



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Incorporación de cenizas volantes en la subrasante para pavimento flexible
Yaurilla - Los Aquijes – Ica, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR(ES):

Chacón Pérez, Miguel Angel(ORCID:0000-0002-5082-0854)
De la Cruz Valencia, Lesly Danae (ORCID: 0000-0002-6718-6984)

ASESOR(A):

Dr. Alejandro Suarez Alvites (ORCID:0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi fuente de inspiración que me ha guiado para cumplir mi sueño tan anhelado y el que me hizo mantener fuerte en todo momento.

A mi amada madre, por ser mi fuerza.

Al señor José y a la señora Mercedes, por ser como unos segundos padres.

Y sobre todo a mi padre por cuidarme desde arriba y guiarme en todas mis decisiones y ser mi inspiración en esta etapa de mi vida, esto es por ti, te amo.

Miguel Ángel Chacón Pérez

AGRADECIMIENTO

A Dios por hacer esto posible.

Señor José y Señora Mercedes gracias por hacer posible que culminara con éxito una etapa importante de mi vida.

A mi hermana, por cumplir el rol de un segundo padre en los momentos más difíciles desde que perdimos a papá.

A mi abuela por su apoyo incondicional, le debo tanto en mi vida.

Miguel Ángel Chacón Pérez

DEDICATORIA

A Dios el motor de mi vida, mi fuente de inspiración, sabiduría, conocimiento y comprensión.

A mi mamá, Mercedes, esto es por ti, ya que sin su aliento a diario no hubiese podido lograr este paso más en mi vida, su apoyo incondicional resulto fundamental en mi paso por la universidad, te amo infinito.

A mi padre, José, sus enseñanzas de una a otra manera me ayudaron a lograr entender muchas cosas de esta carrera, por ello esta tesis va dedicado también a ti, su constante apoyo contribuyo a conseguir esto.

Lesly Danae De la Cruz Valencia

AGRADECIMIENTO

A Dios por continuar haciendo que lo imposible sea posible.

A mis padres por ser la base de mi educación, por darme todo lo que me falta por hacerme lo que soy y seré por siempre, no encuentro las palabras para expresar mi gratitud hacia ellos, gracias por ayudarme a lograr esto.

A mis asesores por impartir sus conocimientos y ayudarnos al despejar todas las dudas, ustedes son un ejemplo de excelencia como docentes, mentores y modelos a seguir.

Y no menos importante, le debo tanto agradecimiento a mi tía, Milba y al resto de mi familia por su apoyo eterno, por ustedes sé que puedo lograr tanto, valen todo o mucho en mi vida.

Lesly Danae De La Cruz Valencia

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MARCO TEÓRICO	13
III. MÉTODO	39
3.1 Tipo y diseño de investigación	40
3.2 Variables y operacionalización	41
3.3 Población, muestra y muestreo	42
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.5 Procedimientos	45
3.6 Método de análisis de datos	47
3.7 Aspectos éticos	48
IV. RESULTADOS	49
V. DISCUSION	83
VI. CONCLUSIONES	88
VII. RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 –Clasificación de suelo según el tamaño de partícula	17
Tabla 2 – Clasificación de suelo según su índice de plasticidad	18
Tabla 3 – Clasificación del suelo según su índice de grupo	19
Tabla 4 – Clasificación de la subrasante	22
Tabla 5 – Grupo SUCS según su simbología	23
Tabla 6 – Clasificación de suelos según AASHTO	24
Tabla 7 – Requerimiento Químico de Cenizas Volantes	28
Tabla 8 – Periodo de diseño	34
Tabla 9 – Valores de las capas y tránsito de diseño pronosticado	35
Tabla 10 – Desviación Estándar Zr	35
Tabla 11 – Valores de capacidad de drenaje	37
Tabla 12 – Valores (mi) para modificación de coeficiente estructural	37
Tabla 13 – Cuadro de Coordenadas	51
Tabla 14 – Resumen de estudio de Suelos	52
Tabla 15 – Resumen de conteo vehicular	55
Tabla 16 – Proyección de tráfico (IMD)	55
Tabla 17 – Proyección de tráfico (IMD Proyectado)	59
Tabla 18 – Cuadro de factor direccional y factor carril	59
Tabla 19 – Relación de cargas por eje para determinar Ejes equivalentes (EE)	60
Tabla 20 – Cuadro de ejes Equivalentes	62
Tabla 21 – Resultado de Nrep EE 8.2t	63
Tabla 22 – Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes	65
Tabla 23 – Cálculo de espesores suelo natural	69
Tabla 24 – Cálculo de espesores con incorporación de 5% cenizas	70
Tabla 25 – Cálculo de espesores con incorporación de 10% cenizas	72
Tabla 26 – Cálculo de espesores con incorporación de 15% cenizas	73
Tabla 27 – Cuadro de Anova	76

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Estado de consistencia de Suelo	18
Figura 2: Curva humedad – densidad seca	20
Figura 3: Definición del Índice de CBR	22
Figura 4: Estructura de un pavimento	21
Figura 5: Vista en Google Earth tramo Yaurilla – Los Aquijes	42
Figura 6: Fotografía del CP Yaurilla	49
Figura 7: Resumen del conteo vehicular	53
Figura 8: Gráfico de barras conteo vehicular por día	54
Figura 9: Gráfico en porcentaje de conteo vehicular por día	56
Figura 10: Producto bruto interno según departamento	57
Figura 11: Espesores de pavimento patrón	69
Figura 12: Espesores de pavimento incorporando 5% de cenizas volantes	72
Figura 13: Espesores de pavimento incorporando 10% de cenizas	73
Figura 14: Espesores de pavimento incorporando 15% de cenizas	73
Figura 15: Datos de incorporación de cenizas volantes en el CBR	76
Figura 17: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el CBR	76
Figura 18: Datos de incorporación de cenizas volantes en el Limite liquido	77
Figura 19: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el Limite liquido	77
Figura 20: Datos de incorporación de las cenizas volantes en el Índice plástico	78
Figura 21: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el Índice plástico	78
Figura 22: Datos de incorporación de las cenizas volantes en el COH	79
Figura 23: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el COH	79
Figura 24: Datos de incorporación de las cenizas volantes en la DMS	80
Figura 25: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en la DMS	80

RESUMEN

Esta investigación está basada en la estabilización de la subrasante con incorporación de cenizas volantes para pavimento flexible, tramo Yaurilla – Los Aquijes , Ica – 2020. El diseño del pavimento estará bajo los lineamientos del MTC y AASHTO 93. El objetivo es determinar que la incorporación de las cenizas volantes mejora las propiedades de la subrasante del pavimento flexible.

Expone metodología de diseño no experimental, de nivel descriptivo-explicativo, enfoque cuantitativo, de tipo aplicada. La población de estudio es el tramo que sirve como conexión entre el centro poblado Yaurilla con el distrito de los Aquije. Para la recolección de datos de información para la investigación, se empleó métodos como la observación directa para el estudio de tráfico, sublevación topográfica y estudio de mecánica de suelo, se considerará conocimientos en suelos, pavimentos, conocimientos en uso de Software: (AutoCAD), Excel, Planos de diseños, artículos científicos, tesis, libros, RNE, manuales actualizados del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual AASHTO 93.

Palabras claves: Cenizas Volantes, Suelos, Pavimento Flexible, MTC, AASHTO 93

ABSTRACT

This research is based on the stabilization of the subgrade with the incorporation of fly ash for flexible pavement, section Yaurilla - Los Aquijes, Ica - 2019. The design of the pavement will be under the guidelines of the MTC and AASHTO 93. The objective is to determine that the incorporation of fly ash improves the subgrade properties of flexible pavement.

It presents a no experimental design methodology, a scientific method of descriptive-explanatory level with a quantitative approach, of the applied type. The population of this investigation is the section that connects the populated center of Yaurilla with the Los Aquijes district, which is located within the province of Ica. For data collection, techniques such as direct observation for the study of traffic, data collection, topographic survey, analysis of Soils (pits), and soil laboratory instruments, topographic studies (Total Station), knowledge of soils, were used. pavements, knowledge in the use of Software: (AutoCAD), Excel, Design drawings, scientific articles, theses, books, RNE, updated manuals from the Ministry of Transport and Communications, AASHTO Manual 93.

KEYWORDS: Fly Ash, Soils, Flexible Pavement, MTC, AASHTO 93

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología de la estabilización de suelos en el mundo se ha venido innovando, desde el empleo de materiales convencionales, hasta el uso de materiales sustentables como el pet, caucho, conchas marinas, estas opciones se dan con el fin de mitigar el impacto ambiental negativo que se viene dando en la actualidad (Martines, G., Hernández, J., López, T. y Menchaca C 2015).

Tal como sucede en Irán, la estabilización de suelos es un método inducida hace años, por tal motivo Askan, k (2015) indica que la utilización de materiales de desechos se da por su bajo precio de adquisición y así evite que sean vertidos en rellenos sanitarios perjudicando al ambiente.

La corrección del área de una carretera a menudo se vuelve un problema que se encuentra en la estructura de un pavimento por ello en Indonesia emplean diferentes tipos de estabilizantes para que el suelo desarrolle propiedades mejoradas acogidas a la norma BinaMarga. (Rahmat, R. 2019)

En España, años atrás, comenzaron con la aplicación de materiales como cemento o cal para darle estabilidad al suelo, con el fin de dar soporte al suelo para que consiga una elevada capacidad de resistencia. Tal como sustenta los lineamientos del instituto español IECA (2015) en su manual, el uso de agentes estabilizadores se da con el único fin de cambiar las características del suelo pobre a una mejorada.

