



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilización de la subrasante utilizando geoceldas para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 de la Av. Morales Duárez – Callao”

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

AUTOR:

Patazca Silva, Marcos Armando (ORCID: 0000-0001-6572-0779)

ASESOR:

Mg. Pérez Rojas, Even Deyser (ORCID: 0000-0002-5855-1767)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CALLAO – PERÚ

2019

Dedicatoria

Es mi deseo como grato gesto de agradecimiento, dedicarle mi Proyecto de Investigación principalmente a Dios, dado que gracias a él he podido lograr concluir mi carrera. A mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi etapa universitaria ya que, me han formado para saber cómo luchar después, sus enseñanzas no cesan, y aquí estoy con un nuevo logro exitosamente conseguido, mi proyecto de tesis.

Asimismo, se la dedico con todo mi amor, a mi amada novia, por su sacrificio, esfuerzo y por creer en mi capacidad. Como también, a personas especiales que me acompañaron en mi formación tanto profesional como ser humano.

Agradecimiento

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen un reconocimiento especial. En primer lugar, a Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida.

A mi madre Olga, a mi padre Cesar y a mí hermana Meylin, por ser los Pilares más importantes, demostrándome su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias.

También agradezco con toda mi alma, a mi hermosa novia Kimberly, por haberme brindado su paciencia y su apoyo sin condición alguna.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página de Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
Índice de anexos	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2. Trabajos Previos	4
1.3. Teorías relacionadas al tema	11
1.4. Formulación del problema	21
1.5. Justificación del estudio	21
1.6. Objetivos	23
II. MÉTODO.....	24
2.1 Tipo y Diseño de investigación.....	25
2.2 Operacionalización de variables.....	27
2.3 Población, muestra y muestreo.....	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	30
2.5 Procedimiento.....	31
2.6 Métodos de análisis de datos.....	32
2.7 Aspectos éticos.....	32
III. RESULTADOS.....	33
IV. DISCUSIÓN	46
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. PROPUESTA.....	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS.....	57

Índice de figuras

<i>Figura 1 Tramo entre Av. Universitaria - Av. Faucett de la Av. Morales Duárez</i>	3
<i>Figura 2 Perfil de suelos</i>	11
<i>Figura 3 Esquema de malla de Geoceldas</i>	13
<i>Figura 4 Distribución de carga que muestra el efecto del confinamiento celular con y sin geoceldas</i>	13
<i>Figura 5 Fórmula del K (relación esfuerzo-deformación)</i>	14
<i>Figura 6 Relación Esfuerzo-Deformación</i>	14
<i>Figura 7 Contenido de humedad en tanto por ciento</i>	15
<i>Figura 8 Resultados del ensayo Proctor</i>	16
<i>Figura 9 Tipos comunes de pruebas esfuerzo-deformación</i>	19
<i>Figura 10 Forma de medición del deflectómetro de impacto liviano</i>	20
<i>Figura 11 Forma de medición del deflectómetro de impacto pesado</i>	20
<i>Figura 12 Operacionalización de variables</i>	28
<i>Figura 13 Diseño de Ingeniería</i>	35
<i>Figura 14 Aplicativo AASHTO 93'</i>	37
<i>Figura 15 Índice Medio Anual</i>	37
<i>Figura 16 Vehículo en dos sentidos por día</i>	38
<i>Figura 17 IMD según el tipo de vehículo</i>	38
<i>Figura 18 Distribución según el tipo de vehículo</i>	38
<i>Figura 25 Valor de ESAL según el tipo de vehículo</i>	39
<i>Figura 26 Factores de desempeño</i>	39
<i>Figura 27 Factores para el cálculo del número estructural</i>	39
<i>Figura 28 Obtención del número estructural a través del aplicativo AASHTO 93</i>	40
<i>Figura 19 Representación en grafica del análisis granulométrico</i>	42
<i>Figura 20 Curvatura del análisis granulométrico</i>	42
<i>Figura 21 Límites de consistencia</i>	43
<i>Figura 22 Relación densidad seca y contenido de humedad</i>	44
<i>Figura 23 Índice CBR</i>	44
<i>Figura 24 Módulo de Resiliencia a partir del CBR</i>	45

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Coeficiente de validez por juicio de expertos</i>	31
<i>Tabla 2 Resumen de resultados de la mejora de la resistencia del suelo del tramo de la Av. Morales Duárez</i>	36
<i>Tabla 3 Análisis Granulométrico</i>	41

Índice de anexos

<i>Anexo 1 Matriz de consistencia</i>	58
<i>Anexo 2 Juicio de Expertos</i>	59
<i>Anexo 3 Instrumentos</i>	64
<i>Anexo 4 Cuadro de antecedentes</i>	67
<i>Anexo 5 Levantamiento Topográfico</i>	68
<i>Anexo 6 Plano topográfico de la zona en estudio</i>	80
<i>Anexo 7 Panel Fotográfico</i>	81
<i>Anexo 8 Clasificación de suelo según SUCS</i>	82
<i>Anexo 9 Ensayo de Sales Solubles Totales</i>	83
<i>Anexo 10 Ensayo de Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg</i>	84
<i>Anexo 11 Ensayo de CBR</i>	85
<i>Anexo 12 Preparación para el análisis granulométrico</i>	87
<i>Anexo 13 Utilización del horno para el secado de la muestra</i>	88

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consta de siete capítulos en los cuales se detalla la información recopilada y el procedimiento realizado para la obtención de los resultados y contrastación con las hipótesis planteadas. En el primer capítulo se menciona y se describe a los tipos de fuentes e información recolectada de donde se ha obtenido datos para dar pie a esta presente investigación. Así como, los conceptos y teorías relacionadas a la variable independientes y dependiente. En el segundo capítulo se detalla la metodología aplicada, así como las herramientas e instrumentos para la recolección de juicios por los expertos, además del método de análisis utilizado. En el tercer capítulo se demuestra los resultados obtenidos para responder a nuestro planteamiento del problema y determinar si se logra la estabilización de la subrasante con la aplicación de las geoceldas y por ende la transitabilidad, el cual se realiza en la subrasante ubicada entre el río Rímac y la avenida Morales Duárez en el distrito de Carmen de la Legua Reynoso, precisamente en la cuadra N° 18 de la avenida en mención. En el cuarto capítulo se compara nuestros resultados con los de los antecedentes recopilados con el fin de que la metodología y los procedimientos aplicadas en la presente investigación sean utilizada y/o mejoradas en futuros estudios. En los capítulos cinco y seis se denota las conclusiones y recomendaciones del caso. Por último, en el capítulo siete se detalla la propuesta fundamentada con los resultados y las conclusiones finales para obtener beneficios para la población cuando este proyecto sea ejecutado.

Palabras claves: estabilización, transitabilidad, geoceldas.

ABSTRACT

This research project consists of seven chapters in which the information gathered and the procedure used to obtain the results are detailed and contrasted with the hypotheses put forward. The first chapter mentions and describes the types of sources and information collected from which data have been obtained to give rise to this research. As well as, the concepts and theories related to the independent and dependent variable. The second chapter details the methodology applied, as well as the tools and instruments for the collection of judgments by experts, in addition to the method of analysis used. The third chapter demonstrates the results obtained in order to respond to our approach to the problem and determine if the stabilization of the subgrade is achieved with the application of geocells and therefore the transitability, which is done in the subgrade located between the Rímac River and Morales Duárez Avenue in the district of Carmen de la Legua Reynoso, precisely in block No. 18 of the avenue in question. The fourth chapter compares our results with those of the compiled antecedents so that the methodology and procedures applied in the present investigation may be used and/or improved in future studies. Chapters five and six show the conclusions and recommendations of the case. Finally, chapter seven details the proposal based on the results and the final conclusions to obtain benefits for the population when this project is executed.

Keywords: stabilization, trafficability, geocells.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En la actualidad, a medida que nos movilizamos de manera cotidiana en un transporte público o privado, regularmente apreciamos de que no contamos con la facilidad idónea para poder desplazarnos a través de las vías usualmente usadas, ya sea para dirigirnos a nuestros centros académicos, centro de labores o para incursionar en el interior del país, el cual no solo genera un impacto directo al mercado de bienes y productos sino también a nuestra economía, y sobre todo a la demanda de oportunidades laborales, en otras palabras, sintetiza la calidad de vida.

A nivel mundial, son varios los estudios que relacionan la infraestructura vial con el crecimiento y desarrollo de un país. (Villar & Ramírez, 2014). Debido a que, por un lado, no existe otro medio por el cual las personas y las cargas se puedan movilizar, por lo que, satisface las necesidades básicas como población. Mientras que, por otro lado, si las vías de comunicación no son las adecuadas para cubrir las necesidades básicas de las personas, existirá poca probabilidad de que los ciudadanos puedan afrontar un crecimiento económico y reducir los niveles de pobreza.

Según Guzmán (2015) en el XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, el especialista en transporte, Julián Rivera señaló que:

América Latina carece de competitividad con respecto al tema de infraestructura de las vías de comunicación, lo cual es un enorme impedimento para el crecimiento y desarrollo como continente. Por un lado, los países que cuenten con buenas reformas y mejoras transportistas, los costos de traslado serán menores. Mientras que, por otro lado, habrá un incremento en los costos de traslado en aquellas ciudades que tengan caminos con desvíos permanentes o tramos deteriorados.

Por un lado, si comparamos la situación con nuestros países vecinos, en Perú existe una alarmante preocupación, ya que cuenta con una infraestructura vial por poco más de 78 mil kilómetros de vías, pero que aproximadamente 300 kilómetros pertenecen a autopistas. Hasta el momento, se cuenta con muchas deficiencias en cuanto a la infraestructura de transporte y como tal, el estado requiere de inversiones anuales de miles de millones de soles.

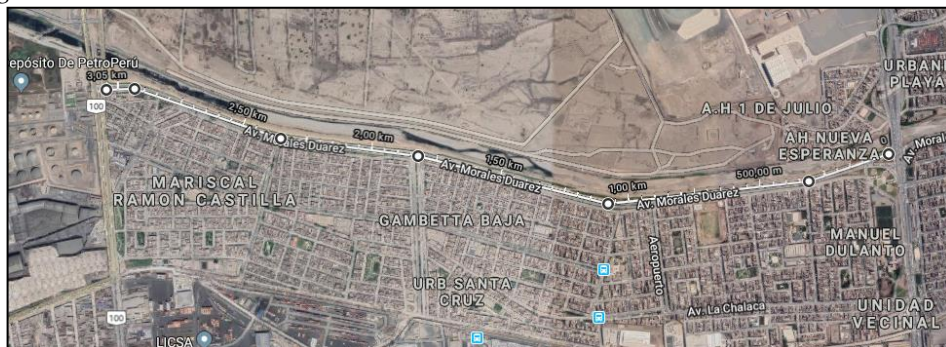
Por otro lado, en Perú a raíz de un buen manejo de política se obtuvo una época de prosperidad financiera, por lo que generó un crecimiento desarrollo exponencial en cuanto a

lo económico, ocasionando que las familias puedan tener mayor acceso económico para que puedan realizar sus compras; las cuales decidieron gastar su excedente en vehículos para así tener una mejor calidad de vida y posicionarse en un mejor estado socioeconómico; y según una publicación en la página web de RPP refiere que “en el 2012 se vendieron más de 190 mil vehículos en el país, según la Asociación de Representantes Automotrices del Perú” (RPP, 2013). Generalmente la mayoría de estos automóviles se quedan en Lima, por lo que problema sería el excesivo volumen del parque automotor, el cual ha sido ocasionado por la poca capacidad profesional de las personas encargadas de manejar las municipalidades de los distintos distritos de Lima.

Con respecto a lo mencionado anteriormente cabe precisar que, la cultura de los conductores al movilizarse por la ciudad, así como la desmesurada cantidad de automóviles y la carencia de una adecuada distribución e infraestructura vial en el país, son factores que influyen de manera directa con la problemática en mención, ya que se deben al propio y excesivo desorden y al tiempo en que se toma llegar de un punto a otro. Asimismo, la sobreposición de rutas, la informalidad, la mala serviciabilidad para transitar, congestión vehicular y contaminación son parte de la problemática que afronta la Ciudad del Callao, debido principalmente, entre otros, a la falta de coordinación entre los actores y actoras, lo que dificulta la gestión del tránsito y su gobernanza.

Un claro ejemplo, es el de la vía secundaria Morales Duárez, exactamente el tramo entre la avenida Universitaria y la avenida Elmer Faucett, ya que con el pasar de los años la vía no ha sido mantenida, ni muchos menos las vías de descanso y las bermas laterales, que, si a eso se le suma el tránsito de carga pesada, ya que une de manera directa la capital con la zona de puerto del Callao.

Figura 1 Tramo entre Av. Universitaria - Av. Faucett de la Av. Morales Duárez



Fuente: <https://bit.ly/2G6GXQk>

Desde la perspectiva técnica, el cumplimiento de las especificaciones en cuanto al margen de diseño de una infraestructura vial, es el requisito principal para los casos en donde la resistencia soporte del suelo y los niveles de servicios de la vía son deficientes. Es por ello que, con el paso del tiempo en las construcciones de vías se han venido utilizando nuevas tecnologías. Una de ellas, es la incorporación de geosintéticos. Aunque el uso de estas últimas innovaciones es limitado debido a la falta de información de sus aplicaciones y sobre todo a la definición de las especificaciones que avalen su empleabilidad a través de una guía técnica, la disminución de costos de obra es una de sus ventajas por las cuales varias empresas constructoras se están inclinando hacia ellos.

Las geoceldas, dentro de la clasificación de los geosintéticos, es una buena alternativa para el mejoramiento de suelos. Para lo cual, Elizondo refiere que este tipo de soluciones, [...] son utilizadas para mejorar la subrasante a niveles medios o altos de tránsito, obteniendo una adecuada capacidad portante de la estructura como tal [...]. (2008, p. 8). A su vez, estas originan tres tipos de efectos específicos:

Efecto de resistencia lateral, confinando y reforzando una variedad de materiales de relleno dentro de la celda.

Efecto de dispersión del esfuerzo vertical, que da un comportamiento como una plataforma de trabajo que redistribuye la carga por unidad de superficie sobre un área más amplia.

Efecto de membrana, al sostener el suelo horizontalmente, encapsulándolo dentro de él. (Zhang, Zhao, Shi, & Zhao, 2008)

1.2. Trabajos Previos

1.2.1 Internacionales

Martín, Laura (2017). “Evaluación del desempeño estructural de un sistema de confinamiento celular como alternativa de mejoramiento de suelos”. Tesis para optar el Título de Maestría en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería. Su objetivo fue evaluar el comportamiento mecánico de un material de subrasante blando, ante la incorporación de un sistema de confinamiento celular con el mismo material de subrasante. Se concluye que, el sistema de confinamiento celular brinda un mejor comportamiento a la estructura frente a las tensiones de cargas

estáticas y dinámicas. Asimismo, de acuerdo con las gráficas 66, 67 y 68, la estructura presentó un mejor comportamiento con la incorporación de la geocelda bajo carga cíclica, donde se observó que los desplazamientos en las capas internas se disminuyeron entre el 63% al 86% bajo una carga de 0.5 kN a 4 kN, y el 51% al 65% bajo las cargas cíclicas de 0.5 kN a 6 kN, y bajo carga monotónica de 5 kN, con lo que se tiene una disminución de los desplazamientos en un intervalo de 58% hasta el 72% en capas internas. Este proyecto de investigación se basó en analizar la conducta de una subrasante con material blando mediante un sistema de confinamiento celular, a través de un proceso experimental fue sujeto a diferentes procedimientos con cargas estáticas y dinámicas, con los que se logró las siguientes conclusiones: el comportamiento de la subrasante con material blando va a depender tanto de la velocidad de carga a la que es sujeta y del tiempo de acomodado de las partículas de suelo. Asimismo, debido a los desplazamientos registrados en las estructuras de la subrasante reforzada y no reforzada, se obtuvo que la geocelda aporta un mejor comportamiento a la estructura al disminuir éstos. Se tiene como justificación que, el empleo de Geoceldas viene siendo una opción para solucionar problemas desde el punto de vista geotécnico, por tal motivo, se realiza con el objetivo de mejorar la resistencia del suelo, así como también la evaluación de manera experimental del comportamiento mecánico de una subrasante de material blando a través de la utilización de geoceldas; el cual trabaja como soporte para la estructura vial, que refuerza la resistencia del suelo, por lo que distribuye uniformemente las cargas de la superficie en un área más extensa, con lo cual se minimiza en gran porcentaje los asentamientos, generando así, mayor tiempo de vida útil en un pavimento. La metodología que llevó esta investigación fue de tipo experimental. En cuanto, a la metodología de desarrollo aplicada para este trabajo constató de cuatro fases. En primer lugar, se documentó información respecto a la caracterización de los materiales utilizados, al diseño de una caja metálica, instrumentos, equipos y sobre investigaciones previas de las geoceldas. En segundo lugar, se llevó a cabo la preparación de los materiales a utilizar, así como los instrumentos, equipos y el diseño y fabricación de la caja metálica. Para el tercer lugar, denominada fase experimental, se establecieron dos modelos, el de medir la sensibilidad de las celdas de presión y el comportamiento de la subrasante con y sin geocelda. Por último, se procesó la información utilizada para poder obtener los resultados y los respectivos análisis de resultados.

