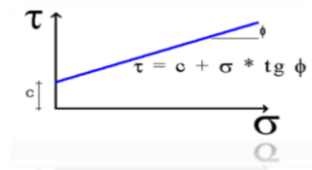
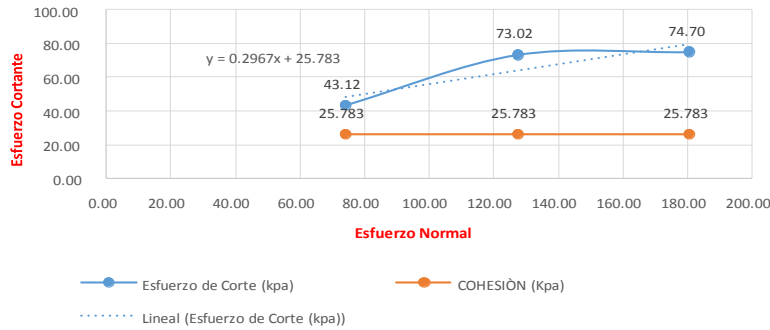
Se procedió luego a calcular los resultados del ensayo del corte directo MTC E QWE -2000 (consolidado drenado), como podemos ver en la información de los ensayos de corte directo MTC E 123 - 2000 (Consolidado drenado) - Círculo de MOHR, presentada en la “tabla 16”, donde se muestra los parámetros en relación a los tres especímenes, el esfuerzo normal expresado en kilo Pascales (kPa) 74.29, 127.52 y 180.73 respectivamente, da origen a la curva del corte normal; el esfuerzo de corte expresado en (KPa) 43.12, 73.02 y 74.70 forman la curva del esfuerzo de

Tabla 15

Resultados de los ensayos de corte directo MTC E 123- 2000

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO MTC E 123 -2000 CONSOLIDADO DRENADO					
Proyecto:	Showroom Autonort Nororient SAC-CHACHAPOYAS				
Ubicación	Margen izquierdo salida de Chachapoyas al destino turistico de Levanto				
Coordenadas:	183330.27 m E 9309092.05 m S				
Material:	Arcilla de alta plasticidad al tacto color rojiza				
Descripción:	Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos				
TIPO DE ENSAYO:	CONSOLIDADO, DRENADO				
Fecha de muestreo:	28/04/2021				
Fecha de Ensayo:	29/04/2021				
Identificación de la muestr	Hecho por el solicitante				
Profundidad:	W	35.66 C1M2	SUCS	MH 3.00M	AASHTO
Muestra	REMOLDEADA	LIMITE LÍQUIDO		69.09	
PARAMETROS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 4	
FSPFCIMFN 3					
Diámetro (mm)	50.8	50.8		50.8	
Humedad Inicial (%)	35.65	35.65		35.65	
Humedad Final (%)	35.65	35.65		35.65	
Grado de saturación (%)					
Peso unitario (g/cm³)	1.86	1.88		1.91	
Área Ao (mm²)	2 026,8	2 026,8		2 026,8	
Velocidad (mm/min)	0.25	0.25		0.25	
Esfuerzo Normal (kpa)	74.29	127.52		180.73	
Esfuerzo de Corte (kpa)	43.12	73.02		74.70	
COHESIÓN (Kpa)	25.783	25.783		25.783	
COHESIÓN (Kg/cm2)	0.2630	0.2630		0.2630	
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ)	16°31'32.24"	16°31'32.24"		16°31'32.24"	

ESFUERZO CORTANTE VS ESFUERZO NORMAL



corte, cuya expresión lineal obtenida es la línea recta, la cohesión expresada en kPa se mantiene estable en 25.783, resultando un ángulo de fricción interna (ϕ) de 16°31'32.24".

Tabla 16

Ensayo de corte directo MTC E 123 - 2000 (Consolidado drenado) Circulo de MOHR

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO MTC E 123 -2000 CONSOLIDADO DRENADO					
Proyecto:	Showroom Autonort Nororiente SAC-CHACHAPOYAS				
Ubicación	Margen izquierdo salida de Chachapoyas al destino turístico de Levanto				
Coordenadas:	183330.27 m E 9309092.05 m S				
Material:	Arcilla de alta plasticidad al tacto color rojiza				
Descripción:	Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos				
TIPO DE ENSAYO:	CONSOLIDADO, DRENADO				
Fecha de muestreo:	28/04/2021				
Fecha de Ensayo:	29/04/2021				
Identificación de la muestra:	Hecho por el solicitante				
Profundidad:	W	.566	C1M:	SUCS	MH 3.00M AASHTO
Muestra	REMOLDEADA		LIMITE LÍQUIDO		69.09
	Esfuerzo encontrado en el ensayo de corte				
	1	2	3		
σ normal	74.29	127.52	180.73		
σ corte	43.12	73.02	74.70		
Radio	15.58	27.25	53.02		
Centro	58.70	100.27	127.71		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2			PRUEBA 3
Esfuerzo normal (Kpa)	Esfuerzo cortante (Kpa)	Esfuerzo normal (Kpa)	Esfuerzo cortante (Kpa)	Esfuerzo normal (Kpa)	Esfuerzo cortante (Kpa)
43.12	0.00	73.02	0.00	74.70	0.00
43.36	2.71	73.43	4.73	75.50	9.21
44.06	5.33	74.66	9.32	77.90	18.13
45.21	7.79	76.67	13.63	81.80	18.14
46.77	10.02	79.40	17.52	87.10	18.15
48.69	11.94	82.75	20.87	93.64	18.16
50.91	13.49	86.65	23.60	101.21	18.17
53.37	14.64	90.95	25.61	109.58	49.82
56.00	15.35	95.54	26.84	118.51	52.21
58.70	15.58	100.27	27.25	127.71	53.02
61.41	15.35	105.00	26.84	136.92	52.21
64.03	14.64	109.59	25.61	145.85	49.82
66.49	13.49	113.90	23.60	154.22	45.91
68.72	11.94	117.79	20.87	161.79	40.61
70.64	10.02	121.14	17.52	168.33	34.08
72.20	7.79	123.87	13.63	173.63	26.51
73.35	5.33	125.88	9.32	177.53	18.13
74.05	2.71	127.11	4.73	179.92	9.21
74.29	0.00	127.52	0.00	180.73	0.00

ϕ	16.5
C	25.783
Envolvente de Falla	
σ	τ
0	25.783
166.21	75.097507

En cada prueba se muestra los esfuerzos normales y los esfuerzos cortantes expresado en (kPa), Los esfuerzos normales representados por (σ NORMAL) que

corresponden a cada prueba 1,2 y 3 respectivamente, son 74.29 (kPa), 127.52 (kPa), y 180.73(kPa) y los esfuerzos cortantes cuya notación es (σ CORTE) que corresponden a cada prueba 1, 2 y 3 son respectivamente 43.12, 73.02 y 74.70, tienen sus radios correspondientes 15.58, 27.25 y 53.02, cuyos centros se encuentran en los puntos 58.70, 100.27 y 127.71, valores que se utilizan para resolver las ecuaciones que definen los círculos de Mohr de cada prueba, que representan a las tensiones. Las desigualdades de esta, indican el conjunto de estados tensionales posibles en ese punto para distintos planos, con distintas inclinaciones.

En la Tabla N°17 se muestra la información de los ensayos de consolidación referente al esfuerzo vertical (kPa) de la muestra 1. Los valores presentados están relacionados con los valores de las deformaciones según Taylor y Casagrande, cuya información de los cálculos genera las representaciones gráficas de cada una de las metodologías.

El método Casagrande afirma que de la curva teórica de consolidación se demuestra que esta se aproxima a una parábola en el intervalo de 0 a 50% de consolidación y realizando el ensayo se puede determinar la curva real de consolidación, la que debe coincidir con la curva teórica si se cumple con la hipótesis de la teoría.

Con los datos obtenidos en los ensayos en forma descendente de 0% a 100% y los valores medidos a través del tiempo, se ha trazado la curva de consolidación. Según

Tabla 17

Ensayo de corte directo MTC E 123-2000 (Consolidado drenado) - resultados

ENSAYO DE CORTE DIRECTO E MTC 123-2000 (CONSOLIDACIÓN - RESULTADOS)			
Proyecto:	Showroom Autonort Nororiente SAC-CHACHAPOYAS		
Ubicación	Margen izquierdo salida de Chachapoyas al destino turístico de Levanto		
Coordenadas:	183330.27 m E 9309092.05 m S		
Material:	Arcilla de alta plasticidad al tacto color rojiza		
Descripción:	Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánico		
TIPO DE ENSAYO:	CONSOLIDADO, DRENADO		
Fecha de muestreo:	28/04/2021		
Fecha de Ensayo:	29/04/2021		
Ensayo	Hecho por el solicitante	W	35.66
Identificación de la muestra:	C1M2	SUCS	MH
Profundidad:	3.00M	AASHTO	A-7-5(41)
Muestra	REMOLDEADA	LIMITE LÍQUIDO	69.09
		IP	36.67

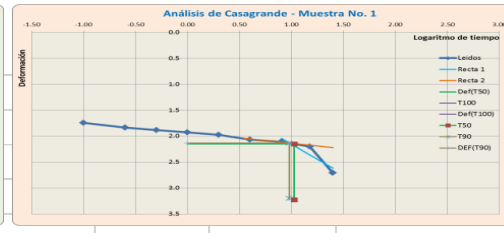
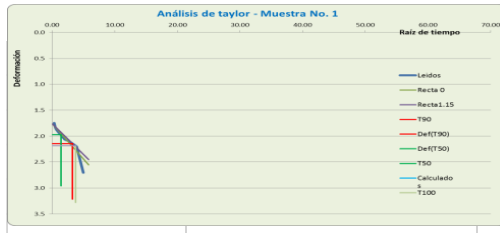
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

Esfuerzo Vertical (kPa)	Muestra 1		Muestra 2	
	Taylor	Casagr.	Taylor	Casagr.
D0 (%) =	1.76	2.17	0	0
D50 (%) =	1.97	2.15	0	0
t50 (min) =	2.04	10.62	0	0
Def. 90% cons. primaria D90 (%) =	2.14	2.14	0	0
90% cons. primaria t90 (min) =	10.40	9.54	0	0
Def. consol. primaria D100 (%) =	2.19	2.13	0	0
100% consol. primaria t100(min) =	13.81	9.58	0	0
Coef. de consolidación Cv (mm ² /s) =	0.16	0.04	0	0
Tempo estimado de falla (min) =	120.67	530.78	0	0
Deform. Estimada de falla (mm) =	10			
Vel. recomendada de corte mm/min=	0.25	0.25		

Tiempo (min)	Raíz de Tiempo (min 1/2)	Deformación (%)	
		Esfuerzo Vertical (kPa) 7.428.589.771	
0.00	0.00	0.000	0
0.10	0.32	1.743	0
0.25	0.50	1.835	0
0.50	0.71	1.881	0
1.00	1.00	1.927	0
2.00	1.41	1.972	0
4.00	2.00	2.064	0
8.00	2.83	2.110	0
15.00	3.87	2.202	0
25.00	5.00	2.706	0

CÁLCULOS SEGÚN TAYLOR

CÁLCULOS SEGÚN CASAGRANDE



Casagrande, se ha obtenido el coeficiente de consolidación (C_v) a partir de los datos obtenidos del ensayo, que es el tiempo en el que desarrolla el 50 % de la consolidación primaria.

Acción 4. - Determinación de la presión admisible y el nivel de seguridad y sostenibilidad de la cimentación en suelo mejorado con cal viva.