En Brasil, para lograr una calidad deseable al suelo es necesario analizarlo, por ello, Crapaldi, J (2019) explica que la estabilización de un suelo dependerá del factor del CBR y si el suelo cumple con las especificaciones del Ministerio de Transporte, Puertos y Aviación Civil.

El Perú posee un territorio con diferentes tipos de suelos, donde necesariamente se tiene que estabilizar, debido a que un suelo sin estabilizar pueda hacer que presente fallas estructurales en el pavimento, tal y como sustenta el autor (Vega, 2017)

Por esta razón se debe tener en cuenta diversos factores que perjudican en la construcción de un pavimento como es la baja calidad del suelo para ello se han venido

innovando en la incorporación de nuevos materiales que año a año se vienen estudiando como son los desechos sustentables.

La construcción de los pavimentos en la ciudad de Ica ha ido en aumento debido al incremento de personas que vienen a laborar en diversos de los sectores que generan la economía del lugar, según El Boletín Estadístico 2018 presentado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones esto consigo trae el incremento del parque automotor lo cual transitan a diario por las vías del distrito, a su vez estas tienen deficiencias, su red vial no todas son asfaltadas o presentan daños en su pavimentación, un ejemplo de ello es el tramo del objeto de estudio.

Esta vía que permite el acceso e interconexión de un punto a otro, es un pavimento sin asfaltar, aquí es donde circulan diferentes tipos de vehículos, entre ellos de eje pesado un ejemplo de ello son los camiones ladrilleros que hacen el transporte del material de construcción y los carros conocidos comúnmente como colectivos, que ayudan a las personas del lugar a moverse sin invertir mucho dinero en un auto privado o taxi.

Se evaluará diferentes factores para el diseño de este pavimento y la estabilización del suelo, como sus peculiaridades físico mecánicas, para llegar a hacerlo más resistente y estable, a las cargas que en un futuro resistirá, a su vez cómo contribuir eficazmente a la reducción de la contaminación local empleando este material reciclado que son las cenizas volantes extraídas de la Termoeléctrica ubicada en la ciudad de Ilo.

Por ello en cuanto concierne al medio ambiente el uso de este material ayudará a reducir la acumulación de estos y se podrá aprovechar sus propiedades para darle un uso específico en la estabilización de suelos generando así el aprovechamiento de las cenizas volantes las cuales tienen características puzolánicas lo cual lo hace semejante al cemento, elemento que ya es empleado como agente estabilizador, para Carvajal, G., Hidalgo, C., y Muñoz, F (2019, p.12) en su investigación infieren que la adición de cenizas volante en porcentajes de 5%, 10% y 15% estabilizan el suelo aumentando la CBR en 34.8% aportando así en su resistencia y trabajabilidad.

Si bien se tiene otros elementos con los cuales es posible estabilizar suelos como es la cal, cemento u otros aditivos, la reutilización de desperdicios se ve reflejado de manera positiva en la ingeniería civil ya que los futuros ingenieros civiles, especialistas en infraestructuras viales se verán beneficiados con el ingreso de nuevos aditivos para la estabilización, ya que ira de la mano con la innovación, el reciclaje y la reducción de costos, sin alterar la finalidad que es diseñar un pavimentos eficaz. .

Justificación técnica: De acuerdo con José, J., José, A., Kurian, J. M., Francis, J., & James, S. K. (2018) la ceniza volante aplicada para la estabilización del suelo aporta en sus propiedades alterándolos para su posible mejora, estos emplean porcentajes de incorporación de 10% y 15% con el fin de incrementar mejorablemente hasta de un 42.88% en el valor del CBR., donde recomendó continuar con el estudio en otros tipos de suelos.

La utilización de residuos de materiales en la ingeniería civil ofrece alternativas al reciclaje. Se han hecho investigaciones cenizas de carbón y esta ha sido empleado como agregado de remplazo en el concreto como materiales cementosos o como relleno en mezclas asfáltica. Se pretenden emplear estos materiales para que puedan ser efectivamente utilizados para mejorar una subrasante y aumentando su resistencia.

Justificación social: Según Humpiri, H., & José, Y. (2017) el empleo de la ceniza volante ayuda a tener mejores resultados en las características físicas – mecánicas del suelo estabilizado permitiendo así la reducción que genera al impacto ambiental, recomienda además utilizar estos materiales para su control en vías de asfalto y concreto como una forma de mitigar su dispersión en al aire y reducir efectos de contaminación al medio ambiente y efectos perniciosos en la salud de las comunidades. Las recomendaciones de este trabajo están alineadas con nuestro propósito y resulta una justificación para el desarrollo del proyecto.

El empleo de este material influirá en la mejora de las propiedades de la subrasante con la finalidad de mejorarla, el propósito es reducir los espesores de la estructura del pavimento debido que influye significativamente el CBR en el diseño, para ello se espera que mejore la transitabilidad de las personas y estas puedan movilizarse de un lugar a otro a menor tiempo mejorando su calidad de vida, debido que a una pista sin o mal pavimentada trae altos costos en el flete del producto saliente y esto influye en su alto costo de compra. Por ello con la realización de este estudio se espera reducir costos y tiempo.

Evaluando la problemática, se formula como problema principal ¿La incorporación de cenizas volantes mejorará las propiedades de la subrasante para pavimento flexible Yaurilla – Los Aquijes – Ica, 2019?

PE1: ¿La incorporación de cenizas volantes influye en las propiedades físicas de la subrasante del pavimento flexible tramo Yaurilla – Los Aquijes – Ica, 2020

PE2:¿La incorporación de cenizas volantes influye en las propiedades mecánicas de la subrasante del pavimento flexible tramo Yaurilla – Los Aquijes – Ica, 2020?

El objetivo principal fue: Determinar que la incorporación de las cenizas volantes mejora las propiedades de la subrasante del pavimento flexible tramo Yaurilla – Aquijes – Ica, 2020.

OE1: Evaluar que la incorporación de las cenizas volantes mejora las propiedades físicas de la subrasante para pavimento flexible Yaurilla – Los Aquijes – Ica, 2020.

OE2: Identificar que la incorporación de las cenizas volantes mejora las propiedades mecánicas de la subrasante para pavimento flexible Yaurilla – Los Aquijes – Ica, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Se recopiló información de investigaciones realizadas en diferentes países del mundo y del Perú acerca del uso de las cenizas volantes empleado para el aumento de la capacidad de la subrasante con fines de pavimentación dando como conclusión que mejora considerablemente la subrasante del suelo.

Antecedentes Internacionales

Para Jose, J., Jose, A., Kurian, J. M., Francis, J., & James, S. K. (2018, p.25) donde explicaron que la ceniza volante es un polvo fino que es un subproducto por la quema de carbón pulverizado de plantas termoeléctricas y debido a sus propiedades puzolánica se convierte en el mejor estabilizador de suelos donde incorporan al suelo en 10% y 15% llegando a la conclusión que aumenta en un 15% el límite líquido del suelo, donde cambia de estado líquido a plástico, a su vez el incorporar cenizas volante al suelo mejora en un 42.88% en la resistencia de la subrasante.

Según Jain, R., Irfan, M., Kumar, R., Tikoo, K., Sharma, S., & Parasar, D. (2019, p.35) definieron a las cenizas volantes como un desecho obtenido de la energía térmica de las plantas de energía, donde mayormente, este material es producido en gran cantidad por diferentes plantas eléctricas que existe en el mundo. Los autores incorporan cenizas volantes a la subrasante en un 0%,5%,10% y 15% donde llegan a la conclusión que la estabilización con cenizas volantes es un proceso muy eficaz, dando así que este material es de bajo costo obteniendo una alta resistencia, endureciendo a la estructura del pavimento.

Para Morales, D. (2015, p.23) donde infiere que el objetivo de su investigación fue de emplear un nuevo material de estabilización de suelo ya que, Colombia presenta dificultades en su infraestructura vial. Este nuevo material es la ceniza del carbón que presentan las ladrilleras. Cabe recalcar que ese estudio fue una iniciativa para posibles utilidades de la ceniza de carbón como un material de estabilización de suelo para vías no pavimentadas. Realizando los diferentes tipos de estudios el autor concluyó que la ceniza volante del carbón se puede implementar como estabilizador de suelo.

La investigación realizada por Cañar, E. (2017, p.36) hace referencia a la ceniza de carbón como estabilizante de suelo arcilloso evaluando su capacidad portante y resistencia a los ensayos del laboratorio. El autor para hallar una conclusión hizo diferentes estudios

como medir la capacidad de soporte (CBR) diferenciando en tres porcentajes de 20%, 23% y 25% de cenizas de carbón.

Antecedentes Nacionales

Para Espinoza y Honores en su investigación hace referencia a la estabilización del suelo tipo arcilla con conchas de abanico y cenizas de carbón con la finalidad de realizar un pavimento flexible. Los autores realizaron ensayos correspondientes a la búsqueda de su caracterización física y mecánica de un suelo arcilloso, emplearon ciertos porcentajes correspondiente como es de 20%, 25% y 30%. Los nuevos materiales empleados por los autores fueron sometidos a diversas pruebas donde los resultados indicaron que tiene un alto índice de resistencia.