Con respecto a lo mencionado se debe recalcar que, la contribución para el presente trabajo de investigación se debe a la metodología direccionada hacia la evaluación experimental del comportamiento mecánico de un suelo blando, ante la incorporación de geoceldas, como alternativa de mejoramiento de un suelo de baja capacidad soporte.

Bustamante, Andrés (2016). “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil”. Tesis para optar el Título de Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ingeniería. Su objetivo fue delimitar la resistencia de una subrasante, con la aplicación de un geotextil y una geomalla, para reforzar y establecer un resultado comparativo con la resistencia que se pueda obtener en los siguientes casos: con la aplicación de un geotextil, una geomalla y con ninguna manera de reforzar. Se concluye que para el primer resultado con el primer geosintético (geomalla) se obtuvo un buen nivel de rigidez en comparación con el resultado obtenido del Módulo de Young. Sin embargo, la falla esperada se dio a relucir en el máximo esfuerzo, producto de las aberturas continuas que posee la geomalla, lo que a su vez ocasionó que la base y subrasante llegaran a combinarse a través de sus materiales provocó. Además, antes de que ocurriese la falla el geosintético no pudo agrupar ambos materiales. El aporte del presente antecedente recae directamente en la formulación y en la metodología de diseño, el cual se evidencia en su experimentación y con la aplicación de materiales que proporcionan un mejor desempeño a la subrasante de una vía, con una contribución a estudiantes y profesionales afines de esta rama.

Cuartas, Claudia (2015). “Optimización y refuerzo de estructuras de pavimento flexible mediante geoceldas”. Tesis para optar el Título de Ingeniería Civil. Bogotá Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Su objetivo fue analizar las ventajas que se tendrían en un proyecto vial al aplicar un sistema de confinamiento celular como reforzamiento estructural, a través de un análisis detallado para una estructura tradicional de pavimento y para otra aplicando las geoceldas. Se concluye que al utilizar este sistema de celdas geosintéticas se disminuye el espesor de la estructura a un 28% del espesor total, es decir, que se ahorra unos treinta y tres centímetros (33) de profundidad, en comparación con una base granular convencional. Asimismo, esta reducción de

centímetros genera dos puntos específicos e importantes, un beneficio económico y menos tiempo al momento de llevar a cabo esta ejecución., debido al reducido nivel de excavación y compactación del material granular. Por lo tanto, las geoceldas brindan un adecuado comportamiento siempre y cuando el material empleado para su llenado sea de tipo granular, o en todo caso este posea menores dimensiones o características a lo establecido en las especificaciones técnicas.

Rojas, Iris, Acuña, Kandy. (2016). Formulación de un proyecto para el mejoramiento de la calle 11 y 12 con cra. 6 y 6° Barrio Villanueva del Municipio de San Martín, Cesar. La evaluación y el análisis de los resultados empleado en este trabajo son las razones por las cuales se apoya el desarrollo de esta investigación, así como los propios objetivos, los cuales se basan en la construcción de conocimiento teórico como guía para el mejoramiento de la pavimentación de vías y agilizar en la ejecución del mismo.

Carrascal Asdrubal, Vega Yhony. (2016). Proceso Constructivo y presupuesto para un kilómetro de Plaza Huella en la vía Acolsure – Buenavista Km.2. En cuanto al trabajo mencionado, hay que destacar la visión del mismo, y por el cual aporta ésta tesis, decide centrarse en conocer de forma general el proceso constructivo de la pavimentación de vías terciarias, lo cual radica en la importancia de desarrollar este tipo de estructuras viales, aplicando las especificaciones, normas técnicas y optimizando la calidad de vida de sus pobladores.

1.2.2 Nacionales

Alejos Milton, Cáceres César (2016). “Alternativas para la transitabilidad al anexo Huacacorrall del Distrito de Guadalupe – Virú – La Libertad”. La presente investigación tiene como objetivo ofrecer una metodología para determinar cuáles son las mejores alternativas de transitabilidad vial y accesibilidad para la comunidad del Anexo Huacacorrall al centro de salud más cercano. Se concluye que, con la metodología planteada por medio de un sistema de información geográfica la ruta de menor costo, breve y concisa se trata de la ruta Huacacorrall Panamericana Norte-Santa-Chimbote. El aporte de dicha investigación radica en el riguroso estudio realizado para analizar la accesibilidad a través de las

funcionalidades de un Sistema de Información Geográfica, basado en los efectos derivados del estado de las vías, la cual se convierte, en una herramienta esencial, que permite identificar patrones, relaciones y la actualización en la información para el análisis de un territorio.

Albino, Yoshiro, Cisneros, Gerson (2017). Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del Centro poblado de Trujillo – Trujillo – La Libertad El objetivo de esta tesis consiste en el diagnóstico de la transitabilidad vial para definir la estructura más favorable del pavimento en las calles 5 y 9 del centro poblado Alto Trujillo – El Porvenir – Trujillo – La Libertad. Como conclusión de la presente investigación se tiene que, durante las 6:00 y las 14:00 horas se cuenta con un pesado tránsito vehicular, debido a que a los alrededores hay presencia de instituciones educativas, así como áreas de recreación, y centros médicos, entre otros. Cabe recalcar que, otra causante del congestionamiento en las intersecciones principales son las horas punta, la cual se debe al ingreso y salida de las personas que laboran en dichos centros. Por consecuencia, se tiene el impedimento de un fluido y ordenado tránsito vehicular y peatonal. Asimismo, el presente estudio nos muestra la carencia de señalización y la eminente necesidad de colocarla, para que cumpla su objetivo y contribuya a disminuir la cantidad de accidentes de tránsito que por estas causas se producen. El principal aporte del trabajo de investigación es la Operacionalización de las variables, las cuales tocan de manera directa el tránsito vial, así como la debida señalización. Por ende, se propone un adecuado diseño de estructura vial y lograr así, la fluidez del transporte como también la seguridad del mismo. Cabe destaca que, en dicha investigación se toma las medidas de seguridad vial, para evitar congestionamiento y evitar todo tipo de accidentes.

Chávez, Rocío (2018). “Diseño del pavimento flexible para la Av. Morales Duárez, de la Vía Expresa Línea Amarilla en la Ciudad de Lima”. Tesis para optar el Título de Ingeniera Civil. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal. Facultad de Ingeniería Civil. Su objetivo fue realizar un modelo de diseño de un pavimento asfáltico para la Vía Expresa en Morales Duárez. Se concluye que para dicho tramo se realizaron pruebas detalladas en la sección que se encuentra entre los Viaductos 1 y 2, de los cuales se obtuvo como resultado un CBR de 28% para el diseño del pavimento y que particularmente se utilizó la

relación CBRMR a través de la Guía de Diseño de Pavimentos Empíricos - Mecánico (MEPDG). Una buena estructura vial con material de asfalto garantiza el desempeño eficiente de cualquier vía, por tal razón, el autor justifica su investigación refiriéndose a que la Línea Amarilla es un proyecto esencial para los viajes en Lima y Callao, así como en las carreteras panamericanas de nuestro país. El aporte principal de esta investigación, el cual es primordial para el desarrollo de esta tesis, radica en la zona en la que el autor decidió dirigirse, siendo la Av. Morales Duárez una arteria vial importante para la conexión de las principales vías de las ciudades de Lima y Callao. El estudio de la presente, en la cual, se tiene como objetivo diseñar vías de asfalto, el autor aplica la metodología del año 93 de la AASHTO, a su vez, se analiza las propiedades mecánicas del material del pavimento; ya que, para obtener garantía del proyecto realizado se debe contar con un adecuado diseño de pavimento, contribuyendo así al desempeño de manera eficiente de la zona en cuestión y por consiguiente una mejora a la transitabilidad de la misma.

Sicha, Gino (2018). “Diseño con Geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Cuyo objetivo fue dar una propuesta de diseño con un geosintético, utilizándolo para garantizar las funciones de separación, filtración y reforzamiento. Para ello, se utilizó diferentes metodologías de diseño para contrastar el impacto técnico-económico de los materiales. Para tal evaluación se hizo la aplicación del software Visual Studio para corroborar el caso de estudio, para que de esta manera interactiva se pueda dar a entender a los usuarios los conceptos presentados anteriormente. Se concluye que, el geosintético que cumple con las funciones requeridas es el geotextil GT320P, el cual solventa satisfactoriamente la filtración, separación y el reforzamiento. Es necesario, que al momento de emplear un geotextil se deba comprobar que las cualidades físicas y mecánicas cumplan con lo requerido para el diseño, así como también determinar la variación de costos según cada marca pre-seleccionada. Como justificación el autor se sostiene de Koener (1997), refiriendo que los Geosintéticos son esenciales para aumentar el tiempo de vida de los pavimentos, con lo cual se evite contaminar de manera exagerada los suelos finos reduciendo en gran nivel su tiempo de colmatación. El aporte de esta tesis consiste en brindar

información integral acerca de emplear métodos de diseño con geotextiles para el refuerzo, la separación y filtración. Asimismo, el análisis de la viabilidad técnica y económica mediante el desarrollo del aplicativo Microsoft Visual Studio 2017, permite obtener información de manera interactiva para captar los conceptos y aplicarlos para una investigación.

Aguilar, Daniel (2016). “Comparación técnica entre el uso de Gaviones y Geoceldas como estructuras de defensa ribereña”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Su objetivo fue establecer las distintas maneras de medir el comportamiento de los colchones de gaviones frente a la erosión y el comportamiento de las geoceldas utilizando relleno de concreto frente al comportamiento del agua sobre la tierra del río Zarumilla. Asimismo, se precisa la selección de una de las propuestas dadas a partir de los resultados obtenidos de los respectivos análisis de datos para cada tipo de defensa ribereña en el río Zarumilla. Asimismo, se definen los componentes de los revestimientos y las características de las dimensiones de dichas defensas ribereñas. Se llegó a la conclusión que al identificar las capacidades técnicas de los gaviones en estudio se pudo realizar la respectiva comparativa entre ambas defensas ribereñas. Por consiguiente, para la obtención de los resultados se tomó en consideración las propiedades físicas como la resistir frente a la erosión generada, así también como, la rugosidad de la misma superficie y que tan estable es el sistema de protección planteado. Asimismo, se pudo determinar que la aplicación de las geoceldas rellenas con concreto fue la más viable e idónea para actuar como protección frente a las erosiones provocadas en la fuente de agua. El propósito de esta investigación fue el de efectuar la comparación entre dos revestimientos, es decir como defensa ribereña, frente al efecto de la erosión, desde un punto de vista económico y técnico. Puesto que, las utilizations de colchones de gaviones para los mismos fines de esta investigación hasta el día de hoy son comúnmente usadas en varios proyectos a nivel nacional. Mientras que, las nuevas e innovadoras tecnologías para este tipo de problemas pisan fuerte, aunque con poco mercado en este país son una alternativa más adecuada, tanto desde lo económico como desde la reducción de tiempo en ejecución. La metodología de esta investigación fue de enfoque cuantitativo, el cual experimenta un contexto real para luego comparar datos de medición numérica y continuar con un proceso

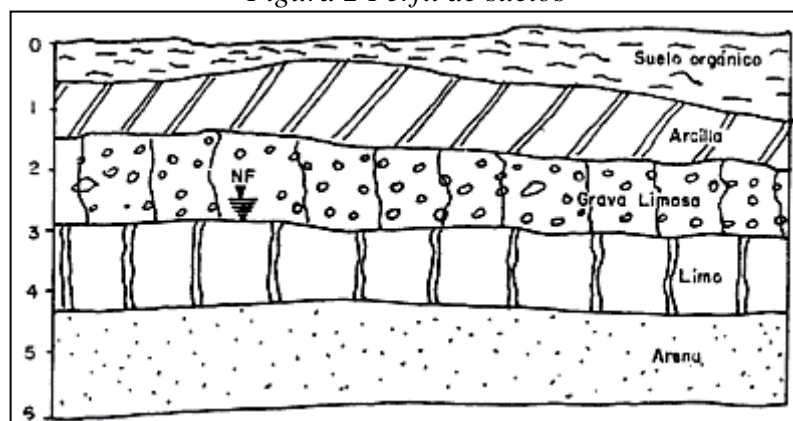
de tipo no experimental, en dónde se aplicaron datos estadísticos obtenidos de investigaciones anteriores. Además, el alcance fue de tipo explicativo, con lo se requirió informaciones para contrastar y comparar las variables establecidas. Se constató de una población como el proyecto de defensas ribereñas del Río Zarumilla. La metodología de desarrollo aplicativa llevó a cabo la recopilación de información previa y la respectiva para el marco teórico, así como la formulación y la ejecución del análisis. Por último, se presentó las condiciones de tal proyecto y sus respectivas conclusiones y recomendaciones. El aporte principal de esta investigación son los resultados que se obtienen de del análisis, ya que permiten desarrollar un mejor entendimiento para el estudio y por ende las propuestas para la protección contra la erosión. Cabe precisar que, al tener varias soluciones viables, se pueden realizar mejores alternativas de defensas en las riberas de los ríos para así, complementar el análisis del performance de los revestimientos.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Estabilización de subrasante

Según Crespo refiere que el “suelo es una capa fina que se posiciona encima de la corteza terrestre con material proveniente de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas” (2004. 18 p.). Es por ello que, cuando se ejecuta una excavación, es decir la realización de una calicata como tal, se puede apreciar el perfil del suelo en donde se constata los estratos y las características que lo conforman a cada uno de ellos, los cuales a simple se puede diferenciar, ya sea por el color o por el espesor de cada capa.

Figura 2 Perfil de suelos



Fuente: Crespo, 2004. 36 p.

Con el pasar de los tiempos, y a medida que

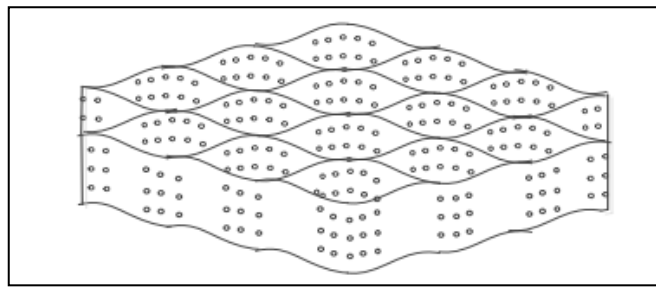
Según el informe de la CAF (2010), existen dos tipos de técnicas que incrementan el estándar funcional de la superficie de rodadura existente. Por un lado, está el de tipo funcional, esta clase de mejoramiento no contribuye al incremento de la capacidad portante del camino. Por otro lado, se encuentra el de tipo estructural, el cual incrementa la resistencia de una capa de la vía o de una estructura como al de un pavimento.

- Tecnologías universales. Aquellas innovaciones que han sido aceptadas, corroboradas e implementadas en normas técnicas a nivel mundial. De las cuales se tiene un sinnúmero de datos e información respecto a cada uno de sus detalles en cuanto a su diseño, ejecución y función en el tiempo. Por ende, la aplicación de estas se da manera concurrencia en diferentes proyectos respaldadas legalmente en distintos países del mundo.
- Tecnologías innovadoras. Aquellas tecnologías que han sido avaladas a través de investigaciones técnicas y experimentales de manera exitosa. Se caracteriza de las otras dos, tanto por no ser aplicadas como reconocidas a nivel mundial debido a su realización a largo plazo, pero se encuentra en proceso de evaluación. Un detalle es que en los países en donde se ha llevado a cabo su aplicación se encuentra con su respectivo procedimiento en cuanto al uso, sin embargo, no están respaldadas de manera legal.
- Tecnologías experimentales. Aquellas innovaciones que hasta el momento se han aplicado de manera circunstancial. Es decir que, tanto como su normativa, aplicación y su respectivo desempeño se mantienen en la línea de lo carente. Lo que caracteriza a este tipo de tecnología es que utilizan productos de marcas patentadas a nivel internacional, lo cual dificulta saber que componentes lo conforman para así poder determinar su desempeño.

A. Sistema de Confinamiento Celular

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el sistema de confinamiento celular es una estructura tridimensional en forma de panal de abejas de material geosintético. Esta nueva tecnología mantiene la compactación del suelo, de manera que aumenta la capacidad soporte de la capa de relleno y de pavimento.

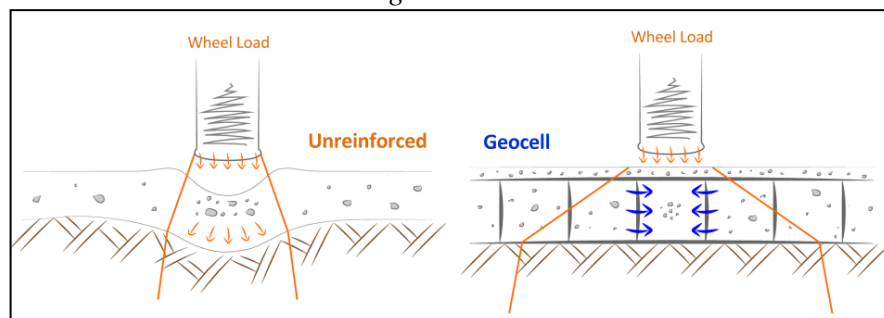
Figura 3 Esquema de malla de Geoceldas



Fuente: Martín, 2017 15 p.

Los beneficios de las geoceldas se deben a la mera forma de la estructura, ya que estas confinan tanto el material contenido en cada celda como la carga lateral y vertical. Asimismo, se produce el efecto viga, el cual genera una mejor distribución de la carga aplicada. Cuando el suelo confinado se encuentra dentro de la geocelda es sometido a carga, las cuales provocan tensiones laterales en las paredes celulares. A su vez, estos muros contribuyen a la reducción del movimiento lateral de las partículas del material de relleno.