1° Definición de la tensión de hundimiento del suelo. - para determinar la presión admisible, que dé seguridad y sostenibilidad con impacto favorable en el costo de la cimentación de la obra, debemos analizar la tensión de hundimiento, definido como "Nivel de tensión del suelo, en el cual entra en estado de ruptura (González, 2012) y deformación, a causa de que el terreno ha sido sometido a una tensión de trabajo mucho mayor que la tensión admisible del suelo que le dan sus límites".

Definido la tensión de hundimiento, se debe ver "cómo superar el estado límite crítico del terreno, para que proporcione seguridad, sostenibilidad, con un impacto favorable en el costo de la cimentación de la obra", para lo cual de acuerdo a las practicas, se tiene varias alternativas:

1. Mantener los límites del terreno y aumentar la profundidad de apoyo
2. Ampliar el ancho de la zapata si el ángulo de fricción es >0 .
3. Aumentar la sobrecarga de tierras

4. Disminuir el freático.

Haciendo una evaluación del impacto en la seguridad y sostenibilidad y en la posible disminución de los costos, la contribución a la preservación del medio ambiente, se tomó la decisión gerencial de optar por incrementar la tensión de hundimiento, modificando las características físicas del suelo cohesivo, aplicando cal viva, de acuerdo a criterios técnicos, económicos y medioambientales, que le den el fundamento respectivo a la decisión.

Fundamentos de la modificación de las características del suelo cohesivo:

La decisión tomada por los propietarios del proyecto Showroom Autonort Nor Oriente SAC-Chachapoyas, de modificar las características del suelo cohesivo para obtener seguridad, sostenibilidad con impacto favorable en los costos unitarios, tiene su fundamento en principios administrativos, ingenieriles y económicos que se aplican en la gerencia de la construcción, es decir existen muchos principios que corresponden a diferentes dimensiones de la gerencia, pero en este caso, los principios importantes que motivaron el interés y la decisión, de modificar las características del suelo de cimentación, fueron el principio de eficiencia y eficacia. Estos importantes principios de las ciencias administrativas, vienen a ser los motores de la decisión tomada y se encuentran en el marco del concepto de

(I+D+i)³, que se basa en el estudio minucioso de los factores del trabajo, orientado a la eliminación de pérdidas de recursos, tiempo, dinero y otros aspectos de carácter social. Los principios de eficiencia y eficacia dan como resultado el incremento de la productividad del trabajador, según la división y especialización del trabajo (altos conocimientos químicos, físicos, geotécnicos, ingenieriles, vinculados a los estándares internacionales).

Para hacer la modificación de las características del suelo en estudio, se asumió que las demás alternativas para incrementar la tensión de hundimiento se mantienen constantes.

Los ensayos hechos para determinar las características del suelo (según los estándares AASHTO y SUCS), después del tratamiento, arrojan excelentes resultados al 3% de cal viva. Obteniendo un índice de hundimiento más favorable que el proporcionado por el suelo natural antes de la aplicación de la cal viva.

Con el fin de que la cimentación y la obra tengan seguridad, al índice de hundimiento obtenido, se aplicó el coeficiente de seguridad, que generalmente es $F=3$ (Que se utiliza en cimientos directos y profundos en suelo drenado, y se obtuvo la tensión admisible que garantice seguridad.

³ Representado también como I+D+I, es una estrategia que integra tres procesos importantes Investigación, desarrollo e innovación en algunas empresas exitosas. Se convierte en una importante fortaleza para posesionarse en el mercado o el contexto económico y social obteniendo grandes logros vinculados a la investigación científica, a la tecnología y a la innovación.

Seguidamente, fue necesario ver que la cimentación y la obra de edificación, tenga sostenibilidad, para lo cual, no sólo se tomó en cuenta la seguridad de la estructura, sino también que permanezca en el tiempo, por lo que, se cuidó que la tensión de servicio sea inferior a la tensión admisible o presión admisible. En consecuencia, se procedió a disminuir la tensión de servicio a niveles inferiores a la tensión admisible, cuidando que los asentamientos extremos y los diferenciables no sobrepasen un valor crítico, que comúnmente se considera $1/500$ de la modulación de la estructura que equivale a 0.2% . La tensión admisible y la tensión de servicio, se tomó en cuenta para el cálculo del impacto del tratamiento del suelo cohesivo con cal viva, en la disminución del costo unitario de cimentación.

Los resultados de los ensayos de laboratorio sobre las muestras, indicaron la cantidad de tierra, que se debe remover en función del efecto de la cal, al momento de hacer la excavación para la cimentación, sin mejora de suelo y con mejora de suelo en los diferentes porcentajes de cal, sin embargo hasta ese momento, no se sabe cuánto cuesta remover un m^3 de suelo en cada uno de los casos, que permita aplicar criterios económicos, relacionado al principio de costo beneficio, para la toma de decisiones, que constituye un fundamento importante para que la gerencia complete el análisis y optar por alternativa de cimentación, que dé mayor beneficio económico y social, en el caso concreto de la investigación, en el contexto de la ciudad de Chachapoyas.

Para determinar el efecto sobre el costo unitario de la cimentación de la obra, se ha calculado el costo directo de la cimentación (solo por movimiento de tierra), tomando en cuenta el índice de hundimiento del suelo natural, luego se comparó con el costo directo unitario de cimentación (por movimiento de tierra) después del tratamiento del suelo, obteniendo una diferencia significativa al modificarse las características del suelo al 3% de cal, que se debió a la disminución de tierra que a la vez significaba un ahorro en soles por metro cúbico, cuyos detalles se explican en la siguiente acción,

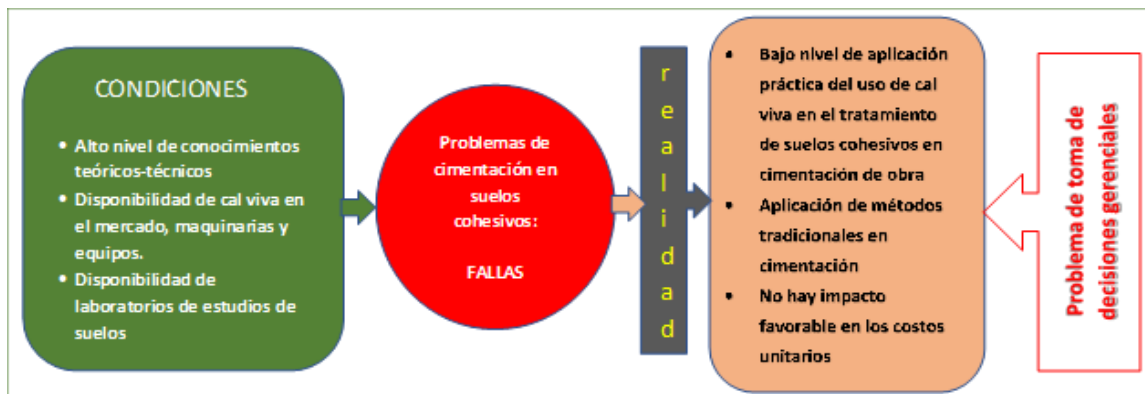
Acción 5.-Efecto y toma de decisiones en el contexto de la ciudad de Chachapoyas

La determinación del impacto en el costo unitario de cimentación de obra de edificación, requiere hacer un análisis integral, es decir además de haber realizado los ensayos y cálculos con rigor científico técnico y haber demostrado de que si es factible hacer el tratamiento del suelo cohesivo con cal viva y obtener resultados favorables de seguridad y sostenibilidad en el caso concreto del proyecto Showroom Autonort Nor Oriente SAC-Chachapoyas, se debe estudiar el contexto en que se tomó la decisión de modificar las características del suelo del proyecto en estudio, las dimensiones y alcances de la aplicación del estudio y las actitudes profesionales y gerenciales frente a problemas de fallas de cimentación en la ciudad de Chachapoyas, por lo que, se levantó la información directa de profesionales vinculados a la construcción de la zona en estudio, lo que sirvió para elaborar la

“figura 3”, que ilustra el panorama actual. En este contexto y con la información obtenida en la fase anterior, se realizó los cálculos económicos del costo unitario de movimiento de tierra, antes y después del tratamiento del suelo cohesivo, seguidamente se estudió: “modificación de las características de los suelos cohesivos en obra de edificación”, con la variable "impacto y decisiones gerenciales”, en la ciudad de Chachapoyas.

Figura 3.

Problemas de toma de decisiones gerenciales en la aplicación de cal viva en el tratamiento de suelos cohesivos en Chachapoyas 2018.



El concepto de costo unitario de cimentación, desde el punto de vista gerencial, en la construcción, se refiere a la suma de los valores monetarios, expresados en soles (PEN) de los factores que intervienen en la construcción de la cimentación en forma directa, como la mano de obra, materiales, maquinarias, equipos, herramientas; y los valores de factores que intervienen en la construcción en forma indirecta, cuyos

valores, constituyen los costos indirectos como los gastos administrativos, financieros, etc. Sin embargo, para efectos del presente trabajo solo se ha estudiado los costos directos relacionado al movimiento de tierra, como resultado de la mejora del suelo con la cal viva. Para tal efecto se ha considerado que los demás elementos de los costos directos e indirectos se mantienen estables.

Tabla 18

Determinación y análisis del costo unitario de cimentación Showroom Auto Nort Nororiente SAC.2022.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO											
PRESUPUESTO	40305	SHOWROOM DE AUTONORT NOR ORIENTE SAC-CHACHAPOYAS						Fecha presupuest: 08/10/2020			
Subpresupuesto	2,00	CIMENTACIÓN									
COORDENADAS 183465,00 m E 9310599 S											
Partida	05.02.08.05	EXCAVACION DE ZANJA PARA CIMIENTOS									
Rendimiento	m3/Dia	MO	232,5	EQ	355,00	Costo unitario directo por: m3			10,60		
Codigo	Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	cantidad	pecio S/	Parcial S/				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Mano de obra								Tratamiento del suelo	Indice cohesión	costo unitario directo de movimiento de tierra sin cal y con cal	
147010003	Oficial	hh	1,0000	0,0344066	67,93	2,34	Patron suelo natural	25,79	10,60		
147010004	Peón	hh	2,0000	0,0688172	60	4,13					
Parcial							6,47	1%	55,18	10,10	
Equipos											
337010001	Herramientas manuales	%MO		3,0000	6,47	0,19					
349040023	Retroexcavadora sobre Ne	hm	1,0000	0,023	175	394	2%	55,18	9,50		
Parcial							4,14	3%	62,18	7,6	
Total							10,60				

En los datos de la tabla 18 se muestra la determinación del costo unitario de cimentación de obra de edificación, por un valor de S/ 10,6 soles por m3 de movimiento de tierra, sin modificación de las características del suelo cohesivo, en que se considera S/ 5,46 soles, como costo de la mano de obra (MO), que significa el 36% del costo unitario, y la suma de S/ 5,14 soles por concepto de equipos, que

significa el 64% del costo unitario, información que sirve de base, para el cálculo del costo unitario por (m^3) metro cúbico y por (cm^3) centímetro cúbico, respectivamente, con el suelo modificado con el 1%, 2% y 3% de cal viva.

Como se puede apreciar en la información que se presenta, se han calculado los costos unitarios de cimentación, antes de la modificación de las características de los suelos cohesivos, con el fin de observar el efecto económico de la utilización de la cal viva para mejorar el índice de presión admisible del suelo. evitando incurrir en costos adicionales por movimiento de tierra y otros materiales en condiciones de suelo natural.