Según Huancoillo, Y. (2017, p.15) hizo referencia que la ceniza volante proviene de las plantas termoeléctrica, en la investigación, planta termoeléctrica de Ilo de lo cual genera un gran problema ambiental donde el investigador hace referencia que el estudio de los parámetros físico-mecánicos y la aplicación de la ceniza volante en dicho material conformara la base del pavimento, mejorando su resistencia, estabilidad, etc.

El autor llega a la conclusión que al añadir 5% de ceniza volante en la subrasante reduce la plasticidad y aumenta considerablemente el CBR a un 103% donde se considera apto para su uso según el reglamento EB-2013.

De acuerdo con Bueno, Jesus y Torre, Homaly (2019, p.13) dijeron que las cenizas volantes se emplearon con el fin de estabilizar un suelo pobre pasando por diversos ensayos como CBR, Proctor modificado, análisis granulométrico, etc., incorporando a la subrasante un porcentaje de 3,5 y 10% de cenizas volantes donde llegaron a la conclusión que obtuvieron resultados favorables llegando al 5% como el porcentaje más óptimo para la combinación del suelo con cenizas volantes.

Segun Huaquisto Samuel y Belizario, German (2018, p.225) hicieron referencia que en la central termoeléctrica Ilo el cual esta genera el residuo de ceniza volante tipo F, que es un material contaminante, empleado para fabricación de agregados de obras civiles, incorporando un porcentaje de 2.5%, 5%,10% y 15%, donde los autores llegan a la

conclusión que las cenizas volantes deben ser empleada en sustitución al cemento debido a que aumenta la resistencia del pavimento.

De acuerdo a la investigación de Flor Gonzales (2018, p. 23) dijo que las cenizas volantes sirven como estabilizador de la subrasante según sus antecedentes previos lo cual hizo la proporción de 6%, 16% y 26% lo cual busco mejorar la resistencia y disminuir la plasticidad, sintetizando en que la adición de este material mejora en la resistencia y su comportamiento en una gran proporción, además el costo de este material en la central termoeléctrica es de 0.5 dólares por tonelada.

TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

SUELO

Para fines de ingeniería, el suelo es el elemento que contiene minerales y partículas sólidas. Este recurso natural se emplea como elemento de construcción para infinidades proyectos de ingeniería civil. Por ende, los profesionales deben estudiar el comportamiento del suelo con la finalidad esquivar posibles daños previo al momento de la ejecución de obra. Juarez y Rico (2005, p.23)

Los suelos es parte fundamental de la corteza terrestre ya que cubren gran parte de ella, por sus componentes, dicho recurso natural es empleado para fines actividades de ingeniería como ejecución de viviendas y pavimentos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

GRANULOMETRÍA

Este tipo de ensayo hace referencia a la división de los tamaños que posee la muestra, mediante un previo tamizado según especificación técnica del MTC (E 107).

Cabe recalcar que este ensayo se realiza con el objetivo de conocer el análisis granulométrico del suelo a estudiar.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014, p.25) el estudio de granulometría tiene el objetivo de hallar las proporciones de sus componentes esenciales, y así siendo clasificados según su tamaño, por ende, el suelo va clasificado de la siguiente manera:

Tabla 1: Clasificación de suelo según el tamaño de la partícula

Tipo de Material		Tamaño de Partículas
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015, MTC 2013 p,175

PLASTICIDAD

Según el MTC (2014, p.42) especifica que la plasticidad del suelo depende la representacion de los elementos finos, es una virtud del suelo lo cual se debe a la presencia de minerales que estan en el suelo.

No obstante el ensayo granulometrico no distingue esto, por ende se requiere deterninar los limites de Atterberg.

Existen estados de consistencias que presentan un suelo en funcion al grado de humedad que son:

- Líquido: Cuando presenta exceso de agua obstruye las fuerzas de atraccion que mantiene con el suelo y lo vuelven como líquido viscoso sin posibilidad de tener una capacidad resisntente.
- Plástico: Cuando el suelo presenta deformaciones a su aplicación de esfuerzos, no es empleado para que este resista cargas adicionales.
- Semisólido: Su comportamiento es aceptable ya que cuando el suelo presenta indices de no moldeable, esta disminuye de proporcion si pierde agua.
- Sólido: Se presenta cuando el estado de suelo es estable ya que este no varia con la humedad, su comportamiento es optimo.

Según Bañon y Bevia (2009, p.87) recalcaron que existen humedades de transicion entre los estados y lo define como limites liquid (LL), plastico (LP) y de retraccion (LR).

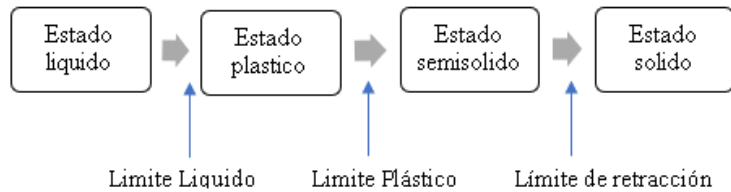


Figura 1: Estado de consistencia de suelo

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras Volumen 2 Construcción y mantenimiento Bañón y Bevia 200 p.30.

LÍMITES DE ATTERBERG

Según el MTC (2014, P.99) Los límites de atterberg delimitan con precisión estos límites utilizando contenidos de humedad en los puntos específicos donde ocurren los cambios físicos. El conocimiento de estos valores ayuda en el diseño de cimientos de estructuras y para predecir el comportamiento de los suelos en rellenos y terraplenes, mide la cohesión de este son a través de los ensayos del MTC que son: el límite líquido (LL), límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC).

Para obtener el índice de plasticidad (IP) se encuentra a partir de esta expresión:

$$IP = LL - LP \quad (1)$$

Este índice refleja el grado de humedad donde el suelo presenta consistencia plástica y por ende se clasifica óptimo un suelo. Cuando el IP refleja un gran número refiere a un suelo muy arcilloso, pero cuando el IP refleja un número menor se refiere a un suelo poco arcilloso, por ende según su relación de índice de plasticidad, el suelo se clasifica según el siguiente cuadro:

Tabla 2: Clasificación de suelos según su índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP>20	Baja	Suelos muy arcillosos
IP<20	Media	Suelos arcillosos
IP>7		
IP<7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP=0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Elaborado con datos del Manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015, MTC 2014 p,195.

ÍNDICE DE GRUPO

Este índice está reglamentado por AASHTO con el fin de clasificar los suelos y se basa en los límites de Atterberg, se define con la siguiente expresión:

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd) \quad (2)$$

Dónde:

- a = F-35, una fracción expresada que pasa por el tamiz N° 200 y se considera un número entero entre 1 y 40.
- b = F-15, una fracción expresada que pasa por el tamiz N°200 y se considera un número entero entre 1 y 40.
- c = LL – 40 , el límite líquido considerada un número entre 0 y 20.
- d = IP-10, el índice plástico considerada un número entre 0 y 20 o más.

Tabla 3: Clasificación de suelo según su índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG >9	Muy Pobre
IG esta entre 4-9	Pobre
IG esta entre 2-4	Regular
IG esta entre 1-2	Bueno
IG esta entre 0-1	Muy Bueno

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015”, MTC 2014 p,195.

HUMEDAD NATURAL

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014, p.12) explico que: existe la manera de determinar la humedad del suelo es a través del ensayo EM 108, con este ensayo se determina la humedad óptima con el ensayo de CBR .

Compacidad

Toma importancia cuando se trate de carreteras ya que tiene relación con la deformabilidad, estabilidad y resistencia del suelo, mas aun si se trata de rellenos o terraplenes, donde el suelo debe estar con condiciones óptimas para evitar posibles asentamientos, es decir si un suelo está más compactado este será difícil volverlo a compactarlo.

Influencia de la humedad

Según Bañón y Bevia (200, p.35) explicaron que cuando el suelo es compactado la humedad toma importancia, en cambio un suelo seco necesita una mayor carga de energía a la compactación, cuando presenta humedad el suelo ve un menor esfuerzo por que el agua influye como un lubricante disminuyendo fricción entre ellos.

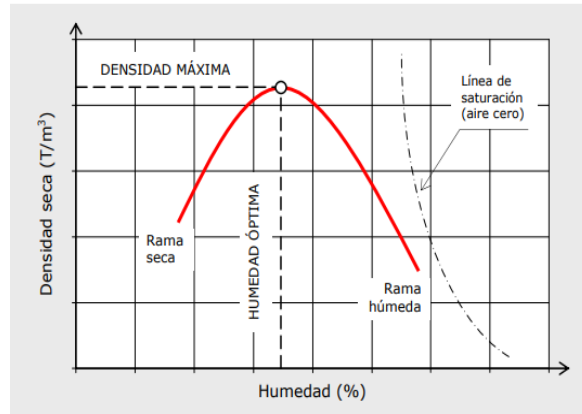


Figura 2: Curva humedad – densidad seca

Fuente: Manual de Carreteras. Volumen 2: Construcción y Mantenimiento, Bañon y Bevia, 2000 p.35

RESISTENCIA DEL SUELO

Es el factor más destacado puesto que sus características del suelo y los ensayos hablados anteriormente van de la mano con el fin de la obtención de la estabilidad, con el propósito de evitar los posibles asentamientos o fallas fatales del suelo.

Teniendo en cuenta la mecanización del suelo, se debe emplear diversos ensayos como los siguientes:

Capacidad Portante

La capacidad portante es la carga que pueda soportar el suelo sin que esta produzca daños excesivos.