Figura 4 Distribución de carga que muestra el efecto del confinamiento celular con y sin geoceldas



Fuente: PRS Geo-Technologies (2018)

La disminución de tensiones y sobre todo de asentamientos, son otros de los beneficios que genera la aplicación de geoceldas, ya que estas actúan como una base flexible sobre el terreno. Asimismo, dichos confinamientos celulares proporcionan unos coeficientes más estables respecto al módulo de elasticidad.

A.1 Resistencia a cargas

Una subrasante estabilizada tendrá la capacidad de tolerar escenarios de esfuerzos subjetivamente altos, con lo que se podrá utilizar sobre ella espesores reducidos sin poner en una situación comprometedoras la seguridad general, lo que llevará a importantes ahorros en la inversión,

Un buen suelo, como lo manifiesta Crespo es “aquel que presenta una buena resistencia a la deformación y es poco sensible a la presencia de agua” (2004. 113 p.). Ya que, a medida que pasa el tiempo, en un suelo sin compactar y con cargas dinámicas se producirán deformaciones de varias clases, es decir que, existen dos tipos, las elásticas, las cuales como su mismo nombre lo dice, regresan a su estado original de manera instantánea, mientras que las plásticas, son aquellas deformaciones que se mantienen después de haberse aplicado la carga. Asimismo, Rico menciona que con “mediante la aplicación de carga dinámica, la deformación de plasticidad tiende a acumularse, con lo que podría llegar a coeficientes inadmisibles. (1981, p. 103)

* Módulo de Reacción

Uno de los ensayos que influyen en la resistencia de una subrasante, la cual depende de la misma humedad, compactación y de la propia textura del suelo en estudio, es el coeficiente de balasto, mejor conocido como el módulo de reacción del suelo, el cual según Crespo “es una característica de resistencia que se considera constante, lo que implica elasticidad del suelo” (2004. 113 p.).

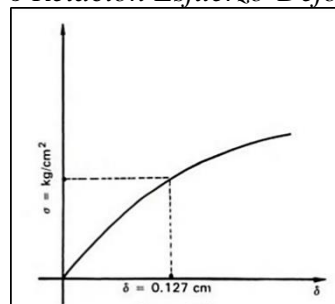
Figura 5 Fórmula del K (relación esfuerzo-deformación)

$$K = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{deformación}} = \text{kg/cm}^3 \text{ o lb/pulg}^3$$

Fuente: Crespo, 2004. 113 p.

Por lo que deja en evidencia que, el área cargada y el nivel de asentamiento son factores por el cual el módulo de reacción (K) tiende a variar. Asimismo, para la determinación de este factor se recomienda que “se haga por medio de una placa circular de 76.2cm de diámetro bajo una presión tal que produzca una deformación del suelo de 0.127cm” (Crespo, 2004. 113 p.).

Figura 6 Relación Esfuerzo-Deformación



Fuente: Crespo, 2004. 114 p.

B. Resistencia al corte

“Para hacer más estables los suelos será preciso añadirles aquello de lo que cada uno carece” (Dal-Ré, 2001.) En general, para el apoyo de un terraplén o de relleno, se recomienda la compactación de la capa de suelo a tratar. Sin embargo, en algunos casos como en los suelos arcillosos, en los cuales predominan la plasticidad y la humedad por encima del máximo nivel de compactación, ya que no es necesario volver a moldear ni la desecación para compactar el suelo, ya que podrían ser perjudiciales, debido a que se pueden activar comportamientos expansivos de manera muy notoria.

B.1 Humedad Óptima y Densidad Máxima

Según Sanz afirma que “la humedad se define como la relación entre el peso de agua contenida en una muestra y el peso de suelo de esa misma muestra” (1975, p. 33) De tal manera que, para la obtención en porcentaje de la presente característica de un suelo se aplica la siguiente fórmula.

Figura 7 Contenido de humedad en tanto por ciento

$$\alpha = \frac{\varepsilon}{\delta} \times 100$$

ε = peso de agua,
 δ = peso de suelo.

Fuente: Sanz, 1975. 33 p.

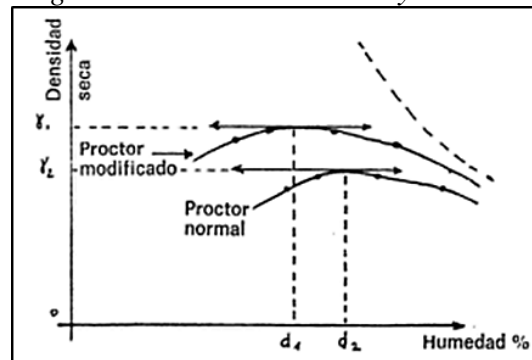
Es muy importante saber que, para la estabilización de un suelo uno de los factores que se están implicados y son de vital importancia en la resistencia del mismo es el contenido de humedad, por tal razón Sanz manifiesta que “la resistencia de un suelo depende también de la cantidad de agua que contiene” (1975, 40 p.)

Por consiguiente, el deslizamiento y el rozamiento entre las mismas partículas de un determinado suelo será el efecto que generará el agua contenida en una porción de suelo. Aunque, se podría generar un determinado nivel de compactación a partir de los movimientos de las partículas, siempre y cuando el contenido de agua sea en una cierta proporción.

* Proctor Modificado

Según Sanz afirma que “la finalidad del ensayo Proctor es determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que permite la mejor compactación para una energía dada” (1975. 40 p.). Lo que deja en evidencia es la relación entre la compactación del suelo establecido y la densidad seca del mismo, la cual está relacionada proporcionalmente. Este vínculo es representado mediante unas curvas en un plano cartesiano, ubicando los puntos de humedad en el margen de las abscisas y los puntos de las densidades en el margen de las ordenadas, todo ello a partir de una muestra obtenida de un determinado suelo seco. Así como lo interpreta Sanz en la siguiente imagen.

Figura 8 Resultados del ensayo Proctor



Fuente: Sanz, 1975. 42 p.

De manera representativa, la curva de saturación se ve representada por la curva que está punteada, mientras que las variables d_1 y d_2 representan la humedad máxima, ya sea para el ensayo de tipo normal o el modificado, con lo que obtiene la máxima densidad para un grado establecido de compactación.

1.3.2 Mejoramiento de la Transitabilidad

A. Capacidad de Soporte

La capacidad de soporte es una de las propiedades más importantes del suelo, ya que su comportamiento es más complejo que el de otros materiales, debido a que está constantemente sometido a tensiones. Dicha característica, no solo depende del tipo de suelo que posea, sino también de las propiedades que tenga internamente, como el contenido de humedad, el grado de compactación, la estructura interna, entre otros. Es por ello que, en materia de estudio, un suelo debe ser analizado con el fin de obtener el valor de dicha característica, ya que según Reyes afirma que “esta etapa de evaluación consiste en determinar la capacidad estructural o portante del sistema pavimento-subrasante de una vía existente en cualquier momento de su vida o servicio” (Reyes, 2005. 6-47 p.). Asimismo, uno de los factores a tener en cuenta en esta evaluación es la forma y la dimensión del área cargada, ya que la resistencia está ligada a la forma, a las dimensiones, a la velocidad de aplicación de carga y la misma deformación del suelo.

Según Rico manifiesta que “la deformabilidad suele crecer mucho hacia abajo y la terracería es mucho más deformable que el pavimento propiamente dicho y dentro de éste, la subrasante capa inferior, es mucho más deformable que las capas superiores.” (2005. 103 p.). Generalmente en los pavimentos, las deformaciones interesan como es usual en la ingeniería, desde dos puntos de vista. Por un lado, porque las deformaciones excesivas están asociadas a estados de falla y, por otro lado, porque es sabido que un pavimento deformado puede dejar de cumplir sus funciones, independientemente de que las deformaciones no hayan conducido a un colapso estructural propiamente dicho.

A.1 Nivel de Compactación

Según Sanz manifiesta que “cuando más compacto y denso es un suelo, más resistente será” (1975, 40 p.). Es evidente que, la resistencia de un suelo está íntimamente vinculada a la compactación del mismo y por ende a su respectiva densidad.

“Por otra parte, deberá existir un consenso acerca de lo que se entiende por compactación, ya que su definición como la simple "compresión" del suelo puede no ser suficiente” (Callaba, 2005 109. p.). Por consiguiente, se deberá realizar la

evaluación o cuantificar las propiedades, así como la erosión y la estabilidad de los agregados y el desprendimiento de las partículas del suelo

* CBR

“El CBR es el ensayo más empleado en la técnica vial, siempre que se trate de determinar la resistencia de un suelo, aunque los resultados obtenidos no den siempre una indicación exacta” (Sanz, 1975. 53p.)

La finalidad de la prueba del CBR es la de estudiar y cuantificar la resistencia mecánica de un determinado suelo, por lo que básicamente, su coeficiente denota la calidad de un suelo en comparación con el suelo tipo, en donde se precisa la debida humedad y la respectiva compactación estándar. Según Sanz manifiesta que “un CBR inferior a 10 corresponde a un mal suelo” (1975, 53 p.)

Por un lado, es recomendable para suelos en donde predominan las arcillas, ya que las partículas de estos solo se saturan en un amplio régimen de tiempo, es decir, con el pasar de meses o años. Por otro lado, el ensayo del CBR no es nada favorable para suelos arenosos. Por lo que Sanz refiere que “se pueden encontrar índices CBR superiores a 100, lo que no constituye una anomalía”. (1975, 53 p.). Sin embargo, se debe tener en cuenta que el coeficiente CBR y el grado de compactación varían de igual manera.

B. Deflexión del suelo

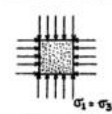

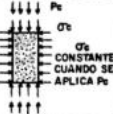
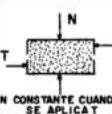
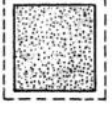
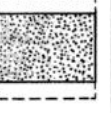
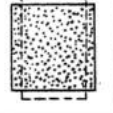
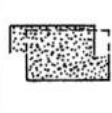
Según Higuiereta refiere que “la deflexión permite ser correlacionada con la capacidad estructural de un pavimento, de manera que, si la deflexión es alta en un modelo estructural, la capacidad estructural del modelo del pavimento es débil o deficiente” (2009. 74 p.). Es por ello que, la deflexión de una capa del suelo, o de una estructura como la de un pavimento es la respuesta obtenida por la aplicación de una carga externa tipo vertical.

B.1 Esfuerzo-Deformación

“El conjunto de datos de un proceso incitación-respuesta que constituye lo que usualmente se llama la relación o relaciones esfuerzo- deformación” (Rico, 2006 .35 p.). A medida que se apliquen las cargas, ya sea con una determinada intensidad y con

una velocidad aplicada, el tema en materia de preocupación será el de la deformabilidad, así como también el de la misma resistencia del material para responder a los esfuerzos a los que se esté sometiendo.

Figura 9 Tipos comunes de pruebas esfuerzo-deformación

PRUEBA	COMPRESION ISOTROPA	COMPRESION CONFINADA (consolidómetro)	COMPRESION TRIAXIAL	PRUEBA DIRECTA
CONDICIONES BASICAS				
TIPO DE DEFORMACION	VOLUMETRICA 	PRINCIPALMENTE VOLUMETRICA, PERO CON ALGO DE DISTORSION 	DISTORSION Y VOLUMETRICA 	PRINCIPALMENTE DISTORSION Y ALGO DE VOLUMETRICA 
USOS	PARA ESTUDIOS DE DEFORMACION VOLUMETRICA	PARA REPRODUCIR ALGUNAS CONDICIONES REALES DE CAMPO	PARA EL ESTUDIO DE RESISTENCIA DE LOS SUELOS ES LA PRUEBA MAS COMUN	PARA EL ESTUDIO DE RESISTENCIA DE LOS SUELOS

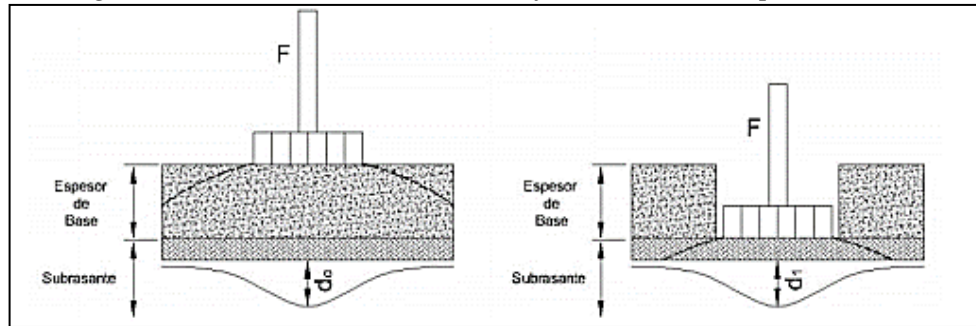
Fuente: Rico, 2006. 35 p.

* Deflectómetro de Impacto

Actualmente existen pruebas de ensayo en las que no es necesario destrozarse capas de una estructura vial para poder analizar la capacidad estructural de un pavimento y la resistencia de una subrasante, tal es el caso del deflectómetro de impacto, que mediante la aplicación de una carga estándar “genera una cavidad de deflexiones, con lo que se procede a determinar una vasta cantidad parámetros, permitiendo así permiten el cálculo de la capacidad soporte de la subrasante” (Higuera, 2009. 74 p.).

Por un lado, el uso de este instrumento para la determinación de la deflexión de la subrasante es factible tanto en lo técnico como en lo económico, “ya que no son procesos destructivos, por lo que cuentan con una tecnología muy prestigiosa y rápida, que cuando se utiliza de forma adecuada se tiene mucha información con un costo razonable y sin perder mucho tiempo” (Higuera, 2009. 74 p.). Cabe recalcar que, en el mercado de estos productos existen dos tipos, uno liviano y uno pesado, de los cuales, el primero se puede manejar y transportar por una sola persona y el segundo utiliza una placa con carga determinada transportada en un vehículo.

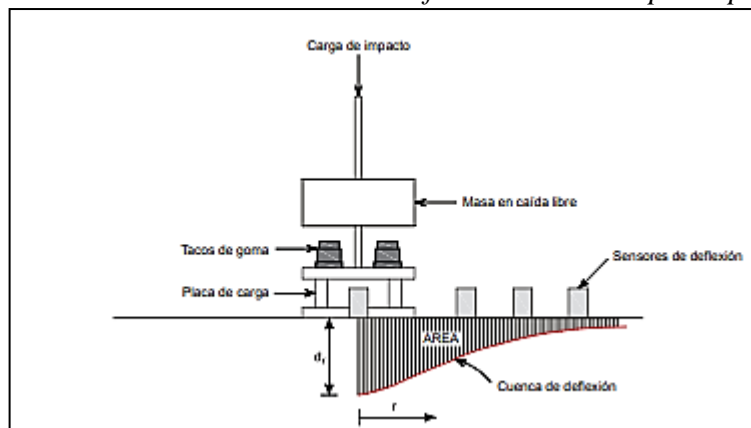
Figura 10 Forma de medición del deflectómetro de impacto liviano



Fuente: Rivera, 2009. 7 p.

Por otro lado, existen diversas metodologías que permiten la obtención de la información generada por el deflectómetro de impacto, a partir de una onda de carga que va directa a la capa de suelo por estudiar, según Higuiereta manifiesta que, “la onda es generada por el choque entre el suelo y el equipo a partir de una caída de una masa determinada, la cual está transmitida por medio de amortiguadores, los cuales conforman un sistema elástico en apoyo de una placa con carga” (2009. 75 p.). Asimismo, cabe precisar que, puede variar las magnitudes para la masa, para los mismos amortiguadores elásticos y así como para la altura de la caída deseada. A su vez, las colocaciones de los sensores de deflexión van a una distancia que varía cada 30 cm, en un intervalo de 0 y 180 cm.

Figura 11 Forma de medición del deflectómetro de impacto pesado



Fuente: Higuiereta, 2009. 76 p.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿Cómo determinar la estabilización de la subrasante utilizando Geoceldas para la mejora de la transitabilidad del tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez-Callao?

1.4.2. Problemas Específicos

¿Cómo el incremento de la capacidad soporte de la subrasante, utilizando geoceldas, mejorará la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez - Callao?

¿Cómo la disminución de la deflexión de la subrasante, utilizando geoceldas, mejorará la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez - Callao?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1 Teórica

Por un lado, el presente proyecto de investigación se plasmará con la finalidad de aportar el conocimiento existente sobre la estabilización de la subrasante mediante teorías y normas técnicas de las variables, cuyos resultados obtenidos podrán ser considerados como conocimientos, puesto que se estará demostrando mejora de la transitabilidad.

Por otro lado, según Bernal refiere que “una justificación teórica genera reflexión y debate académico sobre el conocimiento que existe, para confrontar una o más teorías, y poder los contrastar resultados conocimiento extraído”. (2010. p. 106).

En consecuencia, se desea justificar la presente teoría planteada mediante los sustentos aportados por Martín (2017), el cual, define la estabilización de una subrasante, perteneciente a la variable independiente. Mientras que, para la variable dependiente, definida como el mejoramiento de la transitabilidad, se apoya en el concepto recogido de la Corporación Andina de Fomento (2010).