Un oficial utiliza de su jornada diaria o de su costo del jornal la tasa de 0,029 % por m^3 de movimiento de tierra, entonces, si multiplicamos la tasa de 0,029 por el valor de la jornada del oficial que es S/67,93 tenemos el valor unitario de S/1,97 soles,

En el caso del peón se multiplica la tasa de 0,0582 por S/60 soles y se obtiene el valor unitario de S/3,492 soles.

Para obtener el costo unitario de las herramientas manuales, se considera el 3 % de la mano de obra, en este caso por S/1,43, obteniendo el valor unitario de S/0.043 soles.

Finalmente, para determinar el valor unitario de uso de maquinaria, se multiplica la tasa de 0,029 por el valor del hm que es de S/175 soles y se obtiene el costo unitario por retroexcavadora, que resulta de S/ 5,09 soles, a continuación, se suma los parciales y tenemos S/5,46 soles de mano de obra y S/5,14 de equipos, obteniendo el total del costo unitario por movimiento de tierra sin mejora de suelo de S/10.60 soles. El valor del costo unitario de S/10,60 corresponde al costo de mano de obra que cuesta remover 1 m3 desde una profundidad de 2.89 m. sin haber hecho mejora de suelo.

Tabla 19

Efecto del tratamiento del suelo cohesivo con cal en el Costo Unitario de Cimentación por m3- Showroom de Autonort Nor Oriente SAC-Chachapoyas.

Efecto del tratamiento del suelo cohesivo con cal, en el Costo Unitario de Cimentación (PEN)									
PRESUPUESTO	40305	SHOWROOM DE AUTONORT NOR ORIENTE SAC-CHACHAPOYAS							
Subpresupuesto	2,00	CIMENTACIÓN-fecha de presupuesto 08/10/2020							
COORDENADAS 183465,00 m E 9310599 S									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Mano de obra				Tratamiento del suelo	Indice cohesión	Costo unitario directo de movimiento de tierra sin cal y con cal (m3)	Ahorro por excavación (PEN)	Ahorro en %
147010003	Oficial		hh	2,34	Patrón suelo natural 0%	25,79	10,60	0,0	0,00
147010004	Peón		hh	4,13					
Parcial				6,47	1%	55,18	10,10	0,51	5,00
Equipos									
337010001	Herramientas manuales		%MO	0,19	2%	55,18	9,50	1,11	10,00
349040023	Retroexcavadora sobre Neumaticc		hm	394					
Parcial				4,14	3%	62,18	7,6	3	28%
Total				10,60					

Al modificarse el suelo al 1% de cal, disminuye el movimiento de tierra, de acuerdo a los ensayos a 950100 cm3, como resultado del cambio en la tensión de las

propiedades del suelo; dicha cantidad de 950100 cm³, multiplicado por el valor del cm³ que es S/0.0000106 soles, nos dará un valor que constituiría el ahorro en soles de S/ 0,5 soles por movimiento de tierra del m³, sin embargo no se nota el impacto favorable de acuerdo a los estándares, en lo que respecta al impacto en el costo unitario y en la seguridad y durabilidad.

Al incrementarse el porcentaje de cal en el tratamiento de suelo al 2%, como resultado mejoró la tensión admisible del suelo, por lo que se dejará de hacer movimiento de tierra en una cantidad en 899112 centímetros cúbicos, al multiplicar el número de centímetros cúbicos de tierra que se dejó de hacer movimiento, por el valor del número de centímetros cúbicos, se obtendrá un valor S/1,1 soles que constituiría el ahorro en soles por mejora de suelos en relación al valor del patrón.(suelo cohesivo sin mejora).

Luego al incrementarse la mejora de suelo al 3% las características del suelo, el estándar pasa de AASHTO A7.5 (41) a A7.5(15) y en el estándar SUCS de CM a suelo ML de baja plasticidad, evitando hacer movimiento de tierra en una cantidad de 712313 cm³, que multiplicado por el valor en soles de cada centímetro cúbico, arrojó un valor de S/.3,00 soles, equivalente a un 28,77% del costo unitario sin modificación de las características del suelo, que constituiría el ahorro por evitar hacer mayor movimiento de tierra, que sería, el resultado de la decisión gerencial

tomada, de modificar el suelo con cal viva para mejorar las cualidades del suelo cohesivo dando seguridad y sostenibilidad.

Con la información obtenida, luego se hace los cálculos en función del tipo y número de zapatas, dependiendo de la función que cumplen en el diseño arquitectónico y estructural. Como se puede ver en la información que se presenta en la “Tabla 20”, del total del costo de la obra de S/943,00 soles, única y exclusivamente por movimiento de tierra, al aplicar el 3% de cal viva, resulta un valor de S/.672,00 soles, arrojando un total de ahorro de S/ 271,00 soles relacionado al 28,8% de ahorro en relación a un m³.

Tabla 20

Costo total de movimiento de tierra de cimentación Showroom Auto Nort Nororiente SAC.2022.

AHORRO EN EL PRESUPUESTO DE MOVIMIENTO DE TIERRA, POR TRATAMIENTO DE SUELO CON CAL AL 3%						
Nº Zapatas	m ³ por zapata	Costo unitario por zapata sin mejora	Parciales y total por tipo de zapata	Costo unitario por zapata al 3% de cal viva	Parciales y total por tipo de zapata al 3% de cal viva	Ahorro obra en S/
6	4	10,6	254,4	7,6	181,21	73,19
20	2	10,6	424	7,6	302,02	121,98
25	1	10,6	265	7,6	188,76	76,24
51			943,4		672,00	271,40

El análisis de costos unitarios y su variación cuantitativa y porcentual confirma que existe una relación inversa entre el índice de presión admisible del suelo, y el costo unitario directo de cimentación. A mayor índice de presión admisible del suelo mejorado con cal viva, menor costo unitario directo de la cimentación.

Los resultados obtenidos en el proceso de la presente investigación, realizado en la obra Showroom Autonort Nor Oriente SAC-Chachapoyas 2018, se deben, en primer lugar a la decisión gerencial tomada, para realizar la modificación de las características del suelo cohesivo en el que se asentarán las zapatas de cimentación de la obra de edificación, esto es importante valorar, dado que nada se puede hacer sin determinar la responsabilidad de la acción, desde el punto de vista formal; esta decisión tiene lugar en base a un contrato de obra, con sus cláusulas pertinentes, que explican los pormenores del tratamiento del suelo cohesivo, que garanticen su ejecución, para lo cual deben existir condiciones tangibles e intangibles, como conocimientos teóricos de los responsables de la ejecución (conocido como competencias cognitivas de los fundamentos, de los procedimientos y de la capacidad valorativa y actitudes en relación a los impactos que se desea lograr). En segundo lugar, es importante que la realización del tratamiento del suelo cohesivo, desde el punto de vista del proceso, cuente con la destreza o habilidades comprobadas de los ejecutores, para su realización, de acuerdo a las normas técnicas, de tal manera que el proceso sea exitoso y garantice seguridad, sostenibilidad y produzca el impacto favorable en los costos unitarios y en el

presupuesto. En tercer lugar el tratamiento del suelo cohesivo, se hizo con un fin, que debe ser valorado y evaluado en términos de logro, que demuestre que la decisión tomada tiene un resultado, un impacto económico social y cultural, cuyas dimensiones conducen a un bienestar de la empresa al que corresponde el proyecto, a la sociedad, en relación al impacto medioambiental y en relación a lo sociocultural, que demuestra el nivel de conciencia y responsabilidad social, en el marco del sistema de innovación I+D+i, es decir que la investigación está orientado al desarrollo, con una innovación permanente, superando los métodos tradicionales, que no favorecen el desarrollo económico y el bienestar de la población.

En base a lo expuesto, en la elaboración del instrumento, al referirnos a la variable independiente, se obtuvo la información relacionada a la existencia o no, de condiciones intangibles como los conocimientos necesarios para efectuar el tratamiento del suelo, si existen habilidades y destrezas para hacer la mejora, y si existe el material (cal viva) en cantidad, calidad y precio necesario, si existen laboratorios especializados, que garanticen un estudio serio y dentro de los estándares internacionales, y finalmente si existe la capacidad de toma de decisiones gerenciales, competentes que maximicen los beneficios, minimicen los riesgos y optimicen los resultados.

En lo que respecta a la variable dependiente, el instrumento considera, si todos los encuestados, que son profesionales que laboran en la ciudad de Chachapoyas, han

participado en procesos de tratamiento de suelos cohesivos, para dar a las obras de cimentación mejor seguridad, sostenibilidad con impacto favorable en los costos unitarios, que demuestre la capacidad de toma de decisiones, de innovación y desarrollo económico social y cultural, con alto sentido de responsabilidad social.

En esta fase de estudio, se ha utilizado los conceptos, categorías y definiciones, correspondientes al conocimiento y la práctica de mejoramiento de suelos; se analizó la variable independiente, que se refiere la decisión y realización de la modificación de las características del suelo para su uso en la cimentación de obra, en las condiciones existentes sobre tratamiento de suelos cohesivos en Chachapoyas, escenario en el que se ha tomado la decisión de utilizar la cal viva para el mejoramiento de las características del suelo del proyecto Showroom Auto Nort. Nororiental SAC-Chachapoyas 2018, orientado a mejorar la seguridad, sostenibilidad y obtención del impacto favorable en el costo unitario. Las mismas categorías y conceptos se ha tomado en cuenta para el análisis de la variable dependiente, para conocer como es la realidad, la aplicación para resolver los problemas reales en las construcciones de la ciudad de Chachapoyas, para ver la posible correlación entre las condiciones existentes para realizar mejora de suelos, que permitió el desarrollo de la parte experimental, y contrastar con los resultados de la investigación y con la práctica de cimentación en casos similares a lo largo del desarrollo de la ciudad de Chachapoyas, frente al uso de la cal viva como opción de tratamiento de suelos para innovar los métodos tradicionales.

A continuación, presentamos los resultados obtenidos tanto de la fase experimental como de la apreciación de las características de las decisiones gerenciales que se toman sobre tratamiento de suelos cohesivos en la ciudad de Chachapoyas.

III. RESULTADOS

Resultado en relación al objetivo general de la investigación

El estudio demuestra, que, si es factible la mejora de los suelos cohesivos con cal, para obtener mejores resultados en relación a la seguridad, sostenibilidad e impacto muy favorable en la disminución de los costos unitarios de cimentación de obra, en la ciudad de Chachapoyas 2018.

En términos generales, está demostrado que el uso de la cal para modificar los suelos cohesivos en busca de una tensión admisible y tensión de servicio, que disminuya los costos unitarios de cimentación, y ofrezca seguridades y sostenibilidad, si es posible, debido a que existen condiciones para su aplicación y que depende de la toma de decisiones gerenciales que lo respalden, para resolver las necesidades con métodos no tradicionales. Se aprecia que en la ciudad de Chachapoyas no existen edificios mayores a 3 pisos, siendo una limitación las características geotécnicas que tienen los suelos y que tradicionalmente no se hacían estudios de suelos, realizando mayormente construcciones de hasta 2 pisos y extendiéndose por áreas importantes, que pudieron

tener otro tipo de empleo para el desarrollo urbano, dado a un alto nivel inmigratorio hacia la importante ciudad.

El tratamiento del suelo cohesivo con cal viva, de conformidad al problema y objetivos planteados, si produce impacto favorable en los costos unitarios de cimentación, lo que se demuestra con los índices de seguridad y sostenibilidad, que abre una perspectiva para la solución de problemas económicos y medioambientales.