Para hallar la capacidad portante del suelo es a través del ensayo CBR (California Bearing Ratio), nombre de un estado de Estados Unidos ya que ahí fue donde realizaron su primer ensayo. Este ensayo está basado en estudios hechos anteriormente de diversos tipos de suelos donde previamente fueron analizadas.

La inflación se obtiene sometiendo la muestra al proceso de sumersión durante un periodo de 4 días, una vez realizada esto, se hace un ensayo simulando a condiciones de uso de carreteras. Luego de esto se procesa una lectura al principio y otra al final usando un soporte estrictamente calibrado. Cuando se presentan suelos tipo arcillas o finos, la inflación adquiere importancia, ya que esto ocasionaría posibles asentamientos en cualquier tipo de construcción.

Luego de la inflacion se realiza el insercion con el fin de obtener la capacidad portante del suelo, con una velocidad normalizada que es de 1,27 mm/min. Atraves de una formula se obtiene todo lo hablado anteriormente, atraves del indice de CBR.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Presión en muestra problema}}{\text{Presión en muestra patrón}} * 100 \quad (3)$$

Dada esta expresion, se obtienen valores para el ensayo CBR sobre la presion – penetracion edificandose la grafica como la respectiva imagen, donde se apropiian los respectivos valores con profundidad siguiente de 2.54 y 5.08 mm.

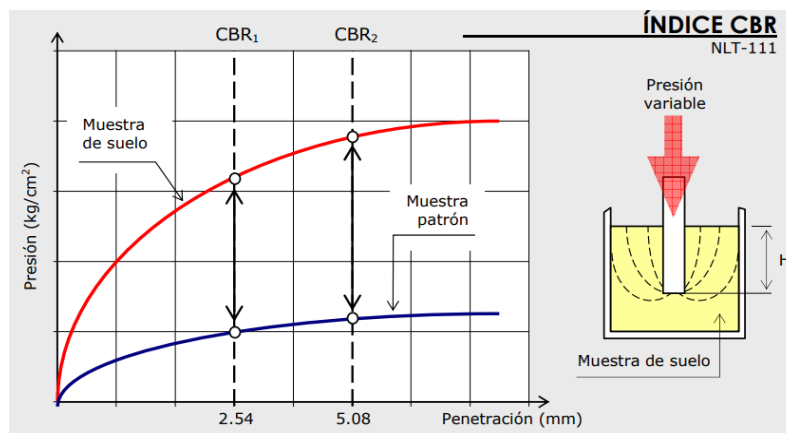


Figura 3: Definición del Índice de CBR

Fuente: Manuales de carreteras. Volumen 2: Construcción y mantenimiento, Bañon y Bevia, 2000 p.35

Para el diseño de pavimento, se obtiene el CBR con la respectiva subrasante clasificando al suelo de la manera siguiente:

Tabla 4: Clasificación de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S3: Subrasante Buena	De CBR>10 % A CBR<20%
S4; Subrasante Muy Buena	De CBR>20% A CBR<30%

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015, MTC 2014 p,210.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Para la siguiente investigación, emplearemos la clasificación dada por la SUCS y la AASHTO ya que esta se emplea en obras viales.

Clasificación según SUCS

Para Bañon y Bevia (2000, p.89) afirman que la clasificación según SUCS, se necesita separar los suelos por símbolos, una con prefijo y otra con sufijo”.

Según el SUCS dice que el prefijo señala el tipo de suelo y el sufijo señala las subdivisiones de sus siguientes propiedades.

Tabla 5: Grupo SUCS según su simbología

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobremente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite Liquido Alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite Liquido Bajo (<50)	H

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015, MTC 2014 p,250.

Clasificación AASHTO

Según AASHTO, el suelo se divide en siete grandes grupos, desde el A-1 al A-7, correspondiendo a los grupos del A-1 al A-3, donde estos son granulares y el porcentaje que pasa por la malla N° 200 son granulares. Los que tienen un índice mayor al 35% que pasan por el tamiz de malla N°200 van seleccionados en grupos de A-4 al A-7. En esta categoría se ven reflejado los suelos de tipo limo y arcilla.

Para hallar en que grupo estara el tipo de suelo es necesario incurrir al índice de grupo (IG), este valor estara comprendido entre 0 y 20 a la par con el porcentaje de la muestra que pasa por el tamiz N°200 ASTM

Tabla 6: Clasificación de suelos según AASHTO

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares							Materiales Limo –					
	Arcillosos (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							(más del 35% por el tamiz ASTM #200)					
GRUPO	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7			
Subgrupo	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)													
Serie ASTM	#10	≤ 50											
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51									
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)													
Limite Líquido	≤ 6	NP	≤ 40	≥ 41	≤ 10	≥ 41	≤ 10	≥ 41	≤ 40	> 41	> 41		
Índice de plasticidad			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11	≥ 11	
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20			≤ 20	
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena Fina	Grava y arenas limosas o arcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos				
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA						

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015, MTC 2014 p,310.

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Se trata cuando un terreno natural es sometido a un tratamiento de lo cual sirve para mejorar sus propiedades del suelos, dando como resultado una capa con una gran estabilidad y con capacidad de soportar futuras complicaciones y asegurar el comportamiento del terreno. MTC (2014, p23)

Para la estabilizacion de suelos, se emplea diversos aditivos que pueden ser :

- Aditivo con capacidad de retener la humedad y los diversos sales que existen.
- Aditivos con capacidad de resistir a la humedad.
- El Cemento Portland y la cal sirve tambien como un aditivo para estabilizar el suelo.

Criterios geotécnicos de estabilización de suelos de acuerdo al manual “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Según el MTC, establece que se tomara en cuenta los materiales con subrasante que presenten un CBR $> 6\%$, a su vez infiere que si en caso presentan índice menor a esto, o presente zonas con índices húmedos o áreas suaves, este tipo de suelo será motivo de un estudio a profundidad con motivo de estabilización, donde el profesional responsable tomara en cuenta el tipo de estabilización como: estabilización mecánica, reemplazando el suelo, estabilizando con geosintéticos, etc.

También hace referencia que si la capa de la subrasante se presenta en arcilla o limosa, cuando se humedece, las partículas del material penetra a la capa granular de la vía y lo contamina, se deberá tomar en cuenta una capa de 10cm que no permita la contaminación proyectándose, según indique el profesional responsable.

A su vez pueden presentar casos extremos como cuando la zona se encuentre a una altura de 4000 msnm, ahí se evaluará la reacción de las heladas del lugar. En síntesis, el congelamiento trae consigo la susceptibilidad del suelo, por ende se reemplazara este con un espesor bueno o en la rasante se evaluará levantar con un relleno adecuado hasta lograr el nivel necesario.

Si se desea lograr la estabilización de suelo es necesario conocer el tipo de suelo existente. El MTC (2014, p.32) especifica que los suelos que se encuentra para estabilizar son los limos, arcillas, arenas limosas o arcillosas.

También se reconoce que los factores a tomar en cuenta al escoger un método de estabilizador conveniente son:

- Reconocer el tipo de suelo a estabilizar
- Proponer el suelo estabilizado
- Conocer el tipo de aditivo al estabilizar el suelo
- Saber la disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador

Un claro ejemplo para determinar a fondo el procedimiento para la apropiada estabilización:

TIPOS DE ESTABILIZACIÓN

B) De manera Química

De esta manera se emplea productos que presenten materia química, de esta manera, la estabilización química las principales son empleando el cemento y el cal.

- Cemento Portland

Empleando el cemento adquiere una resistencia importante, cabe recalcar que con este elemento se usa fundamentalmente para suelos que presenten arenas o gravas finas.

- Cal

Empleando este elemento reduce la plasticidad de los suelos que presenten condiciones arcillosas, además que su uso es económica.

Además de estos elementos, existen los menos comunes que son:

- Polímeros

Estos elementos principalmente se emplea para las carpetas asfálticas dándole así una resistencia óptima por ende prolonga su vida útil.

- Caucho de neumático

Al igual que el polímero, se emplea para las carpetas asfálticas.

- Cloruro de Sodio

Tiene las características de que no deje entrar el agua ni el aire, además que reduce los polvos y se emplea para los suelos con índices de arcillas y limos.

- Estabilización con cenizas de carbón

Para Cokca (2001, p.68) infiere que la manera de estabilizar los suelos con cenizas volantes es el producto de cambio entre las partículas de arcilla y aluminio, calcio y hierro con las cenizas volantes.

Con un mínimo porcentaje de este elemento es beneficiante ya que afecta de una manera positiva a la granulometría, reduciendo el índice plástico y el límite líquido. Gracias a la reacción puzolánica que existe incrementa la capacidad portante de resistencia de la subrasante y por ende se ve una mejora en la estructura vial.

Existen diseños de pavimentos donde simplemente apoyan sobre la subrasante pobre una sección más gruesa con un mayor material base pero teniendo en cuenta el manual una estructura de un pavimento más gruesa sobre una subrasante pobre no da como resultado un buen pavimento.

CENIZAS DE CARBÓN

Según la ASTM C593-95 especifico que las CVson como residuos finos dividio gracias a la combustion de carbon en polvo donde es transportado desde la caldera a gas quemado.

Las cenizas volantes es uno de los subproductos industriales mas abundantes, produciendose en grandes cantidades como subproductos de la combustion del carbon en centrales electricas.

Presenta una caracteristica especial que es el de concentrar materias del carbon cuando este escape de las precipitadores de los gases que produce. Presentan unos tamaños correspondientes de 0,074 y 0,005 mm.