1.5.2 Práctica

Según Bernal manifiesta que “una justificación práctica ayuda a resolver un problema o propone una o más estrategias para contribuir con la solución”. (2010. p. 106).

La presente investigación se justifica mediante los sustentos de autores anteriores consultados en esta investigación como Cuartas, Claudia (2015), las características y ventajas que proporciona este sistema de confinamiento celular como reforzamiento estructural, con el fin de posibilitar el transporte tanto de las personas como de las cargas no sólo en este sector sino a nivel nacional.

1.5.3 Metodológica

Según Bernal refiere que “la justificación metodológica brinda un nuevo método o una nueva estrategia para otorgar un conocimiento con validez y de confianza”. (2010. p. 107).

Para alcanzar los objetivos de la tesis, se aplicarán técnicas y procedimientos de investigación los cuales obedecen los esquemas planteados por el área de investigación de la Universidad Cesar Vallejo. Así, los resultados del estudio contribuirán a mejorar la estabilización de los suelos en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez-Callao puesto que se respaldará en técnicas de investigación mediante: registros, análisis e interpretación de los datos recolectados de campo.

1.5.4 Socioeconómica

Según Ñaupas afirma que “cuando la investigación va a resolver problemas sociales que afectan a un grupo social; en que afectaría dicha investigación o que impacto tendría sobre la sociedad, quienes se beneficiarían con tal desarrollo. Relevancia social. Trascendencia, utilidad y beneficios”. (2014. p.165).

Como tal, el mejoramiento de la transitabilidad tendrá en efecto la ampliación y utilización de una vía, ya sea para el mismo tránsito peatonal, como para el mismo ornato público de la zona en estudio, con lo que traería consigo la demanda de puestos de trabajos para la misma ejecución de estas o para los futuros mantenimiento de esta vía.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Determinar la estabilización de la subrasante utilizando geoceldas para la mejora de la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez - Callao.

1.6.2 Objetivo Específico

Incrementar la capacidad soporte del suelo utilizando geoceldas para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez utilizando geoceldas – Callao.

Disminuir la deflexión de la subrasante utilizando geoceldas para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez utilizando geoceldas – Callao.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de investigación

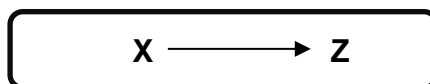
2.1.1. Tipo de Investigación

Es aplicada porque busca el uso de los conocimientos que se obtienen. También se encuentra unida con la investigación básica, debido que necesita de los resultados y mejoras de esta última; entonces queda claro que una investigación aplicada necesita de un marco teórico (Behar, 2008, p. 20). La investigación es aplicada, porque se fundamenta en aspectos teóricos, para plantear una salida al problema principal.

2.1.2. Enfoque de la Investigación

Salman afirma que “lo cuantitativo es perteneciente o relativo a la cantidad y de su análisis se determinan las porciones de cada elemento analizado” (2003, p. 116). Lo que deja en evidencia que, en las investigaciones enlazadas a este tipo de enfoque existe la preocupación por magnitudes, proporciones, datos agregables, entre otros.

Dónde:



X: Es la zona a estudiar y la población que será beneficiada.

Z: Es la información que se obtendrá de la zona de estudio.

2.1.3. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación es descriptivo, ya que se busca “indagar el nivel o estado de una o más variables en un tiempo único”. Es decir que se pretende realizar descripciones comparativas entre grupos o subgrupos de objetos o indicadores. (Hernández, 2019, p. 177)

Además, Hernández manifiesta que “con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupo, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández, 2014, p. 92)

Es por ello que, se pretende cuantificar y recopilar información de manera independiente o conjunta acerca de las definiciones o de las variables preseleccionadas,

lo que conlleva a que su objetivo como tal no sea indicar cómo se relacionan éstas. Asimismo, a partir de ello, se desea obtener la reacción del suelo luego de aplicarle la técnica, en este caso las geoceldas.

2.1.4. Diseño de la investigación

Es no experimental ya que “consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo en determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o tal condición. Es decir que, se hace uso de la medición de las variables y de la observación del comportamiento de estas mismas en su contexto natural para luego poder analizarlas. (Hernández, 2019, p. 174)

Asimismo, es transversal porque se “recolectan datos en su solo momento, en un solo tiempo, con el propósito de describir variables en una muestra o población, así como el de evaluar una situación, fenómeno o contexto en un punto del tiempo, para poder analizar la incidencia de determinadas variables, así como su interrelación en un periodo. (Hernández, 2019, p. 176)

Debido a que la presente investigación consta de un diseño no experimental - transversal, ya que no habrá manipulación por la variable independiente, es decir por la “estabilización de la subrasante” por lo que se realizará pruebas de estudio de suelos en laboratorios y también obtendremos información del terreno por medio de un levantamiento topográfico y de los resultados obtenidos se planteará el diseño y presentará efecto en la variable dependiente.

2.2 Operacionalización de variables

2.2.1 Variable Independiente: Estabilización de la subrasante

Según Martín (2017) manifiesta que la estabilización es un proceso mediante el cual se manipula un suelo para mejorar sus características y aprovechar sus cualidades.

Asimismo, Fernández (1993) refiere que este proceso modifica un suelo para darle las condiciones aptas o mejoras a su comportamiento como estructura de un pavimento. De tal manera que, aumenta la capacidad soporte del material y lo hace menos sensible a la acción del agua, así como también alcanzar alta rigidez y buena capacidad para absorber tensiones de tracción.

2.2.2 Variable Dependiente: Mejoramiento de la transitabilidad

Según la CAF (2010) manifiesta que, la transitabilidad es la posibilidad de llegar a los sitios que sirve la vía, resolver problemas de transitabilidad, debe ser el primer objetivo de un plan de mejoramiento vial.

2.2.3 Técnica de aplicación: Sistema de Confinamiento Celular (Geoceldas)

2.2.4 Operacionalización de variables

Según Hernández manifiesta que la “definición de variables, es decir la conceptualización de las mismas y la elección del sistema de cuantificación a la que serán sometidas para evaluar su impacto en el problema de estudio” (2002 p. 260).

Figura 12 Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumentos	Escala de Medición
VI: Estabilización de la subrasante	La estabilización es un proceso mediante el cual se manipula un suelo para mejorar sus características y aprovechar sus cualidades. (Martín, 2017)	Proceso que modifica un suelo para darle las condiciones aptas o mejora a su comportamiento como estructura de un pavimento. De tal manera que, aumenta la capacidad portante del material y lo hace menos sensible a la acción del agua, así como también, alcanzar alta rigidez y una buena capacidad para absorber tensiones de tracción. (Fernández, 1993)	Sistema de Confinamiento Celular	Resistencia a cargas	Equipo de Módulo de Reacción	RAZÓN
			Resistencia al Corte	Humedad Óptima Densidad Máxima	Equipo de Proctor Modificado	RAZÓN
VD: Mejoramiento de la Transitabilidad	Es la posibilidad de llegar a los sitios que sirve la vía; resolver problemas de transitabilidad debe ser el primer objetivo de un plan de mejoramiento vial. La vía puede ser intransitable, transitable sólo algunos meses del año o transitable durante todo el año. (CAF, 2010)	Es la capacidad de trasladarse de un punto a otro por una o más vías, ya sea en corto o largo tiempo, esto se debe al volumen de tránsito que presente cada vía. (Requejo, 2013)	Capacidad de Soporte	Nivel de Compactación	Equipo CBR	RAZÓN
			Deflexión del Suelo	Esfuerzo - Deformación	Deflectómetro de Impacto	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Según Arias define a la población como “un conjunto limitado con características similares con conclusiones de manera extensa para la investigación. Por lo que, queda limitada por los objetivos y el problema de investigación” (2012. p. 82).

Por lo que, en el presente proyecto de investigación, la población está conformada por 300 metros lineales, pertenecientes a las cuadras n°17, 18, 19 del tramo Av. Elmer Faucett – Av. Universitaria de la Avenida Vicente Morales Duárez en el Distrito de Carmen de la Legua Reynoso. Cabe precisar que, la subrasante en la cual se realiza la presente investigación se encuentra entre la Av. Morales Duárez y el río Rímac. Por lo que, en esta zona el terreno se encuentra naturalmente no tan desnivelado como los que se encuentran adyacentes a este tramo. También, es importante mencionar que, no será en la avenida como tal, ya que se viene realizando trabajos por sectores de infraestructura vial a lo largo de la vía mencionada por empresas privadas y/o públicas que de alguna u otra forma reducen los espacios para la presente zona de estudio. Por ende, zona que se encuentra por información recopilada de manera cualitativa respecto a la estabilización de la subrasante en un tramo de la avenida Morales Duárez.

2.3.2 Muestra

De igual manera, Arias (2012) refiere que una muestra es “un subconjunto específico y limitado separado de la población” (p. 82). Para lo cual, en el presente caso se considera un subconjunto correspondiente a la vía preseleccionada que colinda con la avenida Morales Duárez y a su vez con el Río Rímac, la cual está constituida por 3 muestras de 3 metros lineales cada una, con 1.50m de profundidad y con un ancho de 0.50 m, todo ello, para la respectiva recolección de datos y posterior análisis de los mismos en un laboratorio.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica “es un medio el cual nos sirve de medio para la investigación del proyecto, formando parte del método científico” (Arias 2012, p. 67). Para ello, existen dos tipos de procesamiento de datos, entre ellos se tiene:

- Proceso manual
- Proceso digital.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, se debe mencionar que, este caso se utilizará el de tipo manual, debido a que se tiene que usar hojas tabuladas con la finalidad de recolectar y agrupar los datos y/o características obtenidas.

2.4.2 Instrumentos de investigación

Como el enfoque del presente proyecto de investigación es cuantitativo los principales instrumentos de investigación son:

- Proctor Modificado, mediante el molde y la martillo, luego de utilizar el horno para secar la muestra de suelo se determinará la capacidad soporte del suelo.
- Equipo CBR: con el cual se estudiará y cuantificará la resistencia mecánica de un determinado suelo.

2.4.3 Validez

Para los autores Baptista, Fernández y Hernández (2012) el concepto validez en la presente investigación corresponde a que “en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p.211). En este caso el proceso de validez se obtiene a través de los ensayos de laboratorio, en las cuales se indicarán las variables independiente y dependiente de la presente investigación, haciendo las preguntas claras y concisas para poder determinar la validez de las hipótesis.

Tabla 1 Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Ericka Claudia Bonilla Vera	Gustavo Adolfo Aybar Arriola	Ernesto A. Villar Gallardo	Promedio
VI: Estabilización de la Subrasante	1.0	0.85	0.8	0.88
VD: Transitabilidad	0.9	0.9	0.85	0.88
Índice de Validez				0.88

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de mis instrumentos de validez se tiene que, de cada experto se obtiene un valor, es decir, un coeficiente de validez, tanto para variable independiente como para la variable dependiente, los cuales serán promediados entre los tres ingenieros civiles para así obtener el índice de validez, el cual es de un 88%, el cual a su vez indica que, este instrumento posee una magnitud alta de validez.

2.5 Procedimiento

En primer lugar, se procederá a determinar la topografía de la zona en estudio. Luego se procede a extraer las muestras, a partir de las calicatas, las cuales tienen unas dimensiones de 3ml de largo, 1.5m de profundidad y 0.50 ml de ancho. Después realizar los ensayos de mecánica de suelos y obtener las características y propiedades de la materia. Una vez definido las características técnicas de la subrasante y de acuerdo a estas, se procederá a aplicar el sistema de confinamiento celular. Una vez obtenido los resultados se procederá a obtener las conclusiones.

2.6 Métodos de análisis de datos

Para el presente proyecto de investigación, se dio como base principal las características y el estado de la subrasante de la zona predeterminada de la vía ya mencionada, son obtenidas no solo visualmente, sino a través de un estudio de suelos, precedente a unas calicatas. La metodología de evaluación del suelo fue superficial y estratificada, ya que, mediante los respectivos cálculos se dará a conocer el estado actual de la subrasante. Por último, se procederá a realizar el análisis de datos con los resultados obtenidos de los estudios de laboratorio, para luego poder proponer una mejor transitabilidad mediante a través de la mejora de resistencia de dicho suelo en función de la norma CE 020 de Estabilización de Suelos y Taludes del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.7 Aspectos éticos

2.7.1 Validez científica

De la información debidamente extraída de las fuentes mencionadas correspondientemente con su debido autor o autores, ni una de los datos o frases fue modificado y/o alterada, recalcando así, la validez teórica de esta investigación.

2.7.2 Valor Social

Respecto a la colaboración de cada persona que proporcionó información o datos necesarios para la realización del presente proyecto de investigación, ninguna fue sometida obligatoriamente ni fue expuesta al peligro.

III. RESULTADOS

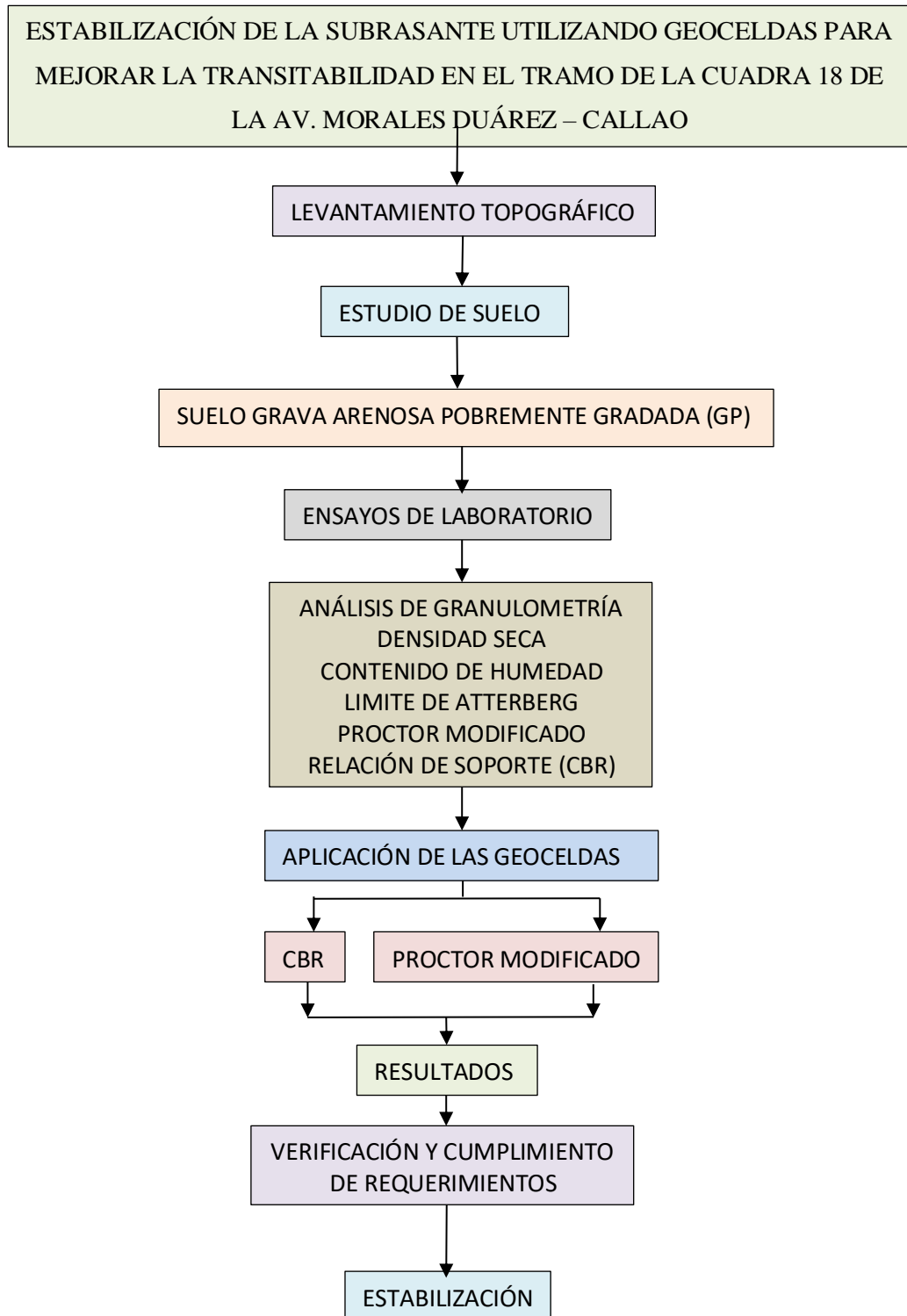
3.1 Tratamiento de los Resultados

Para la obtención de los resultados del presente proyecto de investigación se realizó la siguiente secuencia. En primer lugar, se determinó el lugar para colocar los puntos de exploración, y realizar dos calicatas de donde se obtuvieron las dos muestras. Posterior a ello, se efectuó el levantamiento topográfico para determinar las cotas y los niveles del terreno en estudio (Ver Anexo 5). Una vez definido los puntos de altitud y latitud en donde se harían las dichas excavaciones, se procedió a extraer el material necesario de cada muestra obtenido, las cuales estaban separadas por una distancia de 10 metros de longitud desde el eje de cada una. Siguiendo con la secuencia se procedió a llevar las muestras al laboratorio de suelos para que se efectuasen los respectivos ensayos determinados, que son los siguientes:

Clasificación SUCS	NTP 339.116.150 / ASTM D 2488 – 09A
Ensayo de Sales Solubles Totales	NTP 339.152 – 2002
Ensayo de Cloruros Solubles	NTP 339.177 – 2002
Ensayo de Sulfatos Solubles	NTP 339.178 – 2002
Ensayo de Análisis de Granulometría	NTP 339.128 / ASTM D 422
Ensayo de Límites de Consistencia	ASTM D 427 / D4318
Ensayo CBR	ASTM D 1883.