3.1. En relación al 1er. objetivo específico: Los resultados del estudio muestra que los suelos cohesivos tratados con cal viva cambian sus características geotécnicas logrando una baja plasticidad, lo que se logró mediante las dos acciones realizadas

Acción 1. – En la determinación de los límites de consistencia de los suelos cohesivos antes y después de la modificación de las características geotécnicas y la clasificación del suelo se obtuvieron los siguientes resultados.

Preliminarmente se constató que el suelo en su estado natural alcanzó el 35.66% de humedad (patrón), y de acuerdo a los ensayos realizados al aplicar los porcentajes del 1%, 2% y 3% de ca viva, se logra mejoras en las características del suelo, como se demostró con los datos que resume la tabla 21, en la que se aprecia que la humedad del suelo natural es de 35.66%, bajando a 24.48% después de la mejora del suelo con el 3% de cal viva,

La reducción de la humedad a 24.48% con la aplicación del 3% de cal viva se puede visualizar en el gráfico de barra N°4.

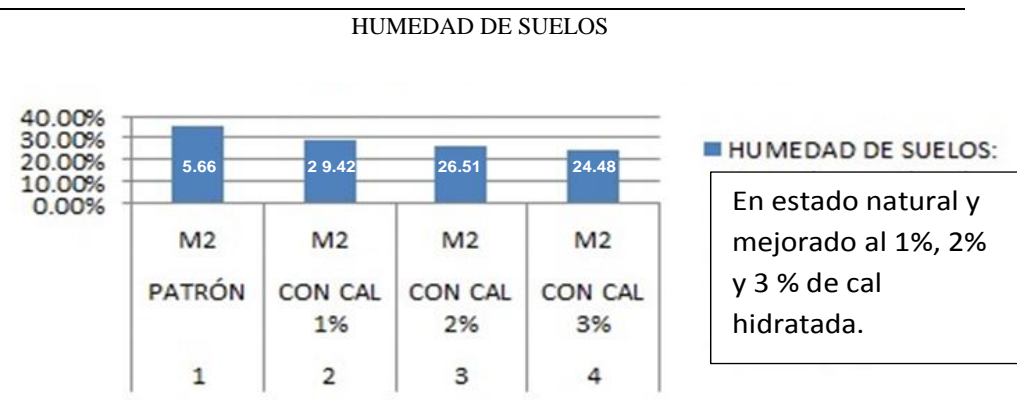
Tabla 21

Humedad de suelos- Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC.

HUMEDAD DE SUELO DEL PROYECTO			
Muestra	Descripción	Estrato	Humedad
1	PATRON	M2	35,66%
2	CON CAL 1%	M2	29,42%
3	CON CAL 2%	M2	26,51%
4	CON CAL 3%	M2	24,48%

Figura 4

Humedad de suelos Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC-



En la Tabla 22 se resume el resultado de los límites de consistencia de los suelos, obtenidos en los ensayos correspondientes, antes y después de la mejora con cal viva del 1% al 3%.

Tabla 22

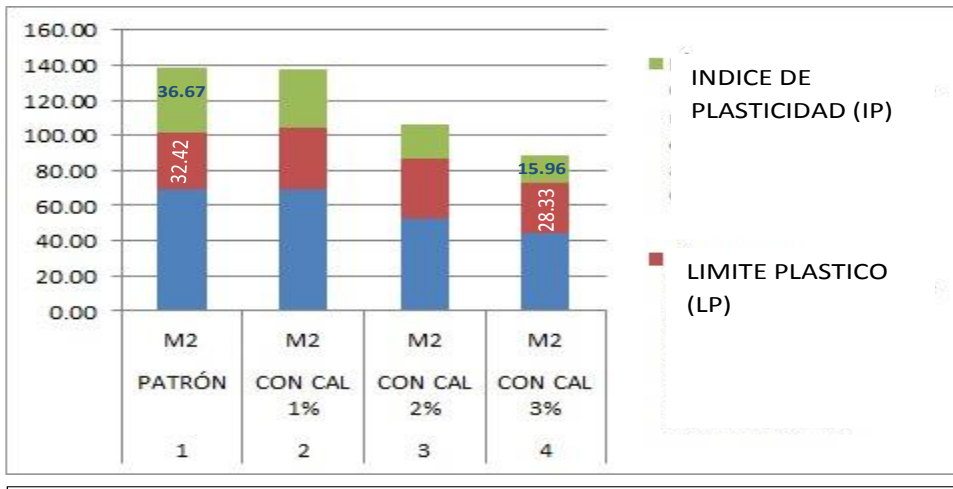
Límites de consistencia de suelos del Proyecto en estudio.

LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS					
Muestra	Descripción	Estrato	Límite líquido	Limite Plastico	IP
1	Patrón	M2	69,09	32,43	36,67
2	Con cal 1%	M2	68,79	35,76	33,03
3	Con cal 2%	M2	52,95	33,65	19,3
4	Con cal 3%	M2	44,29	28,33	15,96

El límite de consistencia de los suelos que en forma natural alcanza un límite (LL) DE 69.09, que al mejorar el suelo con cal viva se obtiene considerables mejoras, que al aplicar cal al 3%, se logró un límite líquido (LL) 44.29 considerablemente mejor que el (LL) del patrón. Por otro lado, el Límite Plástico (LP) del suelo en su estado natural (patrón) fue de 32.42%. Este límite al aplicar los porcentajes de cal, dan como resultados mejoras considerables, que al 3% da un límite plástico de 28.33%. Finalmente se observó que el índice de plasticidad del suelo, que en su estado natural (patrón) fue de 36.37, mejoró al aplicarse el 3% de cal viva, alcanzando una disminución a 15.96 de plasticidad que es comparativamente mejor a la plasticidad del patrón, como se puede visualizar en el Gráfico 5.

Figura 5.

Límites de consistencia de suelos. - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas.



Luego, al hacer la clasificación de los suelos de acuerdo a los estándares SUCS y AASHTO, se ha determinado que en su estado natural los suelos fueron clasificados como A-7-5 (41) de acuerdo al estándar AASHTO, y (CH) de acuerdo al estándar SUCS, que corresponden a suelo de arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos. Sin embargo, al tratar el suelo con cal viva en los diferentes porcentajes, se mejoró sus características físicas y por ende su clasificación.

Podemos apreciar en la Tabla 23 la clasificación hecha al suelo natural (patrón) cambia en el estándar AASHTO de A-7-5 (41) a A-7-5 (15) y en el estándar SUCS de CH a suelo ML que corresponde a limos de baja plasticidad, suelos de grano fino, limos y

arcilla, inorgánicos. Estos resultados son de mucha importancia para el trabajo de investigación realizado.

Tabla 23

Clasificación de suelos SUCS- AASHTO del Proyecto

CLASIFICACION DE SUELOS ASHTO Y SUCS					
Muestra	Descripción	Estrato	ASHTO	SUCS	Descripción
1	Patrón	M2	A.7.5(41)	CH	Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos
2	Con cal 1%	M2	A.7.5(35)	MH	Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos
3	Con cal 2%	M2	A.7.5(21)	MH	Arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos
4	Con cal 3%	M2	A.7.5(15)	ML	Arcilla de baja plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos

Acción 2.- La realización de ensayos para determinar la densidad natural del suelo con la aplicación de la cal en el fondo de la calicata dio el siguiente resultado:

Tabla 24

Densidad

natural (gr/cm³) del suelo de la obra

DENSIDAD NATURAL				
Peso de cono				C-01 natural
Peso de como + plato				7500
Peso de cono descargado (P)				1574
Pesos de muestra extra				2944
Densidad de arena calibrada				3413
Peso 1				1,49
Peso 2				4566
Volumen de hueco				201,34
DENSIDAD NATURAL (gr/cm³)				1,71

Los ensayos de densidad del suelo en el fondo de las calicatas, se han desarrollado en el área donde se ubica el proyecto de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas, ubicada en el margen izquierdo de la salida al destino turístico de Levanto.

Los ensayos cuyos resultados se presenta en la tabla N°23 se han realizado según los estándares ASTM-D Y AASHTO T-191, en suelo cohesivo que no ha sido adulterado ni tratado, y arroja una densidad de 1.71, densidad que ha sido determinado, relacionando la masa y el volumen, y que indica de que no es suelo granulado que está conformado por partículas gruesas de arena y grava.

Las características físicas del suelo en estudio es importante conocer, porque proporcionarán la base física para que la obra se mantenga segura en pie por largos años, mucho más si será mejorado para darle mejor respuesta frente a la presión externa.

2° Objetivo específico. – Los resultados se lograron con las acciones 3 y 4 realizadas:

Acción 3. – La determinación del valor de la cohesión del suelo con aplicación de cal viva, con ensayos de corte directo, indica los siguiente:

Al modificar el suelo con cal viva del 1% al 3% se produce un cambio significativo en la cohesión del suelo, logrando mejor resultado al 3%, no solo en la calificación del suelo, que en el estándar AASHTO pasa a la clasificación de A-7-5 IG (15), y en el estándar SUCS la calidad del suelo pasa a ML, que corresponde a limos de baja

plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánico, muy favorable para nuestro objetivo, sino porque además mejora grandemente la cohesión a 62,18 kPa. y el ángulo de fricción que baja a 0°0'00", como se puede apreciar en la "Tabla 25" resumen, que se presenta a continuación.

Tabla 25

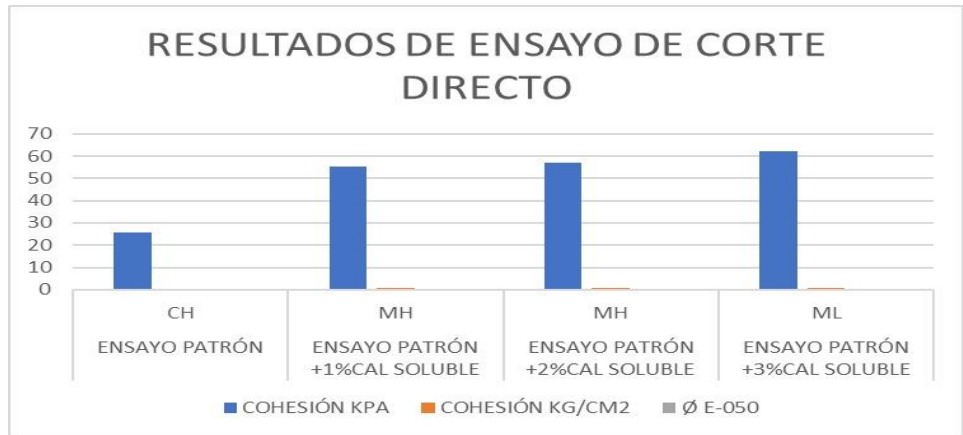
Cohesión y ángulo de fricción de suelos - SUCS – AASHTO

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO				
DESCRIPCIÓN	SUCS	COHESIÓN KPA	COHESIÓN KG/CM²	Ø E-050
ENSAYO PATRÓN	CH	25.79	0.263	0°0'00"
ENSAYO PATRÓN +1%CAL SOLUBLE	MH	55.18	0.563	0°0'00"
ENSAYO PATRÓN +2%CAL SOLUBLE	MH	57.18	0.583	0°0'00"
ENSAYO PATRÓN +3%CAL SOLUBLE	ML	62.18	0.634	0°0'00"

Esta ventaja se puede visualizar en la figura 6, donde se aprecia la ventaja comparativa de la cohesión del suelo en kPa y el ángulo de fricción al 3% de cal viva.

Figura 6.

Cohesión y ángulo de fricción de suelos, Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas.