Según el significado de las plantas donde se obtiene estas cenizas se diferencian pr la efectividad de estas en el empleo como agente estabilizador del suelo, dado que que estas plantas pueden hacer la distribucion según sus caracteristicas de combustion, este material esta reglamentado por la norma ASTM C593-95 donde data la informacion basica sobre la composicion de las cenizas volantes, donde ayudara a ver el rango de de valores de rendimiento que puede tener este material.

Clasificacion de Ceniza Volante

El reglamento del ASTM C618, donde explica que las cenizas volantes se dividen en dos tipos, la clase C y F.

Las cenizas volantes de clase C usualmente es producida al quemar lignito o carbon subbituminoso, dado que este tipo de ceniza presenta propiedades puzolanicas y cementantes. Debido a que este material presenta propiedades cementantes, este material se endurecera en presencia de agua, ademas el termino puzolanico, refiere que en presencia de agua, este material reacciona como hidroxido de calcio a temperatura normal produciendo compuestos de cemento.

Sin embargo, las cenizas de calse F son producidas de la combustion del carbon de antracita o bituminosa donde se considera que solo tiene propiedades puzolanicas.

Tabla 7: Requerimiento Quimicos de las cenizas volantes

Composicion Quimica		F	C
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₂	Min%	70	50
SO ₃	Max%	5	5
Contenido de Humedad	Max%	3	3
Perdida por Ignicion	Max%	6	6

Fuente: Elaborado con datos del ASTM C 618

Estos tipos de cenizas volantes, generalmente son los mas comunes de cenizas volantes. No obstante, existe variedades de particularidades dependiendo los factores como la clasificacion del carbon y la combustion por la cual pasa, como aditivos, etc.

PROPIEDADES DE LAS CENIZAS VOLANTES

De acuerdo con Alonso, M. C., & Luxán, M. P. (1995) Las cenizas volantes presenta lo siguiente:

- La capacidad reactiva lo hace adecuado para una variedad de aplicaciones, a su vez presenta propiedades puzolánicas e hidráulica, aunque su reactividad de cenizas requiere un tiempo prolongado.
- A medida que aumenta a la dispersión de partículas en el sistema, este material mejora la trabajabilidad en estado plástico
- Las cenizas volantes en el mortero reducen la hinchazón asociada con la reacción de alcalina de sequía y reducen las perdidas debido a la durabilidad.
- Actividad hidráulica puesto que al tener contacto con el agua tiene la aptitud para endurecerse.

BASES NORMATIVAS

La elaboracion del siguiente proyecto se baso a los siguientes reglamentos:

DG-2018

El MTC establecio el manual de carreteras, Diseño Geometrico, aprobada por el D.S N° 034-2018-MTC, de carácter normativo, donde es gestionada a nivel nacional y de conformidad con la normativa aplicada por la agencia responsable de administrar la infraestructura vial de tres niveles: nacional, regional y local.

El presente manual del MTC es de carácter normativo dada que organiza y recopilar técnicas y procedimientos para el diseño de carreteras de acuerdo con su desarrollo donde se basan en ciertos parámetros. Cubre toda información de los procedimientos para su respectiva elaboración del diseño geométrico, según la categoría y el nivel de servicio del proyecto.

EG-2013

El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial estableció el manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, aprobada por el D.S N° 034-2008-MTC, de carácter normativo, donde es gestionada a nivel nacional y de conformidad con la normativa aplicada por la agencia responsable de administrar la infraestructura vial de tres niveles: nacional, regional y local.

El presente manual tiene como propósito en estandarizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relacionadas con la ingeniería de infraestructura vial, cuyo objetivo es estandarizar procesos para obtener los mejores indicadores de calidad, a su vez, previene y/o evita posibles disputas derivadas a la gestión de contratos

Además el siguiente proyecto de estudio toma referencias de estudios anteriores cercanos al lugar, uno de ellos es el proyecto: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA – ICA”,

PAVIMENTO

El pavimento en la ingeniería civil es una superficie duradera de una carretera, pista de aterrizaje (aeropuerto) o áreas similares, está compuesto por estructuras diseñadas horizontales que se constituyen de manera técnica con materiales adecuados y apropiadamente compactada, estas gravitan sobre las subrasante de un camino que resulta del desplazamiento de tierras. La función primordial de un pavimento es transferir carga a la sub base y al suelo adyacente.

Según Rico y Del Castillo (2005) explico que:

Un pavimento es una agrupación de capas que cumple una función principal que es la de facilitar un área de rodadura homogénea de textura y colores adecuadas, a su vez tener resistencia eficaz a las cargas de tránsito peatonal y vehicular (p.23).

En pocas palabras, un pavimento es una superficie terminada que trasmite de manera segura a la tierra las cargas en movimiento debido al tráfico vehicular (motorizado y no motorizado) y peatonal, proporcionando de manera efectiva una superficie estable y manejable.

Clasificación de los Pavimentos:

Existen dos tipos de pavimentos basados en sus consideraciones de diseño y estos son pavimento flexible y pavimento rígido.

Vivar (1995, p.35) explico que la diferencia entre los dos es la manera en que las cargas se distribuyen a la subrasante, los pavimentos se clasifican según los siguientes parámetros.

Pavimento Flexible

Este tipo de pavimento se define en la mezcla de material asfáltico y agregados colocados sobre un lecho de material granular compactado de manera apropiada en capas encima del subsuelo.

Al respecto, Menéndez (2012, p.13) sustento que el pavimento flexible tiende a ser económicamente favorable y su vida útil va de 10 a 15 años, pero por ser económico este necesita mantenimiento constante. El pavimento flexible consta de carpeta asfáltica, base y sub base.

Estructura de Pavimento Flexible

Montejo 2002 p.,135 menciona que la estructura de un pavimento generalmente esta por orden de capacidad conformada por una carpeta de rodadura, carpeta asfáltica sellante, base, subbase y subrasante.

Carpeta de rodadura

La carpeta de rodadura tiene la función de proporcionar una superficie de soporte estable para el pavimento flexible, tal y como menciona Montejo 2002 p,135 que la carpeta de rodadura debe resistir la expansión directa de la carga, la fricción del neumático, el estrés del drenaje y el estrés generado por la fuerza centrífuga; el impacto, debe tener la textura permitida para garantizar un rodamiento seguro y cómodo.

Carpeta asfáltica sellante

Montejo 2002 p,135 menciona que está conformado por la aplicación bituminosa que se le da al asfalto con el objetivo principal de sellar la superficie a través de la impermeabilización donde se evite que la lluvia se filtre.

Protege aún más la capa de rodamiento donde se evitar el desgaste de las ruedas.

Capa base y sub base

La base es la que se ubica después de la mezcla asfáltica siendo la principal estructura del pavimento flexible y está constituido de agregados con aglomerantes de asfalto (bases estabilizadas), agregados con aglomerante de cemento Portland (base de concreto estabilizadas y compactadas con rodillo).

La capa subbase se ubica exactamente debajo de la base, en relación con lo mencionado por Montejo (2002, p.136) tiene como rol ser resistente, ser capa drenante, dado que facilita el drenaje de las aguas que son provenientes del nivel freático, de infiltraciones o de desagües, como anticontaminante.

Inhabilita que los materiales menudos de la subrasante se arrastren a la base, como también impiden que los materiales gruesos se infiltren en la subrasante, y como rol resistente se encarga de compartir las cargas de transito sobre toda la subrasante, por su espesor y capacidad que tiene esta capa.

Subrasante

Montejo (2002, p.136) menciona que es al área terminada y compactada del movimiento de tierras sobre el que reposa el pavimento, esta puede proporcionarse en terraplén de la topografía y el ras de formación finalizado. Consiste en un suelo natural bien compactado, perfilado con gradiente requeridos, también sirve de soporte a las diversas capas del pavimento.

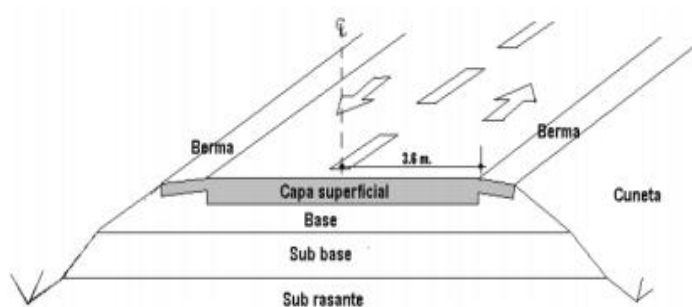


Figura 4: Estructura de un pavimento

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras (2ª ed). Montejo 2002 , p.135.

COMPONENTES DE UN PAVIMENTO

Mezcla asfáltica

Este material también conocido como aglomerante, es una mezcla de agregados pétreos y ligantes. El aglomerante se utiliza en la ejecución de vías sea el caso de construcción de capas de rodadura o en inferiores.

Este material tiene la función principal de emplear una proporción en la superficie de rodadura con el fin de que esta sea segura, confortable y económica, facilitando la vida a los usuarios de las vías.

Según Yepes (2014, p.89) en síntesis infiere que los aglomerantes sirven principalmente para la ejecución de aeropuertos, carreteras, etc. Teniendo en cuenta que se emplea en las capas menores para tráfico intensos.

Las propiedades de la mezcla asfáltica tienden a ser: resistente al deslizamiento, capacidad de soporte, cumple su vida útil y es cómoda para el usuario.