Luego de haber obtenido el contenido óptimo de humedad de cada muestra se procedió a pasar a efectuar el ensayo de la relación soporte (CBR) a la muestra del suelo con el refuerzo de los geosintéticos, con lo cual se obtuvo

Figura 13 Diseño de Ingeniería



Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados de acuerdo a objetivos

3.2.1 De acuerdo al Objetivo General

A. Determinar la influencia de la estabilización de la subrasante utilizando geoceldas para la mejora de la transitabilidad en el tramo de la cuadra N° 18 de la Av. Morales Duárez.

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que con la aplicación de las geoceldas en un suelo de categoría GP de acuerdo a la clasificación SUCS que es de tipo Grava arenoso pobremente gradada se tiene que la capacidad soporte, es decir, el California Bearing Ratio (CBR) de cada muestra, de tal manera que se cumple las especificaciones técnicas que debe considerar en la capacidad soporte de una subrasante. La siguiente tabla demuestra los valores obtenidos en el después y antes de utilizar el sistema de confinamiento celular

Tabla 2 Resumen de resultados de la mejora de la resistencia del suelo del tramo de la Av. Morales Duárez

MEZCLA	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN		EXPANSIÓN %	CBR %
		MDS	OCH		
SUELO GRAVA ARENOSA CON POBRE GRADACIÓN	0%	1.96	14.25	0%	0.25
	4%	2.01	9.09	0%	
SUELO GRAVA ARENOSA CON POBRE GRADACIÓN + GEOCELDAS	0%	2.18	11.04	0%	0.65
	6%	2.23	9.31	0%	

Fuente: Elaboración propia

Como en la problemática general se especifica la mejora de la transitabilidad en el tramo seleccionada de la avenida Morales Duárez, a continuación, se elaborará una propuesta de diseño de pavimento flexible con el uso del aplicativo AASHTO 93.

Figura 14 Aplicativo AASHTO 93'

Fuente: Aplicativo AASHTO 93'

Con el cual se procederá a hallar el factor del del número estructural para poder introducirlo en fórmula para el diseño del pavimento flexible.

Figura 15 Índice Medio Anual

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMD _s =	Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
IMDa =	Índice Medio Anual
Vi =	Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
FC =	Factores de Corrección Estacional

Fuente: Elaboración propia

Se procede a encontrar el índice medio anual para posterior a ello poder hallar el ESAL y así poder estimar el número estructural del pavimento.

Figura 16 Vehículo en dos sentidos por día

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil	50	78	35	46	80	90	70	449	64	1.0592	68
Camioneta	92	82	81	48	80	57	47	487	70	1.0592	74
Micro	52	35	39	35	35	23	20	239	34	1.0592	36
Camion 2 EE	38	32	32	28	32	30	12	204	29	0.9671	28
Camion 3 EE	27	23	23	9	23	19	9	133	19	0.9671	18
Semi Traylor T2S1	11	15	8	6	14	12	2	68	10	0.9671	9
TOTAL	270	265	218	172	264	231	160	1580	226		233

Fuente: Elaboración propia

Aquí se muestra el conteo vehicular según el tipo de vehículos que transitan por día en ambos sentidos del tramo de la Avenida Morales Duárez, Callao.

Figura 17 IMD según el tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	64	28.32
Camioneta	70	30.97
Micro	34	15.04
Camion 2 EE	29	12.83
Camion 3 EE	19	8.41
SEMI TRAYLER T2S1	10	4.42
IMD	226	100.00

Figura 18 Distribución según el tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	Distribución (%)
Automovil	28.32
Camioneta	30.97
Micro	15.04
Camion 2 EE	12.83
Camion 3 EE	8.41
SEMI TRAYLER 2S1	4.42
IMD	100.00

Fuente: Elaboración propia

Se tiene que para cada tipo de vehículo que ha transitado por la vía en estudio se tiene una distribución, los cuales en conjunto suman cien por ciento.

Figura 19 Valor de ESAL según el tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	ESAL					
Automovil	600	0.5	0.8	0.00058	365	12.01	610.20408
Camioneta	421	0.5	0.8	0.00676	365	12.01	4990.27702
Micro	387	0.5	0.8	3.99000	365	12.01	2707570.19
Camion 2 EE	195	0.5	0.8	3.99000	365	12.01	1364279.55
Camion 3 EE	134	0.5	0.8	4.63000	365	12.01	1087881.65
Semi Trailer 2S1	79	0.5	0.8	7.46000	365	12.01	1033384.12
Total	1816					TOTAL ESAL	6198715.99

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se tiene que para la tasa de crecimiento anual se estima un 5% y un periodo de diseño de 20 años. Correspondientemente se tiene los siguientes factores para la obtención del ESAL

Figura 20 Factores de desempeño

fc=	12.01
Fd	0.5
Fc	0.8
Fd*Fc	0.4

Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Factores para el cálculo del número estructural

PERIODO DE DISEÑO (años)	20
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	7839755.67
SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4
SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.59
FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.282
OVERAKK STANDARD DEVIATION (So)	0.45

Fuente: Elaboración propia

Una vez estimados todos los parámetros para proponer el diseño de pavimento flexible, se procederá a introducirlos en el aplicativo antes mencionado para así obtener el número estructural.

Figura 22 Obtención del número estructural a través del aplicativo AASHTO 93

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for "Reliability (R)" and a text box for "So" with the value "0.45".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (value "4") and "PSI final" (value "2.59").
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for "Mr" with the value "36953.49 psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)", "Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18".
- Número Estructural:** A text box showing "SN = 2.18".
- Buttons:** "Calcular" and "Salir".

Fuente: Elaboración propia

Por último, una vez obtenido efectuado la fórmula para la obtención del número estructural se tiene que, este tiene un valor de 2.18

3.2.2 Resultados de acuerdo a los objetivos específicos

Según los resultados obtenidos para contrastar cada una de las hipótesis específicas se tiene que para la muestra se realizó dos calicatas cada una de ella con 3m de largo y 1.5m de profundidad de tal manera que se buscaba obtener las características físicas y el comportamiento mecánico de las muestras antes de poner a prueba el sistema de las geoceldas.

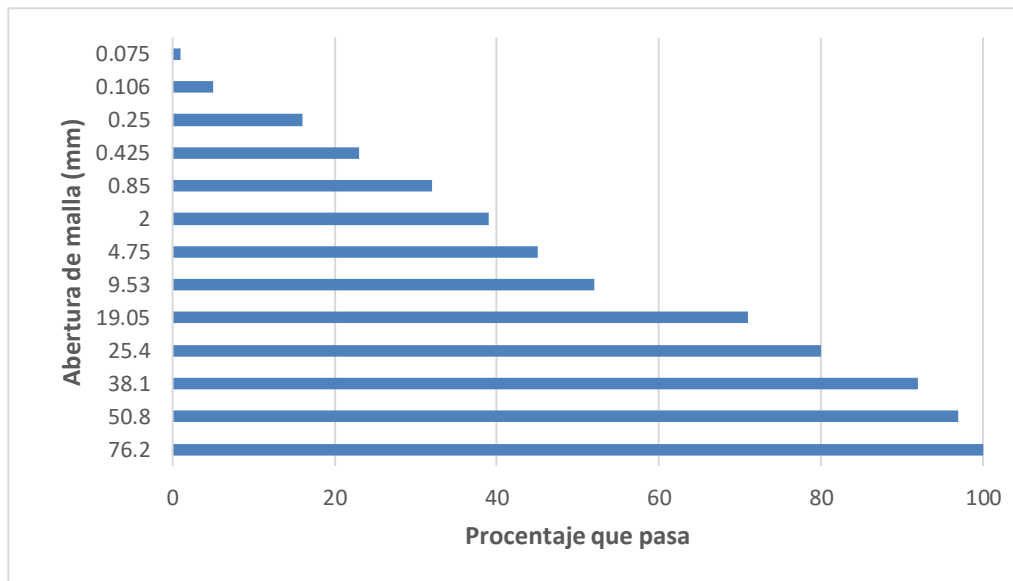
En primer lugar, se procedió a realizar el ensayo del análisis de granulometría de la muestra obtenida sin aplicar los geosintéticos para obtener la clasificación de los granos de la muestra de suelo y determinar los diferentes tamaños de las partículas del suelo en estudio y obtener de esta manera la cantidad de cada uno de estos, expresados en tanto por ciento que pasan los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo.

Tabla 3 Análisis Granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D 422		
MALLA	ABERTURA mm	% QUE PASA
3"	76.20	100
2"	50.80	97
1 1/2"	38.10	92
1"	25.40	80
3/4"	19.05	71
3/8"	9.53	52
N° 4	4.75	45
N° 10	2.00	39
N° 20	0.85	32
N° 40	0.425	23
N° 60	0.250	16
N° 140	0.106	5
N° 200	0.075	1

Fuente: Elaboración propia

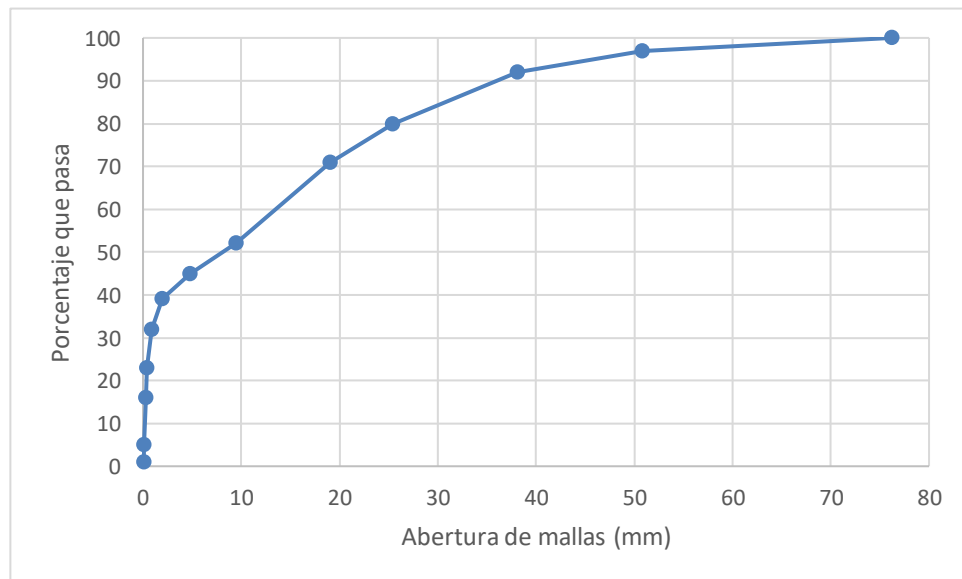
Figura 23 Representación en grafica del análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados anteriores se obtiene un tipo de suelo con grava arenoso pobremente gradada con un 55% de grava, con un 44% en arenas y 1% de finos. Por ende, de acuerdo al comportamiento de los finos se obtiene los límites de consistencia. A continuación, se representa gráficamente la curva que se genera el contenido que pasa por cada malla de los tamices.

Figura 24 Curvatura del análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

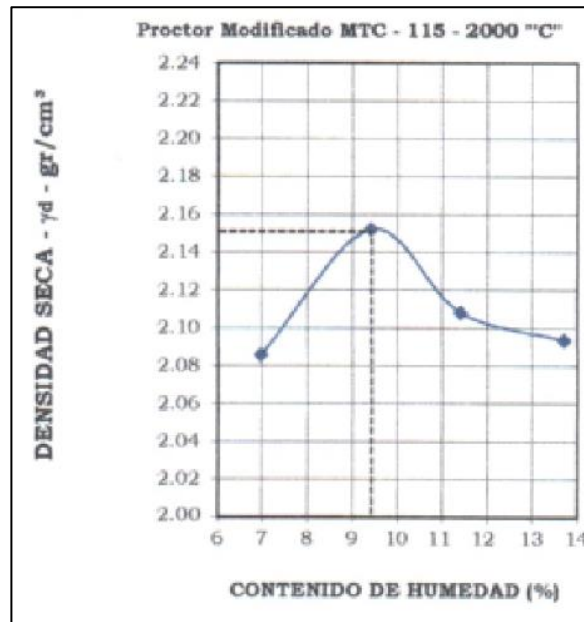
Figura 25 Límites de consistencia

LÍMITES DE CONSISTENCIA		
ASTM - D 427 / D 4318		
Límite líquido (%)		NT
Límite plástico (%)		NP
Índice plástico (%)		-
Límite de contracción (%)		-
Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282		
Coefficiente de:		
-Uniformidad		62.58
-Curvatura		0.23
Material:		
-Grava (%)		55
-Arena (%)		44
-Finos (%)		1
Clasificación:		
-AASHTO		
-SUCS	GP con arena	
Nombre de grupo:		
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216		
Humedad natural (%)		2.8

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos – Planet Consultores

Como se puede apreciar, según el ensayo de Límites de consistencia del laboratorio de Mecánica de suelos de Planet Consultores de acuerdo a la norma ASTM D-427 / D-4318 se tiene que la muestra en estudio no presenta límite plástico y límite líquido. Asimismo, a través de la normativa ASTM D-2487 / D-3282 refiere que el coeficiente de uniformidad es de 62.58, es decir que pertenece a la relación D60 la uniformidad de las partículas del suelo. A su vez, el coeficiente de curvatura es de 0.23. Por último se tiene que, el porcentaje de la humedad de la muestra es de un 2.8%.

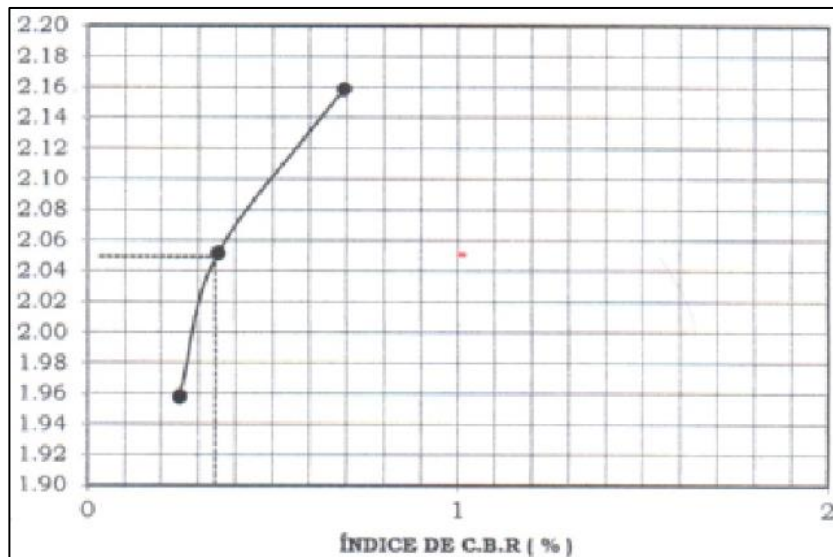
Figura 26 Relación densidad seca y contenido de humedad



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos – Planet Consultores

De acuerdo a la normativa del MTC 115 – 2000C se tiene la relación densidad seca en unidades de gr/cm² y el contenido de humedad en porcentaje.

Figura 27 Índice CBR



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos – Planet Consultores

De acuerdo a la normativa ASTM D1883 se obtiene un CBR con 0.1 pulgada de penetración al 95% de máxima densidad seca de 0.35% y un CBR de 0.1 pulgada de penetración al 100% de máxima densidad seca de 0.65%.

Para la obtención del Módulo Resiliente se procede a aplicar la siguiente fórmula:

Figura 28 Módulo de Resiliencia a partir del CBR

$$M_R(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0,64}$$

Fuente: Guía de Diseño de Pavimento AASHTO 93

Por ende, se tiene que el valor del Módulo Resiliente para una subrasante según el valor del CBR a partir de la fórmula que nos entrega la guía para el diseño de pavimentos AASHTO 93, se tiene lo siguiente:

$$Mr = 2555 \times (65)^{0.64}$$

$$Mr = 36,953.49$$

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo al antecedente de la investigación realizada en la tesis de la Srta. Laura Martín de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, existe concordancia con los resultados ya que en ese proyecto de investigación se dio estudio a un suelo blando proveniente de una subrasante, en donde se comprueba que la utilización de las geoceldas aumenta el nivel de la capacidad soporte de la capa de suelo otorgándole un valor de CBR > 70%.

En discrepancia con los antecedentes de la tesis del Sr. Andrés Bustamante realizada en la Universidad de Cuenca, Ecuador; en donde se tiene presente la falla que se dio en el máximo esfuerzo del geosintético en este caso de la geomalla, ya que el suelo era en su mayoría grava y la altura de estas estructuras son de apenas unos milímetros con el impacto de la carga desde la superficie se iba a desmoronar en la parte de abajo, es por ello que se recomienda utilizar otro tipo de geosintético para poder cumplir con los parámetros mínimos.

De acuerdo al antecedente del proyecto realizado por el tesista Alejos Cáceres realizada en el distrito de Guadalupito, Virú, La Libertad existe una concordancia con los resultados, ya que gracias a los efectos derivados del estado de las vías se pudo identificar patrones, relaciones y la actualización en la información para el análisis de un territorio.