La mejora en la cohesión del suelo y en el ángulo de fricción repercutió favorablemente en el incremento del índice de tensión admisible

Acción 4. – Determinación del impacto del tratamiento del suelo cohesivo

Es importante resaltar que el punto de partida para determinar la presión admisible está en el cambio de las características físicas del suelo cohesivo, como resultado de la aplicación de la cal viva al 3%, que nos presentó un cambio sustancial en su calidad para el fin que se persigue. La humedad del suelo baja a 24.48% y su clasificación en el estándar SUCS pasa a suelo 17 (ML) descrito como Limo de baja plasticidad, suelo de grano fino, limos y arcillas inorgánicos. En el caso del Estándar AASHTO (10) A-7-5 la calificación del índice de grupo del suelo baja a (IG 15) manteniendo su

descripción como Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N°200), suelos arcillosos, pobre a malo., creándose las condiciones para que el suelo cohesivo mejorado soporte la carga de la cimentación de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas, luego se procedió a simular la seguridad y sostenibilidad y el impacto de la mejora del suelo en los costos de la cimentación de la obra, para lo cual se ha precisado que el impacto estaría representado por el ahorro en el costo unitario de la cimentación en un 28,8 % en la disminución del costo unitario por m³ de S/ 10,60 soles, ofreciendo seguridad y sostenibilidad de acuerdo a la simulación correspondiente; en el presente caso solo por ahorro en movimiento de tierra, al no aumentar la profundidad de la cimentación. Para determinar el impacto en el costo, se ha calculado el costo unitario de la cimentación de la obra sin mejora del suelo, y luego el costo unitario de la cimentación después de la mejora del suelo. La diferencia entre estos dos costos, sería el ahorro en soles por mejora del suelo, que del total del presupuesto considerado para movimiento de tierra de S/943,4 soles, bajó a S/672,00 soles, dando un ahorro total solo por este concepto de S/271,40 soles.

3er. Objetivo específico

Acción 5. Determinación de la correlación que existe entre las variables independiente y dependiente.

Los resultados de los objetivos específicos 1 y 2, concluyen afirmando, que los suelos cohesivos tratados con cal viva, cambian las características geotécnicas, logrando

convertirlos en suelos de baja plasticidad, que sometidos a los ensayos de cohesión, tensión admisible y de servicio, dan resultados favorables en la seguridad y sostenibilidad, que tiene un efecto económico positivamente en la reducción de los costos unitarios, lo que crea la necesidad de conocer, la correlación que existe, entre las condiciones objetivas, para la aplicación de la cal en el tratamiento de los suelos cohesivos en edificaciones, en la ciudad de Chachapoyas, y la realidad, que parece no ser una práctica usual, que nos interesa saber las causas.

El estudio arroja los siguientes resultados, que en primer lugar muestra las estadísticas de tendencia central de la variable independiente y dependiente:

En términos de tendencia central de la variable independiente como se puede apreciar en la “Tabla 26”, la media de 34,43 refleja el valor promedio, de los valores que corresponden a las respuestas de los profesionales, frente a las aseveraciones sobre las condiciones que existen, tanto a nivel de conocimientos teóricos, condiciones materiales para el mejoramiento del suelo, infraestructura geotécnica (laboratorios), que faciliten el tratamiento de suelos cohesivos con cal viva, y la capacidad para tomar decisiones gerenciales respecto a la modificación de las características de los suelos o al uso de formas tradicionales en la cimentación de obra de edificación, mientras que la mediana de 35 y la moda también en 35 indican la centralidad de la distribución. La dispersión de los datos se ilustra con la desviación estándar de 2,01 y la varianza de la muestra de 4,047, proporcionando una medida de la variabilidad total.

Tabla 26

Estadísticas de tendencia central de la variable independiente

Variable 1 independiente: Tratamiento de suelo cohesivo con cal viva

Media	34,43
Error típico	0,37
Mediana	35,00
Moda	35,00
Desviación estándar	2,01
Varianza de la muestra	4,05
Curtosis	- 0,46
Coefficiente de asimetría	-0,48
Rango	8
Mínimo	30
Máximo	38
Suma	1033
Cuenta	30
Nivel de confianza (95,0%)	0,75

La forma de la distribución se caracteriza por una curtosis de -0,46, sugiriendo una distribución menos puntiaguda, y un coeficiente de asimetría de -0,48, indicando una leve asimetría negativa. El rango de 8, revela la diferencia entre el valor máximo (38)

y mínimo (30), y la muestra de 30 observaciones suma un total de 1033. Además, el nivel de confianza del 95,0% (0,75) aporta información sobre la fiabilidad de las estimaciones.

La Tabla 27 ofrece una visión detallada de la variable 2 dependiente relacionado con el “impacto y decisiones gerenciales”. En relación a la tendencia central, la media de 27,10, la mediana de 27 y la moda también en 27 sugiere una concentración notable alrededor de este valor. La baja desviación estándar de 1,37 y la varianza de la muestra de 1,89 indican una relativa homogeneidad en los datos, lo que quiere decir de que los profesionales entrevistados opinan, que a pesar de que existen condiciones relacionados a los conocimiento, a las condiciones materiales de existencia de cal en el mercado, equipos herramientas e infraestructura geotécnica, para la aplicación de la cal viva para modificar los suelos cohesivos en las obras de cimentación, no se toma las decisiones de innovación y se opta por la aplicación de métodos tradicionales. La curtosis de -0,14 señala una distribución ligeramente menos puntiaguda, y el coeficiente de asimetría cercano a cero (-0,02) indica una simetría casi perfecta. El rango de 6, con valores mínimo y máximo de 24 y 30 respectivamente, revela una dispersión moderada. La suma total de 813 y la cuenta de 30 observaciones proporcionan detalles adicionales sobre la magnitud y el tamaño de la muestra. El nivel de confianza de 95,0% (0,51) ofrece información sobre la precisión de las estimaciones.

Tabla 27

Estadísticas de tendencia central de la variable independiente

Variable dependiente: Impacto y decisiones gerenciales

Media	27,10
Error típico	0,25
Mediana	27,00
Moda	27,00
Desviación estándar	1,37
Varianza de la muestra	1,89
Curtosis	0,14
Coefficiente de asimetría	-0,02
Rango	6
Mínimo	24
Máximo	30
Suma	813
Cuenta	30
Nivel de confianza (95,0%)	0,51

cercano a cero (-0,02) indica una simetría casi perfecta. El rango de 6, con valores mínimo y máximo de 24 y 30 respectivamente, revela una dispersión moderada. La

suma total de 813 y la cuenta de 30 observaciones proporcionan detalles adicionales sobre la magnitud y el tamaño de la muestra. El nivel de confianza de 95,0% (0,51) ofrece información sobre la precisión de las estimaciones.

La Tabla 28 proporciona resultados de la prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro- Wilk, donde la significancia (Sig.) se presenta como 0,307).

Tabla 28

Prueba de normalidad

<i>Prueba de normalidad</i>						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VE- VI.	,154	30	,068	,960	30	,307
a. Corrección de significación de Lilliefors						

La interpretación de este valor sugiere que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula de normalidad de los datos, ya que el valor p (0,307) supera al umbral típico cuya significancia es de 0,05. Lo que significa que los datos obtenidos son consistentes de distribución normal. Por lo que se justifica que se elija la prueba paramétrica, concretamente la correlación de Pearson, que se utilizó para analizar la relación entre las variables de interés.

La Tabla 29 presenta los resultados de la correlación entre las variables “tratamiento de los suelos cohesivos con cal” e “impacto y decisiones gerenciales”. El coeficiente de correlación de Pearson es 0,938 y la significancia (Sig.) bilateral es de 0,096.

Tabla 29

Correlación entre variables independiente y dependiente

<i>Correlaciones entre variables</i>		Tratamiento de suelos cohesivos con cal	Impacto y decisiones gerenciales
Tratamiento de suelo cohesivo con cal	Correlación de Pearson	1	0,938
	Sig. (bilateral)		,096
	N	30	30
Impacto y decisiones gerenciales	Correlación de Pearson	0,938	1
	Sig. (bilateral)	0,096	
	N	30	30

La interpretación de estos resultados sugiere que hay una correlación muy débil entre estas dos variables, ya que el coeficiente es cercano a cero. Además, el p-valor (0,096) está por encima del umbral típico de significancia que tiene un valor de 0,05, indicando que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, de que la correlación

es igual a cero. En términos prácticos esto sugiere que “el tratamiento de suelos cohesivos con cal viva” no está fuertemente relacionado con “el impacto y decisiones gerenciales” según la medida de correlación de Pearson.

El resultado de la correlación indica que la aplicación práctica del uso de la cal viva, para modificar las características de los suelos cohesivos en la ciudad de Chachapoyas, no responden a las condiciones teórico prácticas existentes de uso de la cal viva, a pesar que existen condiciones para hacerlo. Mostrando, que las decisiones gerenciales, prefieren la aplicación de los métodos tradicionales en las obras de cimentación de edificaciones. Debemos aclarar que la correlación determinada no significa causalidad, es posible que otros factores que no han sido considerados en el análisis podrían influir en la relación de las dos variables en estudio.

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

En relación a primer objetivo específico

1º. – Sobre la clasificación de los suelos

Con los resultados de la investigación han demostrado que los suelos de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas, en la ciudad de chachapoyas en su estado natural, fueron clasificados como A-7-5 (41) de acuerdo al estándar AASHTO, y (CH) de acuerdo al estándar SUCS, que corresponden a suelo de arcilla de alta plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcillas, inorgánicos, razón por la cual al conocer las características y la clasificación del suelo natural de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas, se recomendó tomar la decisión de tratar el suelo cohesivo con cal viva, para obtener mejores resultados en las características físicas, logrando obtener la clasificación del suelo, después del tratamiento al 3% de cal viva, como A-7-5 (15) en el estándar AASHTO y (ML) en el estándar SUCS, que corresponde a limos de baja plasticidad, suelos de grano fino, limos y arcilla, inorgánicos, coincidiendo con (Sánchez, A. 2014) quien subraya que "es necesario evaluar cuáles son las características del material para determinar si es necesario realizar un tratamiento para mejorarlo",

2º En relación a la densidad

Los resultados muestran que la densidad natural del suelo en estudio fue de 1.71 considerado como una densidad baja que no ofrece seguridad, por lo que debe mejorarse, compartiendo con (Carrillo G.2021) quien advirtió que una de las características esenciales de los suelos colapsables del Perú, es tener una densidad y un grado de saturación muy bajos, que exigen descartar la densidad aparente. El sostuvo que, cambios de factores externos, especialmente la humedad y la naturaleza del electrolito que interviene en el fenómeno, afectan de una manera u otra a la matriz succión del suelo, que es la diferencia entre la presión del aire y del agua, causando cambios bruscos de volumen conocidos como colapso. Por lo que al tratar el suelo cohesivo con cal al 3% el ensayo ha mejorado la densidad en forma sustancial.