Las mezclas asfálticas están caracterizadas por mezclas caliente o mezclas fría, dichas mezclas son procesadas en plantas, teniendo una producción diferente la mezcla asfáltica caliente y su colocación en obra será a una temperatura mayor al del lugar.

TIPOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Mezclas asfálticas en caliente

Rico, A., y Del Castillo, H. (2005p, 123) menciono que dicha mezcla emplea agregados y cemento asfáltico, siendo este último elemento el que le da una trabajabilidad mayor siendo calentada y por ende se le conoce como mezcla asfáltica en caliente.

Mezclas asfálticas en frío

Rico, A., y Del Castillo, H. (2005p, 124) dijo que dicha mezcla se fabrica, se extiende y se emplea en campo a temperatura ambiente, cabe recalcar que esta mezcla predomina el agregado grueso y una emulsión lo cual estas deben estar frío.

DISEÑO DE UN PAVIMENTO

Para el diseño del pavimento, existen diversos métodos de diseño, en esta investigación se empleará el método de AASHTO93. Dicho método emplea los espesores de la estructura del pavimento rígido.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 1993.

Para diseñar el pavimento flexible primero se debe conocer que el pavimento flexible comprende de tres partes importantes que son, la subrasante, sub base y una capa base y al finalizar comprende de la carpeta asfáltica teniendo así un pavimento flexible.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Al emplear el método AASHTO, este emplea un número estructural que le denomina SN, con el propósito de medir la resistencia que tiene la estructura del pavimento al ser requerida esta para medir la capacidad de soporte de suelo, tráfico esperado y pérdida de serviciabilidad, según la siguiente fórmula empírica denominada por el AASHTO 93 se pretende hallar el número estructural para el proyecto.

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \Delta PSI}{0.40 + \frac{4.2 - 1.5}{1094} (SN + 1)^{5.19}} + 2.32 \log M_R - 8.07 \quad (4)$$

En la siguiente expresión se muestra que:

- SN: Es el número estructural que se requiere por sección en la vía
- W18: Ejes equivalente de 80kN por el período de diseño.
- ZR: Desviación estándar normal
- So: Error estándar
- PSI: Índice de serviciabilidad.
- MR: Módulo resiliente.

El SN se transforma en espesores en la estructura de pavimento, mediante esto la capa que muestra la resistencia relativa de los materiales de cada capa, se expresa en la siguiente ecuación el diseño:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (5)$$

En la siguiente expresión se muestra lo siguiente:

- a_1 : 1 pulgada
- D_1 : espesor de capa
- m_1 : coeficiente de drenaje de capa

CÁLCULO DE NÚMERO ESTRUCTURAL

Para realizar el diseño del pavimento flexible es importante conocer el tráfico que se va a esperar durante toda su vida útil del pavimento, además de su confiabilidad como el de su comportamiento, después de reconocer el suelo con la subrasante y encontrando la confiabilidad (R), el error estándar y el ESAL, para determinar todo esto se empleará la ecuación empírica del AASHTO.

PARÁMETROS DE DISEÑO DE AASHTO

Periodo de diseño

Se reconoce a lo cual el pavimento entra en función hasta cuando este necesite algún tipo de trabajo de mejoramiento.

Tabla 8: Periodos de diseño

CONDICIONES DE CARRETERA	PERIODO DE ANÁLISIS
Vías Urbanas con alto volúmenes	30-50
Vías rurales con alto volumen	20-50
Pavimentadas con bajo volumen	15-25
Superficie granular con bajo volumen	10-20

Fuente: Elaborado con datos del AASHTO, Guide for Design of Pavement Structure 1993

TRÁNSITO

Para obtener resultados del tránsito, se emplea el método de AASHTO 93, este método se basa en el número de ejes es igual a 18 kips en el carril del diseño (W18) este factor es conocido como ESAL (Número de repeticiones de ejes equivalentes)

CONFIABILIDAD

Es el factor de probabilidad en donde el pavimento diseñado cumpla en llegar a su vida útil con óptimas condiciones de estado bajo las probabilidades de que existan dificultades de deformación y posibles fallas. Según la guía de diseño para pavimentos,

AASHTO 93, explica antes de escoger un valor del parametro reglamentado es necesario conocer la via, el nivel de confiabilidad de resistencia de cada una de las capas y el transito de diseño pronosticado.

Tabla 9: Valores de las capas y transito de diseño pronosticado

Tipo de camino	Zonas Urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras Principales	80-99	75-95
Carreteras Secundarias	80-95	75-95
Caminos Vecinales	50-80	50-80

Fuente: Elaborado con datos del AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

DESVIACIÓN NORMAL (Z_r)

La conducta real del pavimento y la propuesta de la curva de diseño según la AASHTO son iguales pero no llegan a coincidir. La carencia de similitud es debido a que se presentan deficiencias en la ecuación de comportamiento y a la dispersión empleada en el dimensionamiento de la vía. Por tal motivo, la guía creó un enfoque para igualar las dos curvas., por ende la desviación estándar (S_o) representa los errores y el ajuste de estas dos curvas se le denomina como desviación normal (Z_r).

Tabla 10: Desviación Estándar ZR

Confiabilidad	Z_r	Confiabilidad	Z_r
85	-1,037	98	-2,054

Fuente: Elaborado con datos del AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Serviciabilidad

La serviciabilidad es la capacidad que contiene el pavimento al soportar y recibir el tráfico de cargas, del cual fue diseñado. Tiene un procedimiento de diseño del cual es el AASHTO y ese tipo de diseño nos da el PSI, este puede variar entre 0 (vía intrasitable) y 5

(via en optimas condiciones) este factor nos brindara informacion sobre los niveles de trafico y cargas de ejes que existen y esta dado por la siguiente formula:

$$PSI= P_0 - P_t \quad (6)$$

- La serviciabilidad Inicial (P_0) es la condicion que presenta el pavimento despues de su contruccion.
- La serviciabilidad final (P_t) es el resultado que presenta el pavimento al llegar al fin de su vida util.

Modulo de resiliencia efectivo de la sub rasante

Se emplea para delimitar al suelo de fundacion con el diseño de pavimento flexible.

Para delimitar, la guia recomienda emplear el ensayo AASHTO T247 sobre una muestra, donde esa muestra sera sometida a cargas de condciones de esfuerzo y humedad.

Cabe recalcar que este ensayo no es muy comun realizarlo ya que requieren de equipos sofisticados donde en muchos lugares caceren de ellos, por consiguiente la guia propuso relaciones donde se pueda determinar el modulo de resiliencia a partir de ensayos CBR.

- En la guia AASHTO del 1993 lo representa de la siguiente expresion:

$$M_r (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64} \quad (7)$$

Coefficiente de drenaje

Este resultado va a depender del porcentaje de drenaje que se establece con relacion al tiempo que demora en evacuar las aguas del pavimento y el grado de porcentaje de tiempo donde la via esta expuesta a indices de humedad proximos a la saturacion, dicha proporcion va a depender de la precipitacion media anual con las caracteristicas del drenaje.

Este coeficiente tiene un proposito de estimar la reduccion de su vida util del pavimento.

Tabla 11: Valores de capacidad de drenaje

Calidad del Drenaje	Tiempo en que tarde el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	Arena no drena

Fuente: Elaborado con datos del manual AASHTO, Guide for Design of Pavement Structure 1993

Según el AASHTO, explica que las capacidades de drenaje prevalecen factores de corrección:

- Bases = m²
- Sub bases granulares sin estabilizar = m³

Del cual se encuentra en función de porcentaje anual en donde el pavimento se encuentra expuesto a índices de humedad.

Tabla 12: Valores (mi) para modificación de coeficiente estructurales

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad proximos a la saturacion			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	Mas del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: Elaborado con datos del manual AASHTO, Guide for Design of Pavement Structure 1993

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es enfoque cuantitativo el cual tiene como finalidad hallar la relación de una cosa y otra, es decir entre las variable dependiente e independiente dentro de la población a investigar. Esta ocupará una posición objetiva, lógica y numérica ya que se centrará en datos inmutables, numéricos y un razonamiento convergente ya que al finalizar podrá mejorar el problema de interés. Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.4)

El tipo de investigación es aplicada, debido a que los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.21) precisaron que: Este tipo de investigación ocupa la solución a una problemática de manera práctica aplicando lo aprendido para propiciar un cambio.

El diseño de investigación es no experimental ya que se está tomando como referencia o base trabajos realizados anteriormente y nos servirá de apoyo en el procedimiento de la investigación

Según Hernández y Mendoza (2018, p.137) explicaron que: El diseño no experimental se da sin la manipulación de las variables, basada en la observación de fenómenos con el propósito de analizarlo

El nivel de investigación va de acuerdo al enfoque de investigación y es descriptivo donde se evaluará el fenómeno, como sus características, propiedades y perfiles más importantes, también la influencia de una variable sobre otra, en relación de causa – efecto.

A su vez, está sujeta a medidas de un antes y un después ya que precisaremos la verificación y validación de datos mediante la recolección de antecedentes para así dar una solución exacta y definir si nuestra variable independiente ocasiona una alteración o efecto en la variable dependiente, teniendo en cuenta si la incorporación de cenizas volantes influye la subrasante para un posterior diseño a través del valor del CBR.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: “Incorporación de cenizas volantes”

Según Pino, R.(2010, p.134) especifica que: la variable independiente es aquella donde el investigador manipula para detallar el objeto de estudio en el transcurso de la investigación, además estas variables tienden a explicar en la variable dependiente.