V. CONCLUSIONES

Después de la realización de los estudios de suelo y de obtener el comportamiento mecánico de la muestra obtenida de la Cuadra N° 18 de la Av. Morales Duárez en un antes y después de haber utilizado el sistema de confinamiento celular, es decir, las geoceldas se llega a las siguientes conclusiones:

1. Para la presente investigación, se efectuó el estudio de un terreno con material de relleno colindante a la Av. Morales Duárez y al río Rímac, de tal modo que se buscó evaluar los requisitos mínimos del comportamiento mecánico que debe contar una subrasante. Del análisis de las muestras obtenidas, es decir de las 02 calicatas se tiene que el tipo de suelo según la clasificación SUCS es de Grava arenosa pobremente gradada (GP) con plasticidad nula, medianamente denso, ligeramente húmedo, de color gris claro. Es un suelo que al momento de la excavación se encontró estable, que presenta bolonerías y bloques de gran tamaño. Asimismo, su composición está conformada por gravas con un porcentaje del 55%, en arenas con un porcentaje de 44% y con un porcentaje de finos de 1%; de donde la primera calicata se obtiene un CBR de 01” al 100% una Máxima Densidad Seca de 2.20 gr/cm³, ya que en un principio estos datos no cumplían con la mínima resistencia que debe tener una subrasante. Además, se pudo determinar que de manera técnica es viable utilizar las geoceldas como refuerzo de para una capa de la subrasante, de tal manera que se mejora las condiciones mecánicas del suelo en estudio y aumentando la resistencia de este.
2. Luego de haber realizado las 02 pruebas para determinar el nuevo comportamiento mecánico de la muestra de suelo utilizando las geoceldas se demuestra que, al aplicar este sistema de confinamiento celular la capacidad soporte de la subrasante aumenta notablemente, obteniendo así la estabilización de esta capa del suelo en estudio.
3. El haber estudiado las dos muestras, cada una diferente de la otra, ya sea una en un terreno natural aplicándole los ensayos ya mencionados y la otra con la aplicación de esta nueva tecnología que son los geosintéticos se demuestra que la capacidad portante del suelo es superior a la resistencia que tenía en un principio el propio terreno natural. Por lo que esto, da pie a que en un futuro se pueda utilizar como fundación para una nueva estructura vial ya sea un pavimento de concreto o de asfalto.

VI. RECOMENDACIONES

1. Antes de utilizar o pensar usar estas nuevas tecnologías para el mejoramiento de la resistencia del suelo se recomienda hacerle una prueba en donde se determine las características mecánicas, es decir el comportamiento de este material frente a una carga unitaria, para obtener de la deflexión de estas, así como las cargas laterales y la resistencia misma.
2. Debido al tipo de suelo que se estudió, es decir según la clasificación AASHTO corresponde a un A2-6 y según la clasificación del Sistema Unificado corresponde a GP, se recomienda que para mejorar la capacidad soporte de una subrasante utilizando el sistema de geoceldas se tenga un valor de CBR $<10\%$ para que el efecto que se quiera lograr, que es el de mejorar la resistencia del suelo sea aún más notable.
3. Se recomienda que al utilizar un tipo de geosintéticos, en este caso las geoceldas se trabaje con una muestra con un valor de CBR entre el 3% y 7%, ya que al ser suelos con limos y/o arcillas la mejora y el comportamiento de los finos será mucho más notable.

VII. PROPUESTA

REFERENCIAS

ALBINOS, Yoshiro, CÁCERES, César. Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del Centro poblado de Trujillo – Trujillo – La Libertad. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 129 pp. Disponible en <https://bit.ly/2XQc6SZ>

ALEJOS, Milton, CÁCERES, César. Alternativas para la transitabilidad al anexo Huacacorrall del Distrito de Guadalupito – Virú – La Libertad. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote, Perú. Universidad Nacional del Santa, 2016. 101 pp. Disponible en <https://bit.ly/2JMoQk0>

AGUILAR, Daniel. Comparación técnica entre el uso de Gaviones y Geoceldas como estructuras de defensa ribereña. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2016

ARIAS, Fidias G. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fidias G. Arias Odón, 2012.

BUSTAMANTE; Andrés. Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil. Tesis (Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería. 2016

BERNAL, C. (2010). “Metodología de la investigación”. 3ª ed. Colombia: Pearson Educación. 106 p. ISBN: 9789586991285.

CARRASCAL, Asdrubal, VEGA, Yhony. Proceso Constructivo y presupuesto para un kilómetro de Plaza Huella en la vía Acolsure – Buenavista Km.2. Trabajo de Grado (Tecnólogo en Obras Civiles). Ocaña, Colombia. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. 46 pp. Disponible en <https://bit.ly/2Gd8Zdd>

CHÄVEZ, Rocío. Diseño del pavimento flexible para la Av. Morales Duárez, de la Vía Expresa Línea Amarilla en la Ciudad de Lima. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal. Facultad de Ingeniería Civil. 2018

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta. Ed. México: Limusa, 2004. 650 pp. ISBN: 968-18-6489-1. Disponible en <https://bit.ly/2JPKJDA>

CUARTAS, Claudia. Optimización y refuerzo de estructuras de pavimento flexible mediante geoceldas. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. 2015

DAL-RÉ, Rafael. Caminos Rurales Proyecto y Construcción. 3ra Ed. Madrid: Mundi Prensa Libros S.A. 2001. 224 pp. Disponible en <https://bit.ly/2SwYaYx>

DE SOLMINIHAC, Hernán. Gestión de Infraestructura Vial. 3ra Ed. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018. 250 pp. Disponible en <https://bit.ly/2YXCEhH>

FERNÁNDEZ, Carlos. Mejoramiento y Estabilización de suelos. Guanajuato: México: Limusa, 1993.

GAVILANES, Erick. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, Escuela de Ingeniería Civil. 2015

HERNÁNDEZ, Francisco. Fundamentos, de epidemiología: el arte detectivesco de la investigación epidemiológica. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2002. 548 p. ISBN: 9968-31-187-1

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill, 2018. 754 p. ISBN: 9781456261986

HIGUERA, Carlos. Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto. Colombia: Revista Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2009. 92 pp. ISSN:0121-1129 Disponible en <http://91870428-Analisis-Defelctometrico-de-Subrasante.pdf>

MARTÍN Garzón, Laura. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA DE CONFINAMIENTO CELULAR COMO ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO DE SUELOS. Tesis (Magister en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2017.

MENDOZA, Faustino. Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César Vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con el Cementerio, en el Distrito de Villa El Salvador, Provincia de Lima, Departamento de Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal. Facultad de Ingeniería. 2017

Ñaupas P., Mejía, M., Novoa, R. y Villagómez, P. (2012). “Metodología de la investigación”. 4ta ed. Colombia. Ediciones de la U. ISBN: 9789587621884.

REQUEJO Toro, Edwin. Estado situacional del pavimento rígido de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar – Jaén. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. 88 pp.

RICO, Alfonso. La ingeniería de suelos en las terrestres 2: Carreteras, ferrocarriles y autopistas. México: Limusa, 2005. 644 pp. ISBN: 968-180079-6 Disponible en <https://bit.ly/2Sni1s>

ROJAS, Iris, ACUÑA, Kandy. Formulación de un proyecto para el mejoramiento de la calle 11 y 12 con cra. 6 y 6° Barrio Villanueva del Municipio de San Martín, Cesar. Trabajo de grado

SALKIND, Neil. Métodos de Investigación. 3a. Ed. México: Prentice Hall. 1999. ISBN 970-170234-4

SALMAN, et.al. Guía para la formulación y ejecución de proyectos de investigación. 3ª. Ed. Bolivia: Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB). 2003 ISBN: 99905-68-55-3

SANZ, Juan. Mecánica de Suelos. 1ra Ed. Española. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A. 225 pp. ISBN: 84-7146-165-X. Disponible en <https://bit.ly/2XVeYJK>

SICHA, Gino. Diseño con Geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2018

URRESTA, Yinna. Análisis de alternativas de diseño con geoceldas, en estructuras de pavimento. Estudio de caso Carrera 12, Funza – Cundinamarca. Tesis (Título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. 2015

VILLAR, L., & RAMIREZ, J. Infraestructura Regional y Pobreza Rural. Fedesarrollo. Colombia. 2014

Zhang, L., Zhao, M., Shi, C., & Zhao, H. (2008). Bearing capacity of geocell reinforcement in embankment engineering. *Geotextiles and Geomembranes* 28, 475–482

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FÓRMULAS	ESCALA DE
GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE							
¿Cuál es la influencia de la estabilización de la subrasante utilizando Geoceldas para la mejora de la transitabilidad del tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez-Callao utilizando Geoceldas?	Determinar la influencia de la estabilización de la subrasante utilizando geoceldas para la mejora de la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez - Callao.	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE	La estabilización es un proceso mediante el cual se manipula un suelo para mejorar sus características y aprovechar sus cualidades. (Martín, 2017)	Proceso que modifica un suelo para darle las condiciones aptas o mejora a su comportamiento como estructura de un pavimento. De tal manera que, aumenta la capacidad portante del material y lo hace menos sensible a la acción del agua, así como también, alcanzar alta rigidez y una buena capacidad para absorber tensiones de tracción. (Fernández, 1993)	Sistema de Confinamiento Celular	Resistencia a cargas	Equipo de Módulo de Reacción	ASTM D1195 ASTM D1196	RAZÓN
					Resistencia al Corte	Humedad Óptima Densidad Máxima	Equipo de Proctor Modificado	ASTM D-1557	RAZÓN
ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	DEPENDIENTE							
¿Cómo el incremento de la capacidad soporte de la subrasante, utilizando geoceldas, mejorará la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez - Callao?	Incrementar la capacidad soporte del suelo utilizando geoceldas para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez utilizando geoceldas – Callao.	MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD	Es la posibilidad de llegar a los sitios que sirve la vía; resolver problemas de transitabilidad debe ser el primer objetivo de un plan de mejoramiento vial. La vía puede ser intransitable, transitable sólo algunos meses del año o transitable durante todo el año. (CAF, 2010)	Es la capacidad de trasladarse de un punto a otro por una o más vías, ya sea en corto o largo tiempo, esto se debe al volumen de tránsito que presente cada vía. (Requejo, 2013)	Capacidad de Soporte	Nivel de Compactación	Equipo CBR	ASTM 1883	RAZÓN
¿Cómo la disminución de la deflexión de la subrasante, utilizando geoceldas, mejorará la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez - Callao?	Disminuir la deflexión de la subrasante utilizando geoceldas para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez utilizando geoceldas – Callao.				Deflexión del Suelo	Esfuerzo - Deformación	Deflectómetro de Impacto	ASTM 2583	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Juicio de Expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ^a		Relevancia ^a		Claridad ^a		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE								
DIMENSIÓN 1: SISTEMA DE CONFINAMIENTO CELULAR								
1	Resistencia a cargas Módulo de Reacción ASTM D (American Society for Testing Material) 1195 El módulo de reacción de subrasante k [FL^{-2}], se define como: $k = \sigma / \delta$ en donde σ = esfuerzo normal δ = deformación en la dirección de σ .	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: RESISTENCIA AL CORTE								
2	Humedad Óptima Densidad Máxima Proctor Modificado - ASTM D (American Society for Testing Material) 1557 $W_{opt} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_w}{(\gamma_w)(G_s)} \times 100 \dots f$ Dónde: W_{opt} = Contenido de agua para una saturación completa (%) γ_w = Peso unitario del agua 62.43 lb/ pie ³ ó (9,807kN/m ³). γ_s = Peso unitario seco del suelo. G_s = Gravedad específica del suelo.	✓		✓		✓		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD								
DIMENSIÓN 1: CAPACIDAD SOPORTE		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Nivel de Compactación CBR – ASTM (American Society for Testing Material) 1883 $C.B.R. = \frac{\text{Esfuerzo en el Suelo Ensayado}}{\text{Esfuerzo en el Suelo Patrón}}$	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: DEFLEXIÓN DE LA SUBRASANTE		Si	No	Si	No	Si	No	
2	Esfuerzo-Deformación Deflectómetro – ASTM (American Society for Testing Material) 2583	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay

suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Bonilla Vera Ericka Claudia
DNI: 09945649

Especialidad del validador: Ingeniería Civil

15 de Julio del 2019

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Observaciones (precisar si hay

suficiencia): MEJORAR CAP. METODOLOGIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: VILLAR GAUARDO ERNESTO A.
DNI: 10.729.971

Especialidad del validador: GESTION CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

18 de Julio del 2019

*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

CIP. 71018

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

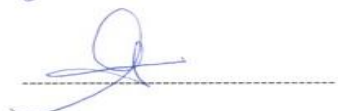
Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: AYBAR ARRIBA Castro Paul F
DNI: 08185308

Especialidad del validador: ING. CIVIL

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de Julio del 2019.....



Firma del Experto Informante.

Anexo 3 Instrumentos

ej
6B

Ficha de Registro									
CBR									
Investigador: Marcos Armando Patazca Silva									
NIVEL DE COMPACTACIÓN									
MOLDE	1			2			3		
Altura Molde mm.									
N° Capas									
N°Golp x Capa									
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES
P. Húm.+ Molde									
Peso Molde (gr)									
Peso Húmedo (gr)									
Vol. Molde (cc)									
Densidad H.(gr/cc)									
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara									
Peso Seco + Tara									
Peso Agua (gr)									
Peso Tara (gr)									
P. Muestra Seca									
Cont. Humedad									
Cont.Hum.Prom.									
DENSIDAD SECA									



Ficha de Registro							
CBR							
Investigador: Marcos Armando Patazca Silva							
NIVEL DE CARGA - PENETRACIÓN							
PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO

8R

[Handwritten signature]

Ficha de Registro
DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO
 Investigador: Marcos Armando Patzca Silva
CUENCA DE DEFLEXIÓN - PROGRESIVA DE 01+700KM AL 01+900KM
 Lugar: Paralela a la Avenida Morales Duárez

$$M_r = C \frac{0.24P}{d_r r}$$

- donde: M_r : Módulo resiliente de la subrasante, psi
 C : Factor de corrección (AASHTO recomienda 0.33)
 P : Carga aplicada, libras
 d_r : Deflexión a una distancia r desde el centro de la carga, pulgadas
 r : Distancia desde el centro de la carga, pulgadas

DISTANCIA (CM)	DEFLEXIÓN (MM)	DISTANCIA (CM)	DEFLEXIÓN (MM)	DISTANCIA (CM)	DEFLEXIÓN (MM)
0		660		1320	
30		690		1350	
60		720		1380	
90		750		1410	
120		780		1440	
150		810		1470	
180		840		1500	
210		870		1530	
240		900		1560	
270		930		1590	
300		960		1620	
330		990		1650	
360		1020		1680	
390		1050		1710	
420		1080		1740	
450		1110		1770	
480		1140		1800	
510		1170		1830	
540		1200		1860	
570		1230		1890	
600		1260		1920	
630		1290		1950	

EB

EP

Anexo 4 Cuadro de antecedentes

Antecedente	N°	Título	Año	País	Población	Muestra	Tipo Investigación	Resultados	VI	VD
INTERNACIONAL	1	<i>Evaluación del desempeño estructural de un sistema de confinamiento celular como alternativa de mejoramiento de suelos</i>	2017	Colombia	Material de muestra de laboratorio	Modelo N° 01 y N° 02, del material de muestra	Cuantitativa - Experimental	Metodología direccionada hacia la evaluación experimental del comportamiento mecánico de un suelo blando	X	X
	2	<i>Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil</i>	2016	Ecuador	Carretera Sigsig-Gualaquiza, en la Provincia de Morona Santiago	Tramo: MatangaGualaquiza,	Cuantitativa	Formulación y metodología de diseño	X	
	3	<i>Optimización y refuerzo de estructuras de pavimento flexible mediante geoceldas</i>	2015	Colombia	Vía Militar Nueva Granada	01 km. de la vía seleccionada	Cuantitativa	Reducción del espesor de la estructura vial, con la aplicación de geoceldas	X	X
	4	<i>Formulación de un proyecto para el mejoramiento de la calle 11 y 12 con cra. 6 y 6° Barrio Villanueva del Municipio de San Martín, Cesar</i>	2016	Colombia	Barrio Villanueva del Municipio de San Martín, Cesar	Calle N° 11 y N° 12	Cuantitativa	La evaluación y el análisis de los resultados	x	
	5	<i>Proceso Constructivo y presupuesto para un kilómetro de Plaza Huella en la vía Acolsure – Buenavista Km.2</i>	2016	Colombia	Vía Acolsure	01 Km. de la vía Acolure	Cuantitativa	Proceso constructivo de la pavimentación de vías terciarias		X
NACIONAL	6	<i>Alternativas para la transitabilidad al anexo Huacacorrall del Distrito de Guadalupe – Virú – La Libertad</i>	2016	Perú	Caminos del Valle del Santa y el Distrito de Guadalupe	Vías a Huacacorrall	Descriptivo y evaluación de las variables - Cuantitativo	El análisis para la accesibilidad a través de las funcionalidades de un Sistema de Información Geográfica		X
	7	<i>Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del Centro poblado de Trujillo – Trujillo – La Libertad</i>	2017	Perú	El centro poblado Alto Trujillo.	Las calles 5 y 9 del centro poblado Alto Trujillo.	Método inductivo - Cuantitativo	El estudio de las variables, las cuales involucran el tránsito vial	X	X
	8	<i>Diseño del pavimento flexible para la Av. Morales Duárez, de la Vía Expresa Línea Amarilla en la Ciudad de Lima</i>	2018	Perú	Avenida Morales Duárez	Viaductos N° 01 y 02	Descriptivo - Cuantitativo	La zona seleccionada para su debido estudio		X
	9	<i>Diseño con Geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles</i>	2018	Perú	Av. Aeropuerto del distrito de Huanchaco	Av. Aeropuerto vía secundaria	Descriptivo - Cuantitativo	Métodos de diseño con geotextiles para el refuerzo		X
	10	<i>Comparación técnica entre el uso de Gaviones y Geoceldas como estructuras de defensa ribereña</i>	2016	Perú	Carreteras tipo trocha con dificultad de transitabilidad	7.98 km de la vía	Aplicada – No experimental - Cuantitativo	Análisis de los resultados	X	X

Fuente: Elaboración propia

“ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE UTILIZANDO GEOCELDAS PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CUADRA 18 DE LA AV. MORALES DUÁREZ – CALLAO “

1. Marco Referencial

1.1 Distrito Carmen de la Legua Reynoso

Ubicación Geográfica

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la subrasante que limita al Rio Rímac con la Av. Vicente Morales Duárez en el tramo Av. Elmer Faucett – Av. Universitaria dentro del Distrito de Carmen de la Legua Reynoso.