En lo que respecta al 2do. Objetivo específico

3° En relación a la cohesión y corte directo

Según los resultados de la investigación, la cohesión del suelo en estudio muestra que en su estado natural (patrón) tenía una cohesión de 25.783 kPa con un ángulo de fricción de 17°, al ser tratado el suelo con el 3% de cal viva, la cohesión se incrementó a 26.694 kPa. Disminuyendo grandemente el ángulo de fricción a 14° que ofrece mejores condiciones a la capacidad portante, lo que tiene relación con la experiencia (Elizondo, y Col., 2021) quienes en una experiencia similar observaron que, cuando se incorpora a la cal como estabilizador del material de subrasante, según los resultados obtenidos, mejora las propiedades mecánicas y de durabilidad, que se incrementa a

medida que se aumenta el porcentaje del contenido de cal; experiencia, que siendo diferente, de todas maneras demuestra las importantes propiedades de la cal, que en nuestra investigación, se manifiesta en el impacto del uso de la cal viva, en los costos unitarios de cimentación de obra, lo que se ha demostrado con los resultados. En el presente estudio se ha indicado que puede incrementarse el porcentaje de cal, hasta el 6% a más, minimizando los costos, maximizando los beneficios y optimizando los resultados, para lo cual queda abierta la posibilidad de la elaboración de un modelo matemático. Coincidimos con (Carlos, y Col., 2015) quien manifiesta, que en relación al tratamiento con cal, presentándose múltiples aplicaciones, no existiendo una metodología única para su dosificación, que según nuestra opinión el porcentaje debe determinarse con los ensayos correspondientes y no de otra manera.

Las experiencias y las investigaciones realizadas muestran diferentes alternativas de mejoramiento del suelo con el fin de aumentar la tensión admisible, con nuestra experiencia concreta del estudio realizado, coincidimos con (GARZÓN, y Col., 2006) en relación con el uso de la cal y el cemento, quien indica que "La adición de cal y cemento produce importantes incrementos en la capacidad portante del suelo estudiado, pudiéndose considerar ambos aditivos como adecuados para la estabilización de suelos", puntos de vista, si bien es cierto tienen mucha relación con nuestro propósito, nuestro planteamiento es que debe haber un enfoque integral, que minimizando los costos unitarios se obtenga a la vez un alto nivel de seguridad y sostenibilidad.

4° Sobre la disminución de los costos unitarios

Todo el trabajo de investigación y los ensayos correspondientes, se han orientado a ver el efecto del uso de la cal en la mejora de los suelos, con el fin de minimizar los costos de cimentación de una obra, ofreciendo seguridad y estabilidad. Se dio inicio al estudio haciendo la clasificación del suelo natural, procediendo a su mejora con cal al 1%, 2% y 3%, encontrando que al 3% se obtiene un resultado favorable para superar la tensión de hundimiento y obtener una tensión admisible que dé seguridad y sostenibilidad con una tensión de servicio menor a la tensión admisible, obteniendo un impacto favorable frente a los costos de cimentación que se traducen en una disminución del costo unitario de 28,8 %, demostrando que la determinación de los costos unitarios es un proceso dinámico que debe ser con un enfoque integral, planificado y dinámico, en el que coincidimos con (Salazar R., 2015) que afirma que "los análisis de costos responden a un proceso dinámico de confección". El resultado obtenido es muy importante desde el punto de vista de la gerencia de la construcción, que abre la posibilidad de elaborar un software que introduciendo las variables de ensayos de laboratorio se pueda adicionar a los informes de análisis de suelos datos para la toma de decisiones. Contribuyendo al ahorro de grandes sumas de dinero según la magnitud de los proyectos, de igual manera compartimos la idea de (Carrillo Gil, 2021 p.14) que manifiesta "siempre será útil mantener la continuidad entre el planeamiento, el diseño y la construcción que deben formar un solo proceso ya que algunas debilidades que existieran durante el diseño pueden hacerse latentes durante la construcción y las hipótesis de trabajo pueden

modificarse para amoldarse mejor a la realidad del comportamiento del suelo, sea colapsable, expansivo o de cualquier otro tipo.” A nuestro parecer la realidad muestra que el planeamiento estratégico se enfrenta con algunas limitaciones en relación al planeamiento del sector público y del sector privado empresarial, que tienen intereses y acciones diferentes como es el caso de los problemas medioambientales.

Finalmente, en relación al 3er Objetivo

5° Sobre la débil correlación de las variables

En el presente estudio, concluimos que los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio, demuestran en forma fehaciente la posibilidad del uso de la cal viva en la solución de tratamiento de suelos, para obtener buenos resultados en relación a los costos unitarios de cimentación y la seguridad y sostenibilidad de las edificaciones, situación que pone en el centro de la discusión el porqué, habiendo condiciones para resolver problemas de fallas que pueden resolverse utilizando cal, se opta por lo tradicional, que es el movimiento de tierra hasta obtener buenos resultados , incrementan los costos unitarios y presupuestos con las consiguientes efectos en la economía social y el bienestar de la población, aquí nos parece aplicable lo sugerido por (Salazar R., 2015) quien propone con carácter de aplicación obligatoria la norma técnica de “Metrados para obras de Edificación y Habilidad Urbanas” que constituyen nomenclatura, los lineamientos y alcances técnicos, la unidad de medida y la forma de medición de las partidas de un presupuesto de obra. Nuestros estudios nos

han dado como resultado que existe una débil correlación entre la variable independiente y la variable dependiente, que a nuestro parecer y como opinan el 89 % de los profesionales entrevistados se debe a la falta de decisiones efectivas para resolver los problemas, que generan los suelos cohesivos. A respecto coincidimos con (Acosta, Domingo y Col., 2005) quien sostiene que "se ha asumido el concepto de desarrollo sostenible como norte de la búsqueda de soluciones a las apremiantes necesidades de nuestras sociedades y como referencia ética para anticipar las consecuencias futuras de nuestra intervención en el ambiente y de nuestras innovaciones en la sociedad, la economía y la ecología",

La débil correlación entre la variable independiente "Tratamiento de suelos cohesivos con cal" y la variable dependiente "Impacto y decisiones gerenciales", de presente estudio pone en evidencia la actualidad de la opinión de (Carrillo G., 2021) en relación a que las causas de numerosos casos de fallas, se debe a "la incompetencia o negligencia, que se refleja generalmente en la incapacidad de hacer lo que es requerido para un proyecto determinado". Las opiniones de los autores y el resultado del presente trabajo demuestran la importancia del tema de los suelos cohesivos y su tratamiento, ya que tienen relación como otros problemas álgidos y desastres que afectan a la población como es el caso del problema del niño, situación que requiere continuar con las investigaciones.

V. CONCLUSIONES

Relacionadas con el 1er Objetivo:

1ª Conclusión. - Que el tratamiento del suelo cohesivo de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas, al 3% de cal viva, ha mejorado sustancialmente las características geotécnicas, modificando de un suelo de arcilla de alta plasticidad de acuerdo al estándar (AASHTO: A-7-5 (41) y SUCS (CH) a suelo de arcilla de baja plasticidad de grano fino, limos y arcilla, inorgánicos, que corresponde a la clasificación AASHTO a A-7-5 (15) y en el estándar SUCS a suelo (ML), proporcionando mejores ventajas, a causa de las reacciones moleculares entre los componentes del suelo y la cal, disminuyendo el índice líquido (LL) de 69.09 a 44.24, el límite plástico de 32.42 a 28.32 y el índice de plasticidad (IP) de 36.67 a 15.96 que repercutirán en el índice de tensión admisible. Para la realización de los ensayos se ha tomado en cuenta las normas técnicas contenidas en el Reglamento Nacional de edificaciones (SENCICO, 2020) y (MINAM, 2017) referente a las Normas de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Desde el punto de vista teórico los resultados del presente trabajo contribuyen a tomar conciencia sobre la importancia de la Gerencia de la Construcción, cuyas decisiones efectivas repercuten en la rentabilidad económicos en la ejecución de proyectos de edificación, y en rentabilidad social que se expresa en el índice de seguridad y

sostenibilidad (vida útil del proyecto) protegiendo el ambiente a causa de la mitigación de fallas.

2da. Conclusión. - Los resultados muestran que la densidad natural del suelo en estudio fue de 1.71, considerado como una densidad baja que no ofrece seguridad, por lo que se asumió que debe efectuarse su tratamiento.

Relacionadas con el segundo Objetivo:

3ra. Conclusión. - Los resultados referentes a la cohesión del suelo en estudio, que en su estado natural (patrón) tenía una cohesión de 25.783 kPa, con un ángulo de fricción de 17°, al ser tratado con el 3% de cal viva, la cohesión se incrementó a 26.694 kPa, disminuyendo grandemente el ángulo de fricción a 14°, que ofrece mejores condiciones a la capacidad portante.

4ª. Conclusión. - Se obtuvo un índice de tensión admisible satisfactorio al tratarse el suelo al 3% de cal, que proporciona seguridad y sostenibilidad a la cimentación de la obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas, con un impacto favorable en el costo de cimentación disminuyendo el costo unitario por movimiento de tierra en 28,8 % del costo unitario del m³ sin tratamiento de suelo, lo que constituye un significativo ahorro en el costo total de S/ 271,40 soles y 40/100 de soles.

En relación al 3er Objetivo:

5ª conclusión. - Existe una correlación muy débil entre la decisión y modificación de los suelos cohesivos con cal viva, y el impacto en el costo unitario de cimentación de las obras realizadas en Chachapoyas, ya que el coeficiente es cercano a cero, además que el p-valor de (0,613), supera el umbral típico de significancia de 0,05, indicando que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, de que la correlación es igual a cero. Con el que se explica que “el tratamiento de suelos cohesivos con cal viva” no está fuertemente relacionado con “el efecto y decisiones gerenciales” según la medida de correlación de Pearson. Lo que significa que la aplicación de la cal viva, para modificar las características de los suelos cohesivos en la ciudad de Chachapoyas, a pesar que existen condiciones para hacerlo, y haberse demostrado su efecto en el caso del Showroom Autonort Nororient SAC, no responde a las condiciones teórico-prácticas existentes, mostrando que las decisiones gerenciales, prefieren los métodos tradicionales en obras de cimentación de edificaciones. Sin embargo, debemos aclarar que la correlación no implica causalidad, es probable que otros factores no considerados en este análisis, podrían influir en la relación entre las dos variables en estudio.

VI. RECOMENDACIONES

1. El tipo de cimentación debe estar directamente relacionado con los estudios reales de suelos, considerando la mejora y estabilización con cal viva con un porcentaje del 3% que tiene un impacto favorable en los costos de cimentación, pudiendo incrementarse este porcentaje según el objetivo que se persiga y con el respaldo del estudio correspondiente.
2. Considerar a la cal viva y la cal apagada como dos estados de la cal. La cal viva resulta de la calcinación de la piedra, que, al liberar anhídrido carbónico, se convierte en óxido de calcio (CaO) (cal viva). Esta cal viva tiene la propiedad de combinarse con el agua (H_2O), transformándose de óxido a hidróxido y al ser hidratada se apaga, pudiendo ser utilizado en la construcción. Por el que recibe el nombre de cal apagada o soluble. En los ensayos se utilizó la cal viva, cuya norma técnica es NTP 334.150:2018 CALES, aprobados por Resolución Directoral N°036-2018-INACAL/DN del 9 de noviembre de 2018.
3. Tener presente que, de acuerdo a los ensayos al incrementar la proporción porcentual de cal al suelo cohesivo, solo al pasar del 2% al 3% de cal, el suelo pasa de límite líquido CH a ML en cuyo límite mínimo las características del suelo en el estándar SUCS se convierten en suelo de arcilla de baja plasticidad de grano fino, limos y arcilla, inorgánicos cuyo efecto ya es favorable.