Esta variable está definida por la norma ASTM C593-95 que infiere que: las cenizas volantes son granos finos compuestos básicamente por silicatos, aluminios, cal libre y algunos óxidos que permiten una reacción puzolánica con el suelo arcilloso que al igual que otras sustancias reducen el índice de expansión.

Dimensiones: Dosificación (Porcentaje)

Jain, R., Irfan, M., Kumar, R., Tikoo, K., Sharma, S., & Parasar, D.(2019, p.23)

Estos refieren que para hacer la incorporación de las cenizas volantes se hace a base de dosificaciones de acuerdo al porcentaje de 5%, 10% y 15%

Indicadores

5%, 10% y 15% según los autores anteriormente citados.

Dimensiones: Propiedades

(Mc. Alonso, 1995 , p.136)

Infiere que las cenizas volantes tienen grandes propiedades como su capacidad reactiva, propiedad puzolánica e hidráulica.

Indicadores:

Puzolánica e Hidráulica.

Variable Dependiente: “Subrasante para Pavimento Flexible”

De acuerdo a Pino, R, (2010, p.135) explica que la variable dependiente es la que se modifica por la acción de la variable independiente, de acuerdo a la consecuencia tiende a dar resultado donde se requiere una motivo o explicación.

La Variable dependiente está establecido por el MTC (2014, p.23) infiere que la subrasante es una superficie terminada de la carretera a nivel de mantenimiento de tierras sobre lo cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

Dimensiones: Propiedades Físicas

Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013, p.113)

Infiere que la subrasante se divide en dos propiedades, la cual se tiene que mejorar haciendo estabilización de suelos, para hallar la propiedad física del suelo se mide mediante los límites de Atterberg y la Granulometría.

Indicadores:

Límites de Atterberg , Granulometría.

Dimensiones: Propiedades Mecánicas

Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013, p.113)

Infiere que la subrasante se divide en dos propiedades, la cual se tiene que mejorar haciendo estabilización de suelos, para hallar las propiedades mecánicas l suelo se mide mediante los ensayos de Proctor modificado y el CBR

Indicadores:

CBR, Proctor Estándar.

3.3 Población, muestra y muestreo

Hernandez, S., Fernandez, C. y Baptista, M. (2010, p. 174) infiere que: La población es el grupo de los casos que se establecen con ciertas especificaciones, también indican que la muestra de estudio es un subgrupo de la población.

La población de la presente investigación es el tramo conecta el centro poblado de Yaurilla con el distrito de Los Aquijes, el cual se encuentra ubicado dentro de la provincia de Ica



Figura 5: Vista en Google Earth tramo Yaurilla – Los Aquijes

Fuente: Google Earth

Al ser la población un tramo perteneciente a las diferentes vías de la ciudad de Ica, este estudio no contara con muestra ni muestreo, debido a que es un estudio de caso.

Bernal, C (2010, p. 116) el autor en su libro precisa que: “Un estudio de caso implica investigar a fondo una unidad específica de la población y analizarla, esta será tomada de un universo poblacional.”

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

De acuerdo a Niño, V. (2010, p.155) indica que la técnica para la recolección de datos es una serie de herramientas que se aplicaran en la investigación para recolectar datos siendo las más comunes: observación, encuesta y entrevista.

Por esta razón en el estudio el primer paso a realizar será la observación del problema y realidad que hay en el tramo a investigar, haciendo una inspección visual de toda el área que comprende para determinar su nivel vulnerabilidad y estado en el que se encuentra, para posteriormente proceder a realizar las calicatas de manera normalizada de la mano con el

Manual del MTC, concluyendo en la realización de los diferentes ensayos a las muestras recogidas.

Instrumentos

Niño, V. (2010, p.152) dice que los instrumentos son los materiales utilizados para recolectar los datos de la técnica de investigación aplicada.

Para la siguiente investigación se empleará las hojas de cálculo para la verificación de que el trabajo se esté realizando debidamente ordenado con los respectivos cálculos, a su vez se tuvo el apoyo del expediente técnico, también las respectivas referencias para este estudio.

Confiabilidad

Según Niño, V (2011 , p.150) establece que la confiabilidad es la característica técnica o prueba de un instrumento que consiste que al ser empleado en cualquier otro momento y en las mismas personas debe dar el mismo resultado sin variar.

Por esta razón la confiabilidad de los resultados quedara determinada por la aplicación de diferentes ensayos que se realizaran en un laboratorio donde esta tenga sus equipos perfectamente calibrados y certificados con los estándares de calidad, teniendo vigencia hasta la fecha de estudio, sin variar el resultado ya sea aplicado en cualquier otro laboratorio.

Validez

Según Hernandez, Fernandez y Baptista (2010 , p 201) infiere que el termino validez es el grado que empleara un instrumento de manera real y veraz, el cual ayudara a medir la variable de estudio.

La validez de la presente investigación se determinará mediante normas técnicas que harán posible que las aplicaciones que le demos a nuestros estudios tengan criterio y las presentes normas técnicas son de: AASHTO, ASTM, EG-DG 2018, el manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos sección suelos y pavimentos del MTC, etc.

3.5 Procedimientos

Para que el presente proyecto de investigación se haga realidad, se realizara el siguiente procedimiento:

1. Se empezara con la observacion de campo del tramo a estudiar Yaurilla – Los Aquijes en Ica con el objetivo de ver las condiciones y los problemas persistentes en el lugar, en este caso se vera el tipo de suelo y el acceso al lugar.
2. Siguiendo los lineamientos del MTC se procedera hacer el indice medio diario (IMD) esto se llevara a cabo con la finalidad de establecer los numeros de vehiculos que pasa por dia en el tramo, para asi de esta manera calcular el numero de calicatas a realizar.
3. Una vez obtenido los reusltados del indice medio diario (IMD) se procedera hacer la excavacion de las calicatas siguiendo las normas que establece que de profundidad debera tener 1.50m, posteriormente se llevara la muestra obtenida al laboratorio.
4. Recoleccion de la materia prima procedente de las diferentes ladrilleras artesanales, en el caso de cenizas de carbon.
5. Se procedera a llevar las muestras al laboratorio para analizar sus componentes fisicos – quimicos de la materia prima, en este caso se esperara que las materias analizar contengan cal.
6. Una vez obtenida, procesadas y analizadas las materias primas, se procedera hacer los ensayos en un laboratorio de suelos donde tengan los equipos calibrados y esten acogidos a la normativa del manual de ensayo de materiales del MTC.
7. Se procedera a realizar los siguientes ensayos: En primera instancia se realizara el ensayo granulometrico, donde se determinara cuantitativamente la distribucion del tamaño de las particulas, pasando por diferentes tamices. Ademas para realizar este ensayo se necesita una estufa, con el fin de mantener a temperatura uniforme, tambien se contara con envases para el respectivo traslado de las muestras y un cepillo con una brocha para la limpieza de los tamices.
8. Ensayo de Determinacion de Limite Liquido ASTM D-4318, MTC E110: Este ensayo se hara con la finalidad de obtener resultados para determinar las propiedades y comportamientos del suelo, los instrumentos necesarios para lograr un optimo ensayo se necesitaran: recipiente para almacenaje, acanalador, calibrador (especificamente una barra de metal con las dimensiones dadas según el

MTC), recipiente de material resistente, balanza con sensibilidad, estufa y materiales para su manipulación como espátula.

9. Ensayo de Determinación del Límite Plástico (ASTM D-4318, MTC E111)
Se procederá a realizar para obtener el grado de comportamiento que tiene el suelo cuando es sometido a humedad, cuando este tiende a comportarse como material plástico, se enrolla en hilos de 3.2 mm (1/8 pulg.) de diámetro para ver si se desmoronan en la palma de la mano o una superficie lisa, los materiales a usar son: placa de vidrio esmerilado, dispositivo laminado, Espátula de aproximadamente 2 cm de ancho y 13 cm de largo, horno de secado, varilla metálica de 3.2 mm de diámetro, contenedores de líquidos y balanza.
10. Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM D-2216, MTC E108) este procedimiento se da para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad de suelos en términos de su peso en seco, lo importante aquí es la temperatura del horno que según los lineamientos se realiza a 110°C, los materiales que se necesitan son: Depósitos de Aluminio con sus tapas, Horno a temperatura controlada, Balanza, así como otras herramientas de manipulación.
11. Ensayo de Clasificación SUCS (ASTM D-2487) se da para resaltar la clasificación de suelos en categorías que representan los resultados una vez determinado la granulometría, límite líquido, límite plástico y el contenido de humedad, este al ser una clasificación estándar, se limita a suelos naturales.
12. Contenido de Sulfatos (ASTM D-516) se realiza para determinar si existe en el suelo sulfatos que puedan afectar a la estabilización, ya que estos provocan cambios volumétricos como son la formación de etringita (trisulfato de aluminio de calcio) de esta manera se procurará que estos sulfatos se distribuyan de manera homogénea en la capa, para así reducir sus efectos.
13. Contenido de Cloruros (ASTM D-512) se da para clasificar la categoría de cloruro existente en el suelo, que puede provocar cambios en sus propiedades físico-mecánicas al momento de estabilizar.
14. Contenido de Sales Solubles Totales (MTC – E219) es para determinar el contenido de las sales del suelo de estudio con los tratamientos de agua destilada y la disolución correspondiente, este ensayo se da pesando la muestra, obtenido de evaporación de una proporción de cantidad del extracto acuoso del objeto de estudio es decir del suelo.