La ubicación del tramo seleccionado se precisa en las siguientes coordenadas $12^{\circ} 03' 83.49''$ al Sur - $77^{\circ} 09' 22.12''$ al Oeste; y $12^{\circ} 03' 76.51''$ al Sur - $77^{\circ} 08' 83.70''$ al Oeste.

Sus límites comprenden:

Norte: Con el Distrito de San Martín de Porres

Sur: Con el Distrito de Carmen de la Legua Reynoso

Este: Con la Provincia Constitucional del Callao

Oeste: Con el Distrito de Cercado de Lima

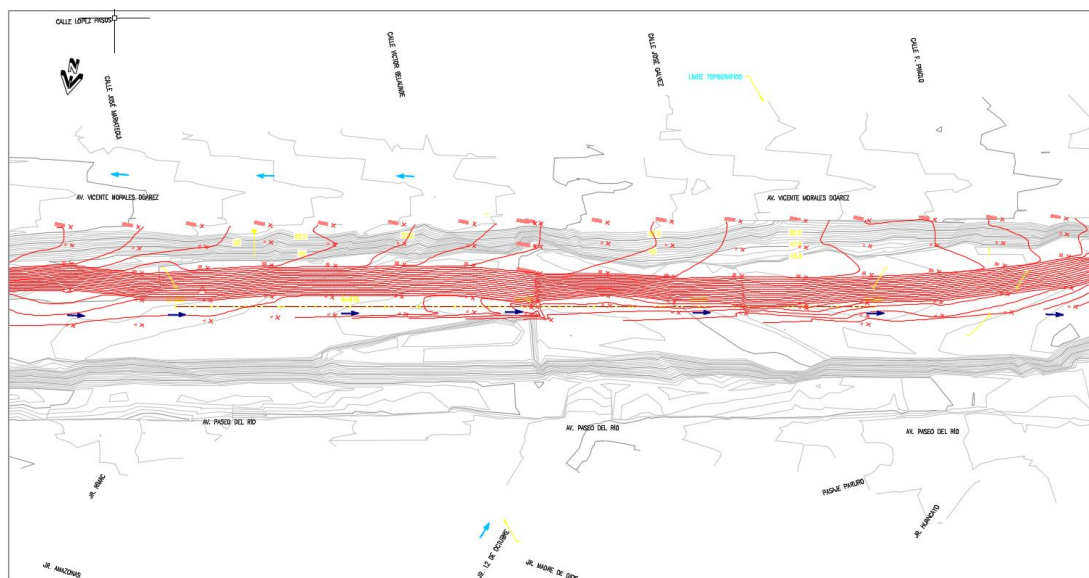


Fuente: Google Maps

2. Levantamiento Topográfico

Este trabajo consiste en la recolección de los puntos topográficos de la zona en estudio con el objetivo de poder obtener una vista real de la superficie terrestre, todo ello, para su posterior uso en gabinete mediante su correspondiente latitud y altitud.

Fig. 02 Planta de la superficie de terreno



Fuente: Elaboración propia

2.1 Recursos Humanos

Para la realización de este levantamiento estuvo conformado por el siguiente grupo de personas:

- 01 topógrafo
- 01 libretista
- 02 colocadores de puntos

2.2 Equipos

Para la realización de este levantamiento se hizo uso de los siguientes materiales y equipos topográficos:

- 01 Estación Total NIKON 332 Y
- 01 Recolector de Datos TOPCON
- 01 Estaca
- 01 Bolsa de yeso

Los equipos de cómputo que fueron utilizados para la realización de este levantamiento en gabinete fueron los siguientes:

- Software AutoCAD Civil 3D
- Software AutoCAD 2018
- Software Microsoft Excel 2018

2.3 Trabajo de Campo

Una vez en campo, se debe tener en cuenta la respectiva selección de la estación para su posterior barrido de puntos. Esto quiere decir que, con una sola estación se realiza la recolección de datos múltiples.

La zona de trabajo corresponde al área SOUTH NTS-352R.

COORDENADAS UTM (SOUTH NTS-352R)		BM IGN F-B VP 5-2
NORTE	ESTE	COTA
272371,166	8668335,715	49.4193 m.s.n.m

2.4 Data de Levantamiento

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION-	DESCRIPCION
1	272371.1 66	8668335.7 15	51.443	GPS-1
2	272107.1 27	8668283.6 95	51.869	GPS-2
3	272692.1 26	8668401.7 55	59.756	E1
4	272656.7 42	8668477.1 53	59.387	E2
5	272699.4 53	8668499.3 57	56.842	E3
6	272142.9 90	8668396.7 71	50.552	E4
7	271751.0 89	8668307.9 87	46.135	E5

8	271497.3 09	8668285.3 28	44.342	E6
9	271416.6 22	8668204.0 31	45.555	E7
10	271213.0 96	8668132.4 12	43.798	E8
11	271041.6 89	8668012.2 42	40.296	E9
12	271423.4 93	8668104.4 28	44.502	E10
13	271600.9 55	8668180.0 08	45.465	E11
14	271742.3 38	8668210.3 84	47.179	E12
15	271502.5 45	8668116.7 13	45.307	EST
16	271594.7 00	8668187.1 77	45.662	EST
17	271594.7 00	8668187.1 78	45.656	EST
18	271494.5 20	8668154.8 36	46.598	EST
19	271501.5 30	8668110.0 14	45.286	PMT

20	271501.9 49	8668105.7 20	45.183	PIS
21	271498.7 81	8668097.3 52	45.104	PIS
22	271498.6 95	8668099.1 06	45.320	PL
23	271498.0 54	8668097.6 34	45.104	PIS
24	271498.5 30	8668097.1 11	45.104	PIS
25	271501.3 28	8668105.8 49	45.340	V
26	271497.5 70	8668115.2 57	45.352	RAN
27	271496.1 97	8668117.3 90	45.174	PIS
28	271497.0 47	8668120.4 78	45.365	RAN
29	271496.0 68	8668118.3 70	45.170	PIS
30	271502.0 69	8668111.6 04	45.273	FAROL
31	271499.8 28	8668120.8 17	45.417	V

32	271495.3 98	8668125.6 17	45.199	PIS
33	271493.4 08	8668131.3 03	45.421	PT
34	271491.5 00	8668133.1 20	45.201	PIS
35	271497.2 43	8668134.9 87	45.407	RAN
36	271497.2 46	8668134.9 31	45.419	R
37	271496.8 73	8668136.9 24	45.213	PIS
38	271498.3 11	8668135.4 53	45.434	R
39	271498.0 16	8668137.5 76	45.215	PIS
40	271499.8 18	8668135.1 28	45.341	FARO
41	271504.0 78	8668135.3 95	45.562	M
42	271507.0 01	8668131.1 42	45.516	M
43	271511.1 37	8668132.5 87	45.577	M

44	271512.3 95	8668129.2 94	45.230	R
45	271508.9 23	8668121.8 68	45.230	V
46	271506.2 38	8668119.8 05	45.318	M
47	271506.9 99	8668117.5 98	45.189	V
48	271506.4 09	8668119.1 31	45.320	M
49	271507.1 84	8668119.7 57	45.303	M
50	271494.0 23	8668144.4 93	45.273	PIS
51	271495.0 83	8668144.8 85	45.265	PIS
52	271494.6 04	8668145.8 68	45.272	V
53	271493.7 75	8668145.3 42	45.270	V
54	271494.9 30	8668146.5 54	45.261	V
55	271493.2 37	8668145.7 31	45.279	V

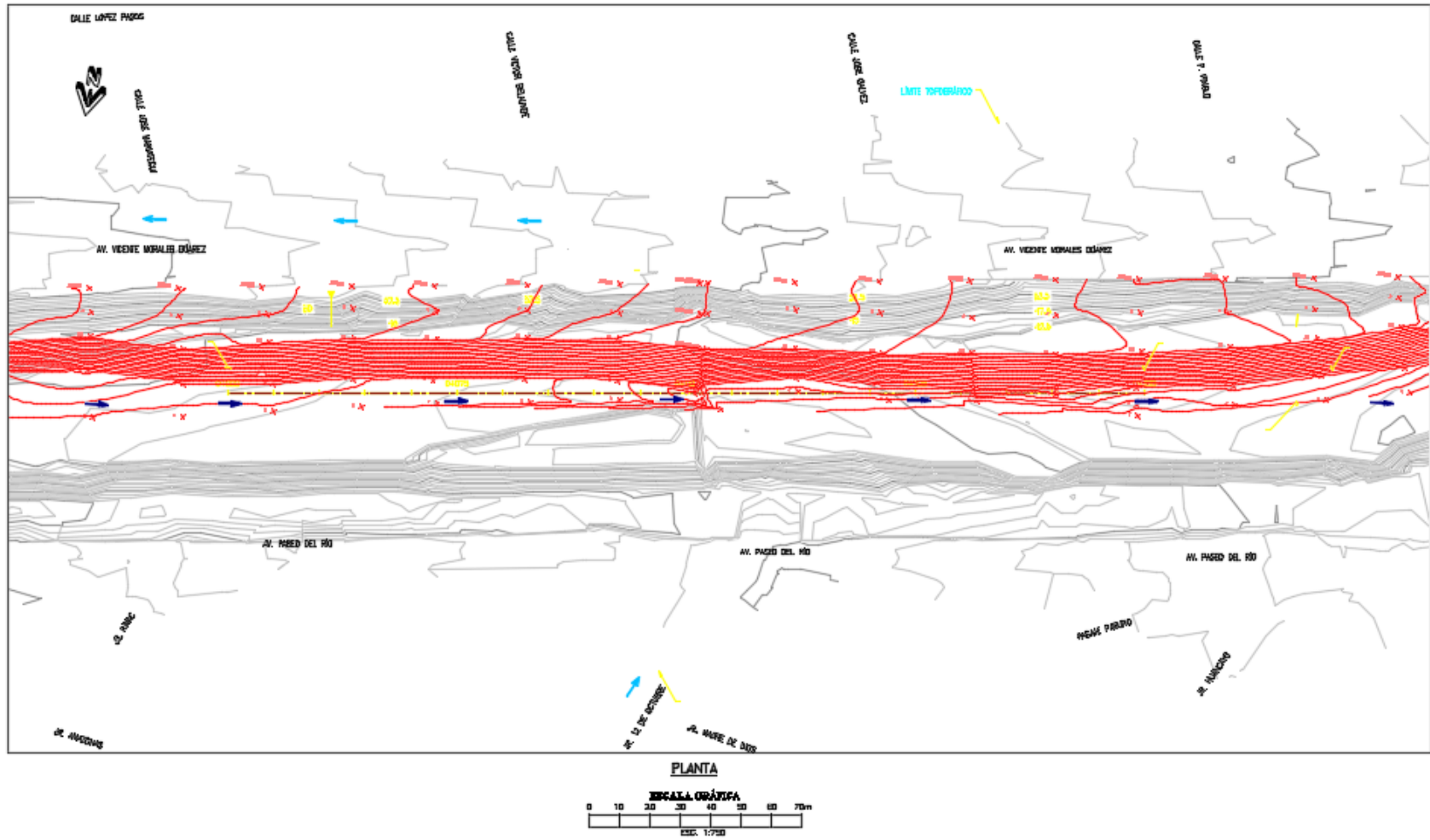
56	271492.1 53	8668144.2 22	45.242	V
57	271491.2 45	8668145.7 62	45.297	V
58	271490.3 69	8668144.3 40	45.253	PIS
59	271489.0 21	8668146.0 98	45.438	PT
60	271488.3 66	8668146.5 98	45.435	PC
61	271490.3 79	8668144.5 74	45.435	V
62	271488.3 47	8668145.2 42	45.318	PIS
63	271488.6 06	8668147.3 49	45.437	V
64	271486.5 22	8668147.0 41	45.306	PIS
65	271490.5 01	8668147.9 97	45.389	V
66	271486.7 06	8668147.0 86	45.624	V
67	271487.7 97	8668149.6 93	45.432	V

68	271486.6 14	8668147.7 26	45.439	V
69	271489.2 86	8668148.7 42	45.451	V
70	271485.9 95	8668149.4 29	45.465	M
71	271487.2 42	8668150.5 21	45.398	V
72	271491.5 04	8668147.8 74	45.362	ST
73	271492.9 74	8668147.9 12	45.290	V
74	271498.7 93	8668148.7 04	45.269	V
75	271499.6 00	8668147.3 30	45.297	R
76	271499.2 50	8668147.9 10	45.522	V
77	271504.8 23	8668153.5 48	45.266	V
78	271505.2 70	8668150.5 55	45.358	V
79	271513.9 89	8668100.1 28	45.304	V

80	271512.5 06	8668100.4 58	45.159	PIS
81	271515.2 56	8668107.9 68	45.358	PL
82	271517.5 47	8668115.5 67	45.368	ST
83	271515.2 81	8668109.1 32	45.238	PIS
84	271517.2 73	8668115.6 82	45.217	PIS
85	271518.7 58	8668115.4 84	45.362	V
86	271519.2 11	8668121.8 74	45.211	PIS
87	271504.6 10	8668111.9 67	45.180	PIS
88	271520.6 95	8668121.7 04	45.366	V
89	271521.5 15	8668128.6 11	45.237	PIS
90	271523.2 13	8668128.8 04	45.365	V
91	271523.8 32	8668133.0 92	45.197	PIS

92	271525.9 48	8668136.3 20	45.250	PIS
93	271527.1 52	8668135.4 78	45.365	V
94	271528.5 75	8668139.5 69	45.195	V
95	271529.8 03	8668138.7 91	45.406	V
96	271531.0 85	8668137.7 85	44.576	G
97	271531.1 23	8668139.5 90	44.753	M
98	271529.7 48	8668134.0 16	44.528	V
99	271531.6 68	8668139.3 70	44.595	V
100	271531.3 94	8668134.0 82	44.500	M

Anexo 6 Plano topográfico de la zona en estudio



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7 Panel Fotográfico

Fig. 01 Grupo Topográfico




Fuente: Elaboración propia

Fig. 02 Recolección de datos múltiples



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 Clasificación de suelo según SUCS

	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	FECHA DE REGISTRO: 26/11/19
	PERFIL ESTRATIGRAFICO / CALICATA	REPORTE: BRIGADA: 01

Cliente: MARCOS ARMANDO PATAZCA SILVA

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRSANTE UTILIZANDO GEOCELIDAS PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CUADRA 18 DE LA AV. MORALES DUÁREZ – CALLAO


DESCRIPCION DE CALICATA
(NTP 339.118, 339.150/ASTM D 2488 - 08a)



AREA DEL PROYECTO :	-
UBICACION :	AVENIDA MORALES DUAREZ - CARMEN DE LA LEGUIA REYNOSO - CALLAO - LIMA
CALICATA :	C - 01
POZO :	M - 01

DESCRIPCION DE CALICATA

COORDENADAS: Este	-
Norte	-
TAMANO MAXIMO	60"
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.50 m
NIVEL FREATICO	*
PROF. RAICES	-
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE:	

PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION DEL MATERIAL (Nombre del grupo/Simbolo del grupo)Plasticidad, color, olor, humedad, reacción con el HCl, consistencia, características adicionales.	Clasificación SUCS	Gráfico	ESTIMACION VISUAL												
					% SOBRETAMANO	% Grava	% ARENA	% FINOS	COLOR	CONSISTENCIA	PLASTICIDAD	CEMENTACION	OTROS TESTES				
0.10																	
0.20																	
0.30																	
0.40																	
0.50																	
0.60																	
0.70																	
0.80																	
0.90																	
1.00																	
1.10																	
1.20																	
1.30																	
1.40																	
1.50	M-1	0.00 a 2.50 m. Gran depósito aluvial, compuesto por Grava arenosa pobremente gradada, (GP) según la clasificación SUCS, plasticidad nula, medianamente denso, ligeramente húmedo, gris claro; el suelo es estable al momento de la excavación, presenta boloneras y bloques de gran tamaño, su composición está formada por gravas (55%), arenas (44%) y finos (1%), no presenta límites de atterberg.	GP			55	44	1									
1.60																	
1.70																	
1.80																	
1.90																	
2.00																	
2.10																	
2.20																	
2.30																	
2.40																	
2.50																	


NOTAS:

<ul style="list-style-type: none"> 1. Porcentaje 3 puntos 2. Suma de gravas, arenas y finos 100% 3. Para suelos de grano fino: 60, 40, 20, 10, 5, 2, 1 y 0.75 mm 	<ul style="list-style-type: none"> 4. Para suelos de grano grueso: 75, 47.5, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625 mm 5. Cauda: máximo, 5 mm 6. Porcentaje de sólidos: 100% 7. Clasificación: arenosa, limosa, arcillosa, silty, silty-arenosa, silty-arcillosa, limosa, arcillosa
---	--




Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – Planet Consultores

Anexo 9 Ensayo de Sales Solubles Totales



PLANET CONSULTORES
MINERIA · CONSTRUCCION · MEDIO AMBIENTE

ANALISIS DE SUELO - SALES

SOLICITANTE : MARCOS ARMANDO PATAZCA SILVA

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRSANTE UTILIZANDO GEOCELDAS PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CUADRA 18 DE LA AV. MORALES DUÁREZ – CALLAO

UBICACIÓN : AVENIDA MORALES DUAREZ - CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO - CALLAO - LIMA

TRINCHERA : T-1


RESP. ANALISIS : Téc. J.E.F.