3. Tener en cuenta para la cimentación de obra la tensión admisible de servicio, concepto, que generalmente no se toma en cuenta, porque los estudios de suelo no son muy rigurosos, aunque, en algunos casos la tensión de servicio puede ser igual a la tensión admisible, pero no debería ser mayor.
4. Considerar prioritariamente la seguridad y sostenibilidad de la obra, cuyo fin es preservar el medio ambiente y mejorar el bienestar de la población, sin perjuicio de optimizar los costos unitarios en cada caso.
5. Hacer el replanteo del expediente técnico de obra, elaborado sin mejora del suelo, porque desde el punto de vista de la gerencia de la construcción, se obtendrá mayor ventaja comparativa del proyecto y prevenir aspectos legales.
6. Propender al mejor uso y aprovechamiento de las áreas de desarrollo urbano, haciendo tratamiento de suelos con cal viva de las obras, y construyendo complejos habitacionales con edificios de varios pisos, que constituyen inversiones de alta rentabilidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, y Col. (24 de Junio de 2005). Edificaciones sostenibles estrategias de investigación y desarrollo. (P. J. Moreno, Ed.) *Tecnología y Construcción*, 26.
- Alva, y Col. (2005). Diseño de Cimentaciones. En J. E. Alva Hurtado, *Diseño de Cimentaciones* (pág. 226). lima: Fondo Editorial ICG PT-35.
- Bernardo, H. (25 de Abril de 2013).
<https://educacionquimica.wordpress.com/2016/04/16/joseph-black>. Obtenido de Los Avances de la Química. Educación Científica :
<https://educacionquimica.wordpress.com/2016/04/16/joseph-black>
- Berry, B. (Noviembre de 2021). *Diferencia entre tierra cohesiva y no cohesiva*. Obtenido de <https://www.ehowenespanol.com/diferencia-tierra-cohesiva-cohesiva-info>
- Carlos, y Col. (24 de marzo de 2015). *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/.../manual-de-estabilizacin-de-suelos-con-cemento-o-cal>
- Carrillo G., A. (2001). Geotecnia de los suelos peruanos: análisis, diseño y construcción. Lima: Instituto Peruano de Ingeniería Geotécnica y Geoambiental.
- Carrillo G., A. (21 de Julio de 2021). Obtenido de ENSEÑANZA-APRENDIZAJE e INVESTIGACIÓN DE LA:
https://academiapanamericanaingenieria.org/Organizacion/NB_20... · Archivo PDF
- Carrillo, A. (22 de julio de 2021). *Fallas geotécnicas y ejercicio profesional*. Obtenido de GEOTECNIA DE LOS SUELOS PERUANOS 1993:
<https://www.coursehero.com/file/59589915/Geotecnia-de-los-suelos-peruanos-1pdf>
- Carrillo., A. (21 de Julio de 2021). *CASOS DE CIMENTACIONES ESPECIALES EN EL PERU*. Obtenido de
http://www.acingenieros.com/descargas/pdfs/Articulo_02_Parte_02.pdf

- Chuquimango, y Col. (2019). *Optimización de cimentaciones superficiales por dimensión y refuerzo para* Lima: Universidad Cesar Valejo.
- El Peruano. (9 de noviembre de 2012). *ICG*. Obtenido de Instituto de Construcción y Gerencia: <http://www.construcción.org/icg@icg.org>
- Elizondo, y Col. (22 de julio de 2021). *EFECTO DE LA CAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES*. Obtenido de *EFECTO DE LA CAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES*:. Obtenido de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/7268>
- Ganoza, I. (15 de Junio de 2021). *Historia de la responsabilidad social y el desarrollo sostenible*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/historia-de-la-responsabilidad-social-y-el-desarrollo-sostenible/>
- García, O. (2018). *Modelo de capacidad portante para arcillas*. Barranquilla: Fundación Universidad del Norte. Obtenido de manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/5681
- GARZÓN, y Col. (2006). *EFECTOS DE LA COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN*. Sevilla: MACLA XXVI REUNIÓN (SEM) / XX REUNIÓN (SEA). Obtenido de EFECTOS DE LA COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN CON
- Geocities.org. (Octubre de 2009). https://oocities.org/ex_a_fesccq/Tony.html. Obtenido de Lavoisier. método de investigación : https://oocities.org/ex_a_fesccq/Tony.html
- Gobierno del Perú, . (13 de Setiembre de 2012). *DECRETO SUPREMO N° 015-2012-VIVIENDA*. Obtenido de Aprueban Reglamento de Protección Ambiental para ...: www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/NAS-4-10-01-D... · Archivo PDF
- Gómez, C. (2021). www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/... · Archivo PDF. Obtenido de El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación: www.unesco.org
- González, M. (4 de Enero de 2012). *Mecánica de Suelos – Ruptura de Suelos | La guía de*. Obtenido de <https://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/mecanica-de-suelos>

- Goñas y Col. (2020). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. Chachapoyas: Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería.
- Hernández, y Col. (2016). *PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS*. San Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- Iglesias, O. E. (4 de JULIO de 2011). *Cálculo Del Índice de Grupo Mecánica de Suelos*. Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/CALCULO-DEL-INDICE-DE-GRUPO-DE-UN->
- Lhoist. (17 de Setiembre de 2021). <https://www.lhoist.com/es/la-cal-lo-largo-de-la-historia>. Obtenido de <https://www.lhoist.com>
- López, M. A. (2017). “*Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contrapisos, mediante el uso de cemento tipo MH* “. Quito: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13132>.
- Medina, P. (2018). *Mejoramiento De Terreno En Suelo Licuable Utilizando Inclusiones Rígidas (Cmc)*. Lima: UNFV.
- Mendoza, J. (8 de Diciembre de 2021). *Criterios para mejoramiento de suelos*. Obtenido de PYOK.INFO: <https://idoc.pub/documents/criterios-para-mejoramiento-de-suelos-y>
- Meza, L. (22 de Julio de 2021). *1. TEMA: GEOTECNIA – Sociedad Geológica del Perú-2019*. Obtenido de Geotecnia: <https://www.sgp.org.pe/tema-geotecnia>
- MINAM, M. d. (2 de Diciembre de 2017). *SINIA*. (MINAM, Editor) Obtenido de *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>
- Osorio, H. (2012). El uso de las cales o enmiendas en los suelos. En H. Osorio Henao, *MITOS Y REALIDADES DE LAS CALES Y ENMIENDAS EN* (pág. tema 16). Melellin: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, J. (21 de Julio de 2021). *CONCEPTO DE MECANICA DE SUELOS CONCEPTOS GENERALES*. Obtenido de *CONCEPTO DE MECANICA DE*

SUELOS CONCEPTOS GENERALES:

<https://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Profesores/valcarcel/MaterMRHE-0809/1a-Mecanica%20Suelo.pdf>

Perú, G. d. (5 de Mayo de 2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES: www3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Re... · Archivo PDF

Rousé P.C. (12 de Diciembre de 2019). *RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE FRICCIÓN DE ESTADO CRÍTICO Y*. (Universidad Diego Portales, Editor, & ITASCA s.a., Productor) Obtenido de frb.io: <https://itasca-int.objects.frb.io/assets/offices/chile/Rouse-Pascale-cv-Ing.pdf>

Salazar R., J. (2015). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Lima: Empresa Editora Macro EIRL.

Sánchez, M. (2014). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CON CAL*. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.

Segura y Col. (2000). Suelos arcillosos de la zona oriente del Estado de México. *Terra Latinoamericana*, vol. 18, núm. 1, enero-marzo., 35-44.

SENCICO. (29 de diciembre de 2020). *Norma E-050 SUELOS Y CIMENTACIÓN*. (S. N. Industria, Ed.) Obtenido de Norma E.050 Suelos y cimentaciones - Agencias ISBN: <http://isbn.bnp.gob.pe/catalogo>

Tensión Admisible del terreno: El conocimiento de los suelos. (26 de Abril de 2012). Obtenido de <https://blog.structuralia.com>

Ulloa López, H. .. (19 de Junio de 2015). *Estabilización de suelos con Cal -UNAM NICARAGUA*. Obtenido de Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la: <https://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf> · Archivo PDF

Unzain, Et. El. (2018). *El método científico aplicado al derecho como ciencia reguladora de la conducta*. Universidad Nacional de La Matanza, Cuenca-Ecuador. Obtenido de - <http://elmecs.fahce.unlp.edu.ar>

Vilcas, J. (2018). *PLANTEAMIENTO DEL MEJORAMIENTO DEL SUELO*. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.

Obtenido de [repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2042/VILCAS
CAR...](http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2042/VILCAS_CAR...) · Archivo PDF

Normas Legales (2012) CE.020 ESTABILIZACION DE SUELOS Y TALUDES

VIII. ANEXOS

Anexo 1.-Mapa de suelos 22



Anexo 2.- Matriz de categorización apriorística

Ámbito temático	Problema de investigación	Objetivo general y específicos	Hipótesis	Variables	Categorías y subcategorías
Desarrollo de un trabajo de investigación como producto terminal del programa de Maestría en Ingeniería Civil, con mención en Gerencia de la construcción, sobre el tema: “Costo de una Obra de Edificación en Suelos Cohesivos aplicando Cal, Chachapoyas -2018”.	¿Qué efecto produce en el costo unitario de obra de construcción, la decisión y modificación de las características de los suelos cohesivos utilización la cal viva - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC, Chachapoyas – 2018?	Objetivo General Determinar el efecto que produce en el costo unitario de obra, la decisión gerencial y modificación de las características de los suelos cohesivos con cal viva - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC Chachapoyas 2018 Objetivo específico 1. - Determinar el índice de tensión admisible y el efecto que produce en el costo unitario y calidad de la obra, después del tratamiento del suelo cohesivo con cal viva - Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC, Chachapoyas - 2018, Objetivo específico 2. - Determinar el porcentaje de cal que disminuya el costo unitario y ofrezca seguridad y sostenibilidad en el tratamiento del suelo cohesivo con cal viva, obra Proyecto Showroom de Autonort Nor Oriente SAC - Chachapoyas 2018. Objetivo específico 3. - Determinar la correlación entre las variables “tratamiento de los suelos cohesivos con cal” e “efecto y decisiones gerenciales” en Chachapoyas - 2018.	Hipótesis nula. La decisión y Modificación de las características del suelo natural con cal, no produce efecto en el costo unitario y calidad de la obra en Chachapoyas - 2018. Hipótesis alternativa. - La decisión y modificación de las características de los suelos cohesivos con cal, produce efecto en la disminución de los costos unitarios de obra, dando seguridad y sostenibilidad de obra, en Chachapoyas - 2018.	Variable 1 independiente: Decisión y tratamiento de los suelos cohesivos con cal. Variable 2 dependiente: Efecto en el costo unitario y efectividad de la decisión gerencial de la obra de edificación- Chachapoyas 2018.	Variable independiente 1.Límite de consistencia suelo mejorado 2.Limite Plástico 3.Índice de plasticidad 4.Índice de plasticidad 5.Clasificación suelos 6.Competencias cognitivas mejora suelos con cal 7. competencias procedimentales mejora suelos 8. Competencia valorativa/actitudinal Variable dependiente 9. Límite de consistencia suelo mejorado en Chachapoyas 10. Limite plástico suelo mejorado Chachapoyas 11. Índice plástico suelo mejorado Chachapoyas 12. Clasificación AASHTO Y SUCS suelo mejorado Chachapoyas 13. costo unitario cimentación suelo mejorado con cal 14. Competencias cognitivas suelo mejorado 15. Competencias procedimentales mejoramiento suelos con cal 16. Competencia valorativa/actitudinal en mejora suelos obra Chachapoyas

Anexo 3.- Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Categorías y subcategorías	Operacionalización	
				Indicadores	Variable
Variable 1 independiente: Decisión y tratamiento de los suelos cohesivos con cal.	Es el proceso que se inicia con una decisión gerencial de modificar las características geotécnicas del suelo cohesivo, debido a su alta plasticidad, con el fin de obtener nuevas características del suelo, que permitan utilizarlos en obra de cimentación, que requieran mejor índice de presión admisible con impacto favorable en los costos unitarios.	Es el proceso en el que se identifica al método de observación y descripción, de las características del suelo cohesivo, elementos y principios químicos y físicos que definen su comportamiento, que serán medidos con la unidad de medida correspondiente, para modificarlos con cal viva y analizar las nuevas características e impacto.	Variable independiente 1.Límite de consistencia suelo mejorado 2.Límite Plástico 3.Índice de plasticidad 4.Índice de plasticidad 5.Clasificación suelos 6.Competencias cognitivas mejora suelos con cal 7. competencias procedimentales mejora suelos 8. Competencia valorativa/actitudinal	Variable independiente 1. Nivel de cambio en los Límites de consistencia suelos cohesivos con cal 2. Nivel Límite plástico mejorado con cal 3. Nivel índice de plasticidad 4. Nivel índice de plasticidad 5. Nivel clasificación de suelos ASTM-D YAASHTO T-191 6. Nivel conocimientos teóricos sobre mejora suelos cohesivo. 7. Nivel de habilidades mejora suelos cohesivos con cal. 8. Nivel de valoración y toma de decisiones mejora suelos cohesivos.	Numérica y razón
Variable 2 dependiente: Efecto en el costo unitario y efectividad de la decisión gerencial de la obra de edificación- Chachapoyas 2018.	Es el efecto o resultado que experimenta el comportamiento de las nuevas características del suelo cohesivo modificado, que se expresa en la reducción del costo unitario de cimentación de obra, con un índice de tensión admisible y de servicio que ofrezca seguridad y sostenibilidad a la edificación.	Es el proceso en el que se aplica el método definido de observación y descripción de las nuevas características del suelo cohesivo, tratado con cal viva al 1%, 2% y 3%, (elementos y principios químicos y físicos) cuyos comportamientos serán medidos con la unidad correspondiente, e identificar el nivel de impacto en el costo unitario, seguridad y sostenibilidad.	Variable dependiente 9. Límite de consistencia suelo mejorado en Chachapoyas 10. Límite plástico suelo mejorado Chachapoyas 11. Índice plástico suelo mejorado Chachapoyas 12. Clasificación AASHTO Y SUCS suelo mejorado Chachapoyas 13. costo unitario cimentación suelo mejorado con cal 14. Competencias cognitivas suelo mejorado 15. Competencias procedimentales mejoramiento suelos con cal 16. Competencia valorativa/actitudinal en mejora suelos obra Chachapoyas	Variable dependiente 9. Nivel del Límites de consistencia suelo mejorados obras chachapoyas. 10. Nivel Límite plástico suelo mejorado con cal obras Chachapoyas. 11. Nivel índice plástico suelo mejorado con cal, obras Chachapoyas. 12. Nivel clasificación AASHTO Y SUCS suelo mejorado cal obras Chachapoyas. 13. Nivel costo unitario/seguridad, sostenibilidad suelo mejorado cal obras Chachapoyas 14. Nivel conocimientos mejora suelos con cal, obras Chachapoyas. 15. Nivel de habilidades aplicados en proceso mejora suelos, obras Chachapoyas. 16. Nivel capacidad valorativa y actitudinal toma decisiones mejora suelos en obras Chachapoyas	Numérica razón

Anexo 4.- Instrumento

CUESTIONARIO PARA EL ESTUDIO DEL TRATAMIENTO DE SUELOS COHESIVOS EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS.									
INSTRUCCIONES: Sírvase por favor, dar su opinión en relación a las frases afirmativas, marcando una X en las celdas en blanco, de acuerdo a las siguientes alternativas: Total desacuerdo 1(TD), En desacuerdo 2(ED), Ni de acuerdo ni desacuerdo 3(ND), De acuerdo 4(DA) y Muy de acuerdo 5(MA). La información es anónima, y será muy útil en la investigación sobre el tratamiento de suelos									
1	Los límites de consistencia (Atterberg) de los suelos cohesivos, expresados en (LL), (LP), (IP) dependen en gran parte de la humedad y se puede modificar con el tratamiento con cal viva.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (MA)
2	El Límite Plástico (LP) del suelo cohesivo en su estado natural es muy alto y se puede reducir utilizando cal viva.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
3	El índice de plasticidad del suelo cohesivo, que en su estado natural es alto puede reducirse aplicando cal.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
4	Los suelos cohesivos clasificados de acuerdo al estándar AASHTO, y de acuerdo al estándar SUCS pueden modificar sus características con cal viva.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
5	Los suelos cohesivos caracterizados de acuerdo a los estándares ASTM-D Y AASHTO T-191, en su estado natural pueden ser modificados con cal viva.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
6	Los conocimientos teóricos y prácticos que existen en Chachapoyas, sobre el uso de la cal viva para el tratamiento de suelos cohesivos son la base importante para la toma de decisiones gerenciales.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
7	Las habilidades y experiencias en el proceso de aplicación de la cal viva para mejorar suelos cohesivos, la oferta del producto en el mercado, el equipamiento existente, para los ensayos y los análisis correspondientes, son fortalezas para la toma de decisiones gerenciales en Chachapoyas.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
8	El uso de la cal en el tratamiento de suelos cohesivos tiene una amplia trascendencia (o impacto) que se debe valorar rigurosamente, desde la óptica gerencial.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
9	El límite de consistencia de los suelos cohesivos tratado con cal viva se mejora e impacta en el costo unitario de cimentación en la ciudad de Chachapoyas..	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
10	Los suelos cohesivos tratados con cal viva, alcanzan un límite plástico mejorado muy considerable en Chachapoyas.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
11	El índice de plasticidad disminuye al aplicarse cal viva, resultando una plasticidad comparativamente menor a la plasticidad del estado natural en Chachapoyas.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
12	Al tratar a los suelos cohesivos con cal viva la clasificación hecha al suelo natural cambia en el estándar AASHTO y en el estándar SUCS en forma totalmente favorable en Chachapoyas.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
13	Al cambiar la calificación del suelo cohesivo, se produce un cambio significativo en la cohesión del suelo, que impacta en el costo unitario, mejora la cohesión, el ángulo de fricción y proporciona seguridad y sostenibilidad a la cimentación en obras de	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
14	La toma de decisiones sobre el uso de la cal en el tratamiento de suelos cohesivos en Chachapoyas, muestran elevados conocimientos con los que pueden innovar los métodos tradicionales de cimentación.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
15	En Chachapoyas existe oferta de la cal viva suficiente en el mercado, existe equipamiento necesario para ensayos, análisis y su aplicación en procesos geotécnicos de mejora de suelos, que garantizan la toma de decisiones gerenciales, para mejorar costos unitarios.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)
16	El uso de la cal en el tratamiento de suelos cohesivos tiene mucha trascendencia (o impacto) que gerencialmente se valora ampliamente en Chachapoyas.	1 (TD)		2 (ED)		3 (ND)		4 (DA)	5 (TA)

Anexo 5.- Ubicación del Edificio Showroom de Autonort Nor Oriente SAC Margen Izquierdo de la salida de Chachapoyas a la Localidad de Levanto COODENADAS 183330.27 m E 9309092.05 m S





USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACION PARA LA PUBLICACION DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACION

1. Información del Autor			
LICERA CORREA, YVÁN SEGUNDO		19323371	lvancelicera32@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suiciencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico
<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación			
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input type="checkbox"/> Título Profesional	<input checked="" type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad
		<input checked="" type="checkbox"/>	Maestría
		<input type="checkbox"/>	Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
COSTO DE UNA OBRA DE EDIFICACIÓN EN SUELOS COHESIVOS APLICANDO CAL , CHACHAPOYAS - 2018			
5. Programa Académico			
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Público ² (Info: eu-repo/semantics/openAccess)		<input type="checkbox"/> Acceso restringido ³ (Info: eu-repo/semantics/restrictedAccess) (*)
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATVE COMMONS⁴

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ⁶

Huella Digital



Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	15	05	2024

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-S/UNEDU-CO, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo con el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la seguridad o publicación, los comentarios se publicarán los datos de autor y resumen de la obra de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CO/NO-TEC-DECC (Numerales 3.2 y 6.7) que nomena el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Una licencia Creative Commons (CC) es una organización internacional a fin de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 1.2.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos, títulos profesionales-RENATI, Las universidades, instituciones de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los mantenidos en sus repositorios institucionales prestando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente rescatados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA⁵.

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procesará de nuevo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3).

Costo de una obra de edificación en suelos cohesivos aplicando cal, Chachapoyas, 2018.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJO DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	vsip.info Fuente de Internet	1%
4	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	documents.mx Fuente de Internet	1%
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	

		<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
12	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
13	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	qdoc.tips Fuente de Internet	

		<1 %
21	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	blog.structuralia.com Fuente de Internet	<1 %
27	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
30	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

32	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
34	slideplayer.es Fuente de Internet	<1 %
35	1library.co Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
37	ia601206.us.archive.org Fuente de Internet	<1 %
38	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
39	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
40	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
41	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
43	repositorioacademico.upc.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1 %
44	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
45	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
46	www.euskadi.net Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to Atlantic International University Trabajo del estudiante	<1 %
48	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
49	Submitted to upb Trabajo del estudiante	<1 %
50	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
51	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	mriuc.bc.uc.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
54	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
55	fdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
56	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
57	repositorio.esan.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
58	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
59	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
60	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
61	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	www.theseus.fi Fuente de Internet	<1 %
63	www.psicologiacientifica.com Fuente de Internet	<1 %
64	4housing.com.ar Fuente de Internet	<1 %
65	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

66	dusselpeters.com Fuente de Internet	<1 %
67	minas.medellin.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
68	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
69	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
70	repositorio.autonomaedica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
71	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
72	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
73	www.elagrimensor.com.ar Fuente de Internet	<1 %
74	www.felaban.com Fuente de Internet	<1 %
75	www.gecgr.co.cu Fuente de Internet	<1 %
76	www.ja2005.ua.es Fuente de Internet	<1 %
77	www.thirdworldcentre.org Fuente de Internet	<1 %

78	docplayer.biz.tr Fuente de Internet	<1 %
79	idoc.tips Fuente de Internet	<1 %
80	moam.info Fuente de Internet	<1 %
81	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
82	ri.uacj.mx Fuente de Internet	<1 %
83	tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
84	unesdoc.unesco.org Fuente de Internet	<1 %
85	valcap.es Fuente de Internet	<1 %
86	www.ciudadano2cero.com Fuente de Internet	<1 %
87	www.elmundobursatil.es Fuente de Internet	<1 %
88	www.imsersomigracion.upco.es Fuente de Internet	<1 %
89	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %

90	www.salvador.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
91	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
92	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
93	archive.org Fuente de Internet	<1 %
94	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
95	informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
96	preval.org Fuente de Internet	<1 %
97	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
98	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
99	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
100	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
101	research.rug.nl Fuente de Internet	<1 %

102	studylib.es Fuente de Internet	<1 %
103	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
104	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
105	www.cacic2016.unsl.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
106	www.facebook.com Fuente de Internet	<1 %
107	www.fundecor.org Fuente de Internet	<1 %
108	www.gestiopolis.com Fuente de Internet	<1 %
109	www.iiss.es Fuente de Internet	<1 %
110	www.ilo.org Fuente de Internet	<1 %
111	www.mt.com Fuente de Internet	<1 %
112	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
113	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 6 words
Excluir bibliografía	Activo		