FECHA DE ANALISIS : 2 de Diciembre de 2019

N° Lab.	N° Campo	S.S.T. (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
PLAN.170	AVENIDA MORALES DUAREZ - CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO - CALLAO LIMA LONG.: 2.50 m	326.40	95.20	229.44


PLANET CONSULTORES E.I.R.L.L.

WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146928



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.L.

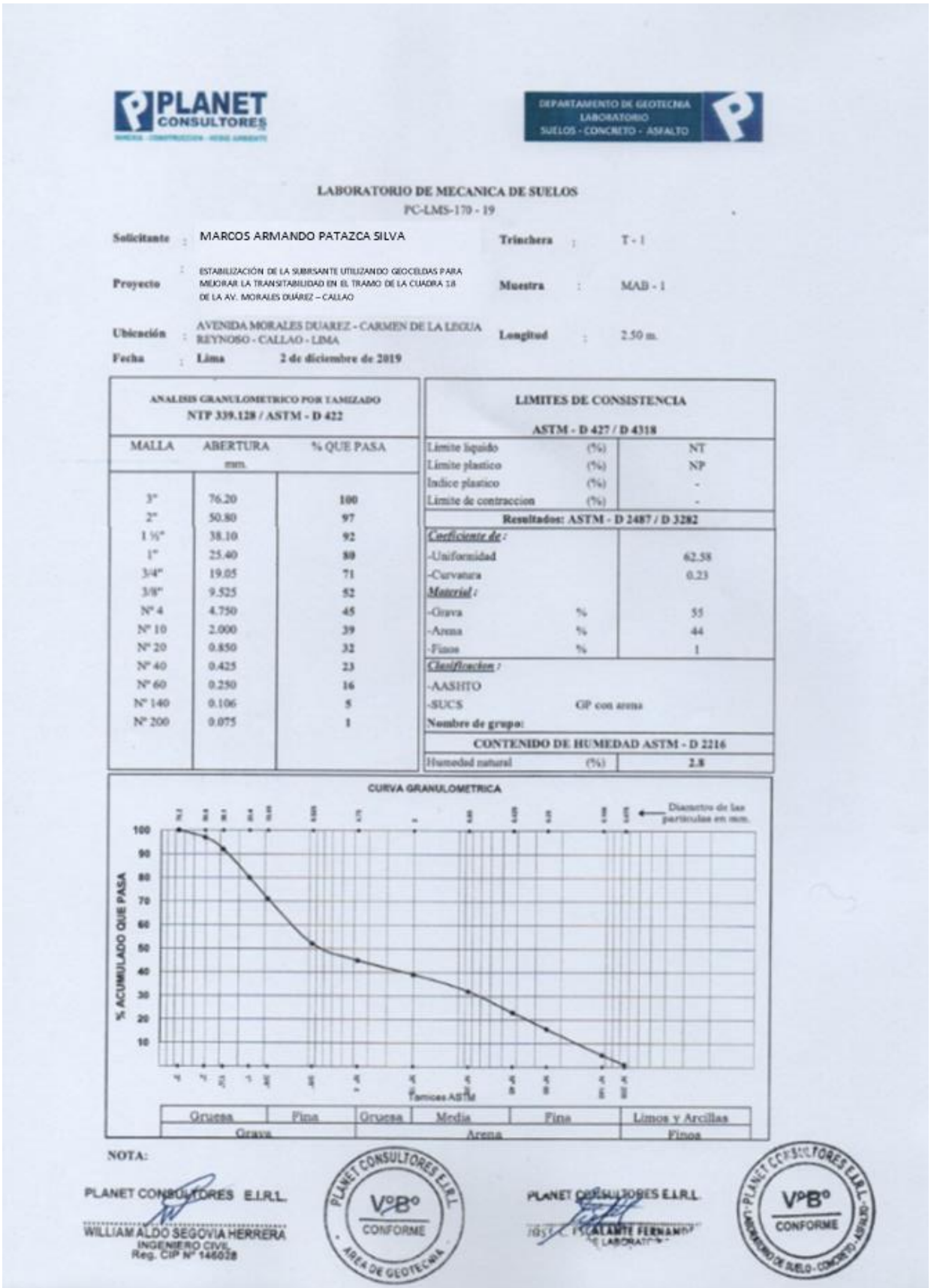
CARLA FERNANDEZ
LABORATORIO



Métodos
 Sales Solubles Totales: Determ. de Sales Solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.152 - 2002
 Cloruro Soluble: Determ. de cloruros solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.177 - 2002
 Sulfato Soluble: Determ. de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.178 - 2002

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – Planet Consultores

Anexo 10 Ensayo de Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg

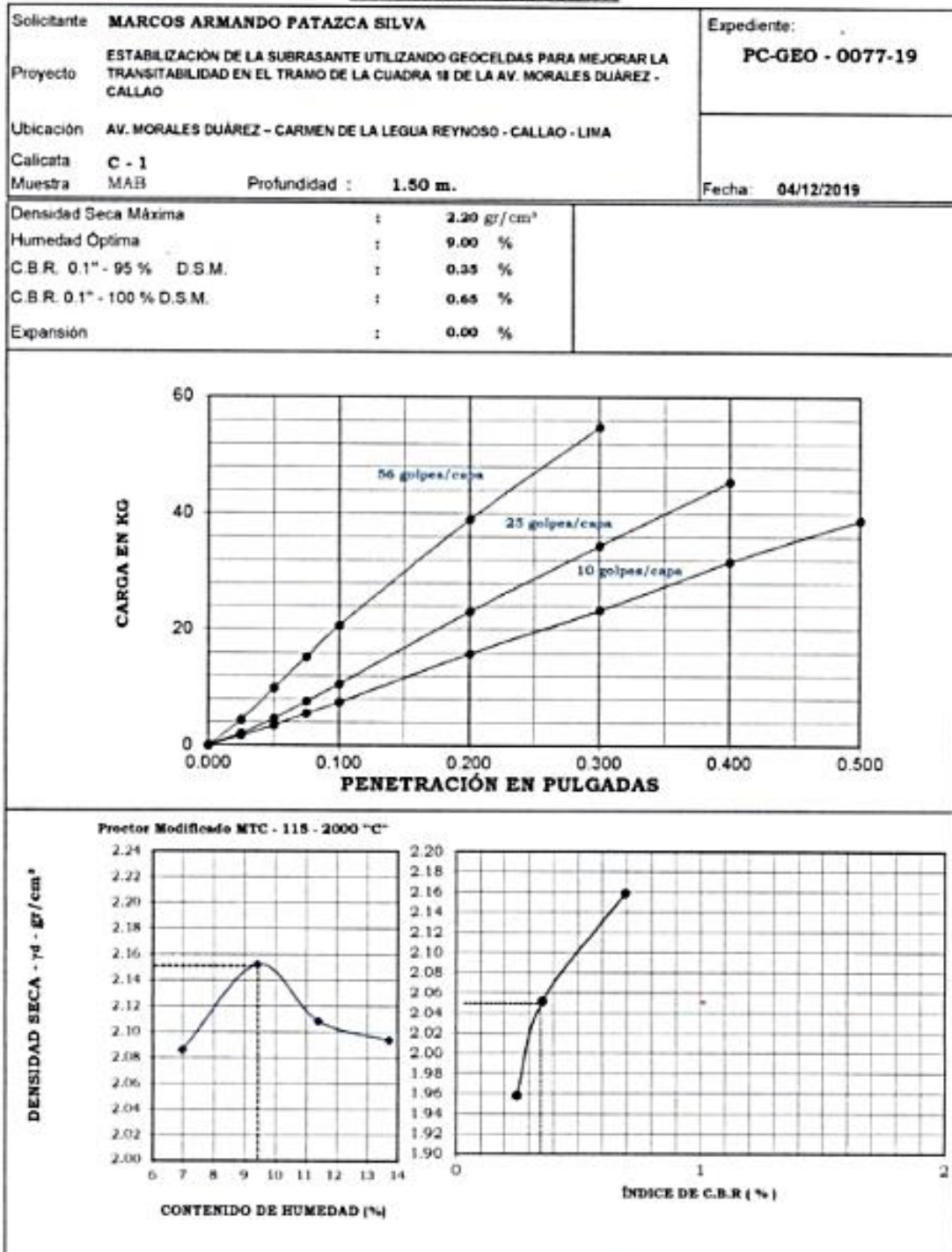


Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – Planet Consultores

Anexo 11 Ensayo de CBR



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R. ASTM D - 1883



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – Planet Consultores

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR ASTM D 1883												
SOLICITANTE	MARCOS ARMANDO PATAZCA SILVA					CALICATA		C - 1				
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE UTILIZANDO GEOCELAS PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CUADRA 18 DE LA AV. MORALES DUÁREZ - CALLAO					MUESTRA		MAB				
UBICACIÓN	AV. MORALES DUÁREZ - CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO - CALLAO - LIMA					PROFUNDIDA		1.50 m.				
FECHA	04/12/2019					REALIZADO POR		J. C. E. F.				
Molde N°	1			2			3					
N° Capa	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			25			10					
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso molde+suelo húmedo (gr)	13430		13574		13257		13398		13035		13265	
Peso de molde (gr)	7962		7962		8073		8073		8086		8086	
Peso del suelo húmedo (gr)	5468		5612		5184		5325		4949		5179	
Volumen del molde (cm ³)	2317		2317		2317		2317		2317		2317	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.360		2.422		2.237		2.298		2.136		2.235	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.16		2.18		2.06		2.04		1.96		1.96	
Tarro N°												
Tarro + Suelo húmedo (gr)	780.0		852.4		792.2		568.0		788.7		545.5	
Tarro + Suelo seco (gr)	720.2		590.0		733.1		510.0		729.8		480.0	
Peso del Agua (gr)	59.78		62.40		59.06		58.00		58.88		65.50	
Peso del tarro (gr)	78.27		24.58		80.16		45.58		82.20		20.21	
Peso del suelo seco (gr)	641.9		565.4		652.9		464.4		647.6		459.8	
Humedad (%)	9.31		11.04		9.06		12.49		9.09		14.25	
Expansión (%)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
PROCTOR MODIFICADO-MTC - 115 - 200 °C"												
N° Capa	5			5			5			5		
Golpes por capa N°	56			56			56			56		
Peso molde+suelo húmedo (gr)	11927			12190			12177			12245		
Peso de molde (gr)	7179			7179			7179			7179		
Peso del suelo húmedo (gr)	4748			5011			4998			5068		
Volumen del molde (cm ³)	2128			2128			2128			2128		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.231			2.355			2.348			2.381		
Densidad seca (gr/cm ³)	2.09			2.15			2.11			2.09		
Tarro N°												
Tarro + Suelo húmedo (gr)	833.3			845.1			854.4			739.2		
Tarro + Suelo seco (gr)	784.3			778.7			775.0			658.6		
Peso del Agua (gr)	49.00			66.40			79.40			80.60		
Peso del tarro (gr)	80.50			72.30			77.90			70.20		
Peso del suelo seco (gr)	703.8			706.4			697.1			588.4		
Humedad (%)	6.96			9.40			11.39			13.70		
C.B.R.												
PENETRACIÓN	MOLDE N° 1 (56 g/c)				MOLDE N° 2 (25 g/c)				MOLDE N° 3 (10 g/c)			
	CARGA				CARGA				CARGA			
	Dial (div)	KG	KG/pu ²	%	Dial (div)	KG	KG/pu ²	%	Dial (div)	KG	KG/pu ²	%
0.000	0	0	0.00		0	0	0		0	0	0	
0.025	96	4.39	1.47		48	2.10	0.705696		39	1.67	0.561989	
0.050	211	9.66	3.31		100	4.56	1.636414		77	3.46	1.163360	
0.075	324	15.23	5.11		163	7.57	2.640992		119	5.48	1.838868	
0.100	438	20.66	6.93	0.89	226	10.57	3.546811	0.35	160	7.43	2.493102	
0.200	822	39.96	13.07		488	23.04	7.732338		336	16.60	5.303583	
0.300	1150	54.85	18.41		728	34.48	11.579007		493	23.28	7.812282	
0.400					958	45.40	15.28119		670	31.71	10.6423	
0.500									820	38.87	13.04213	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – Planet Consultores

Anexo 12 Preparación para el análisis granulométrico



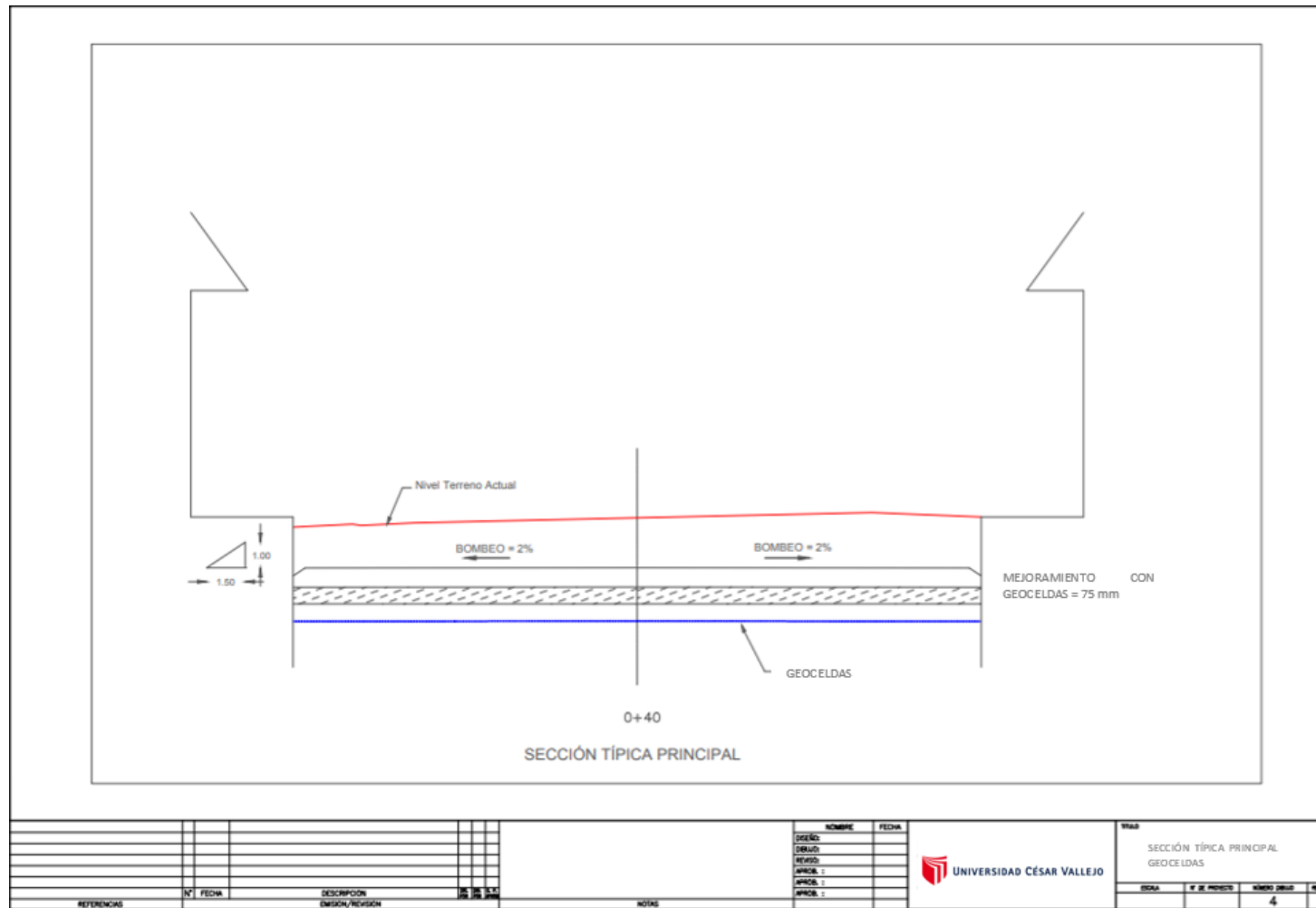
Fuente: Elaboración propia

Anexo 13 Utilización del horno para el secado de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14 Sección típica principal



Fuente: Elaboración propia