15. Clasificación AASHTO M -145

El sistema AASHTO utiliza la distribución del tamaño de grano y los datos de límites de Atterberg para asignar una clasificación de grupo y un índice de grupo al suelo. La clasificación grupal varía de A-1 (mejores suelos) a A-8 (peores suelos). Los valores de índice de grupo cercanos a 0 indican suelos buenos, mientras que los valores de 20 o más indican suelos muy pobres. Sin embargo, un suelo que puede ser "bueno" para su uso como subrasante de una carretera podría ser "muy pobre" para otros fines, y viceversa.

16. Ensayo California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC-E132) En este ensayo se realiza con el propósito de especificar el valor de soporte del suelo.

17. Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC-E115) el objetivo del ensayo es obtener la relación gráfica de la "densidad seca" con el "contenido de humedad" en forma de "curva de compactación", para determinar los valores de Contenido de humedad óptimo y Densidad máxima en seco, Para este ensayo se necesita un molde cilíndrico de 2,320cm³, con una capacidad de 4,535kg donde deja caer desde una altura de 457mm. Cabe resaltar que para este procedimiento se necesita una mayor fuerza de compactación que el del Proctor estándar, por consiguiente, es una compactación más potente.

Cada uno de estos procedimientos se realizará con personal calificado, áreas donde faciliten la ejecución correcta de los ensayos, métodos y procedimientos estandarizados, acogiéndose a las normas nacionales e internacionales como: MTC, AASHTO o ASTM, de la mano también con las técnicas apropiadas para el análisis de los datos obtenidos, así como los equipos calibrados con su certificación correspondiente que nos garanticen la exactitud, validez y confiabilidad de los resultados de cada uno de los ensayos expuestos. De esta manera se asegurará la calidad de los resultados.

3.6 Método de análisis de datos

Según Niño, V.(2010, p.103) explica que el análisis de datos cuantitativo se apoya en el sistema de medición de datos y estos están representados numéricamente en cuadro y tablas con el fin de comparar, conceptualizar y establecer relaciones.

En este proyecto de investigación se procederá con el análisis de las muestras recogidas mediante ensayos de laboratorio y estos serán expuestos mediante cuadros y tablas elaboradas en el software Microsoft Excel.

3.7 Aspectos éticos

Según Coasaca, N., Argota, G., Celi, L., Campos, R., y Mendez, S.(2016, p.224) infiere que “La ética es una ciencia cuya valor trata sobre la moral [...] comparando las pautas morales que presentan diferentes personas o sociedad buscando su fundamento y legitimación”.

Otro aspecto de ética menciona Niño, V. (2011, p.96) infiere que: “El aspecto ético de la investigación cuenta con cuatro grandes puntos: la confidencialidad, el anonimato, la legalidad y el profesionalismo y con ello se debe actuar con responsabilidad durante el proceso de investigación”.

En el presente estudio, nosotros como investigadores nos comprometemos a respetar de manera minuciosa los diferentes datos que tomaremos de diferentes normas, manuales y artículos científicos del cual nos permitirán lograr los objetivos planteados sin incurrir en el plagio respetando siempre la legitimidad de los datos prestados.

IV. RESULTADOS

Descripción del lugar

El poblado de Yaurilla está ubicada en el distrito de Los Aquijes, en la provincia de Ica, departamento de Ica.

Distrito : Yaurilla – Los Aquijes.

Provincia : Ica

Departamento : Ica

Coordenadas Geográficas : Altitud:417 m

Latitud: 14°04'32.16"

Longitud:75°40'48.15"

Cota máxima: 475 m



Figura 6: Fotografía de Yaurilla

Fuente: Fotografía propia

Características de la zona

El poblado de Yaurilla perteneciente al distrito de Los Aquijes se encuentra ubicado a 20 min de la plaza de armas de la ciudad de Ica, con un clima que va desde los 15° C hasta los 33° C, está constituida en gran parte por los sectores industriales y agrícolas, donde comúnmente se puede encontrar las plantas ladrilleras, y las vitivinícolas, presentan sus calles sin asfaltar, con un suelo arenoso, hoy en día se encuentra en proceso de desarrollo gracias a la construcción de un condominio denominado: Las piedras de Buenavista. Debido al suelo que posee se plantea realizar la estabilización del suelo incorporando cenizas volantes para lograr una mejora de la subrasante y posterior a ello pavimentar.

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El trabajo correspondiente a “Incorporación de cenizas volantes en la subrasante para un pavimento flexible tramo Yaurilla , Los Aquijes – Ica, 2020” de acuerdo a la zona de lugar donde cierta topografía es de tipo accidentada con pendiente elevado, presentando desniveles.

Los trabajos de topografía se realizaron con una herramienta del Google Earth.

Ubicación del estudio de tesis.

Región	:	Ica
Distrito	:	Los Aquijes
Provincia	:	Ica
Sector	:	C.P Yaurilla.

Levantamiento Topograficos

Para realizar el levantamiento topográfico, se empleó una herramienta virtual que es el de Google Earth, donde se tomaron puntos BM's donde resulto más factible el desarrollo del levantamiento con la herramienta virtual, logrando tener las coordenadas siguientes:

Tabla 13: Cuadros de Coordenadas

CUADRO DE COORDENADAS			
BM	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
BM 1	8444468.03	426420.55	434.53
BM 2	8444388.61	426478.78	432.56
BM 3	8444285.11	426500.93	432.58
BM 4	8444126.51	426550.94	432.41
BM 5	8443833.00	426631.97	437.78
BM 6	8443622.65	426613.55	434.59
BM 7	8443519.83	426519.72	432.26
BM 8	8443290.30	426545.16	432.70
BM 9	8443185.34	425948.87	425.55

Fuente: Elaboración propia

Con las coordenadas obtenidas a través del Google Earth se obtuvieron los relieves de la zona de estudio, los perfiles longitudinales del tramo, sus cortes transversales del tramo Yaurilla – Los Aquijes en la provincia de Ica.

ESTUDIO DE SUELOS

Se tomo como referencia para la investigación el estudio de suelos del expediente MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA – ICA, previamente autorizado con fines de estudio para esta investigación

Debido a que el estudio de suelos del expediente se asemeja a la zona del lugar de estudio se tomó como referencia los siguientes datos

Teniendo en cuenta que la finalidad del estudio del proyecto es estabilizar la subrasante con cenizas volantes, el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del 2013 menciona que la estabilización de suelos tiene la finalidad de mejorar sus propiedades físicas del suelo mediante procesos mecánicos o la incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos, luego de la incorporación de estos agentes químicos o naturales, proceso mecánicos, luego pasa a la compactación.

Tabla 14: Resumen de estudio de suelos

Tipo de Suelo	CBR subrasante	Maxima densidad seca (M.D.S)	Contenido optimo de humedad
SP – A-2-4(0)	16.20%	1.77 gr/cm ³	9.56%

Fuente: Expediente tecnico MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P COMATRANA SECTOE EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA – ICA.

A su vez menciono, que existen casos donde se justifica una estabilización como:

- Una subrasante pobre, arcilloso o arenoso.
- Por las condiciones de humedad.
- El aprovechamiento de material existente en el lugar de la construcción.

En el presente estudio se aprovechará el uso de las cenizas volantes con la finalidad de reducir costos en la obra, aprovechar este material para que no sirva como relleno sanitario, etc.

Se tomo referencias de investigaciones con el mismo material a emplear y los resultados salieron favorables al aumento del CBR en su subrasante.

EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO

AFORO DEL VOLUMEN VEHICULAR

Para obtener datos y a su vez realizar un conteo del tráfico vehicular, se consideró la recopilación de datos del sitio, debido a que se realizó un conteo vehicular durante 7 días en intervalos de una hora en la Urb. Buena Vista en la localidad de Yaurilla – Los Aquijos.

Se considera un punto estratégico (nodo) más relevante en la intersección del Jr. Ayabaca y el Jr. Pedregal del cual nos sirvió como estación de aforo vehicular.

La fecha del conteo vehicular fue del lunes 20 de enero al domingo 26 de enero del 2020.

En los siguientes cuadros se muestra el resumen de aforo vehicular diario comprendido entre las fechas del lunes 20/01/2020 al domingo 26/01/2020.

UNIVERSIDAD César Vallejo		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR	
AFORADORES:		CHACON PEREZ, MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA, LESLY DANAE	
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EN LA SUBRANANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO YAUBILLA - LOS AQUINES, ICA - 2019"	
SENTIDO		← AMBOS →	
UBICACIÓN		YAUBILLA - LOS AQUINES	
ESTACION		URB. LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA	
FECHA		Lunes 20/01/2020 al 26/01/2020	

1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

RESULTADO DE CONTEO VEHICULAR PARA CLASIFICACION DIARIA TOTAL								
TRAMO UNICO - DEL 20/01/2020 AL 26/01/2020								
TRAFFICO VEHICULAR TOTAL								
TIPO DE VEHICULO	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Total
AUTOMOVIL	301	285	254	168	325	204	213	1750
CAMIONETA	145	66	61	99	105	87	46	609
CAMION C2	35	57	28	53	54	25	27	279
CAMION C3	34	16	18	17	34	11	8	138
CAMION C4	5	10	8	0	0	8	10	41
SEMI TRAYLER T2S1	5	2	5	3	4	0	2	21
TOTAL	525	436	374	340	522	335	306	2838

Figura 7: Resumen de conteo vehicular

Fuente: Elaboración propia

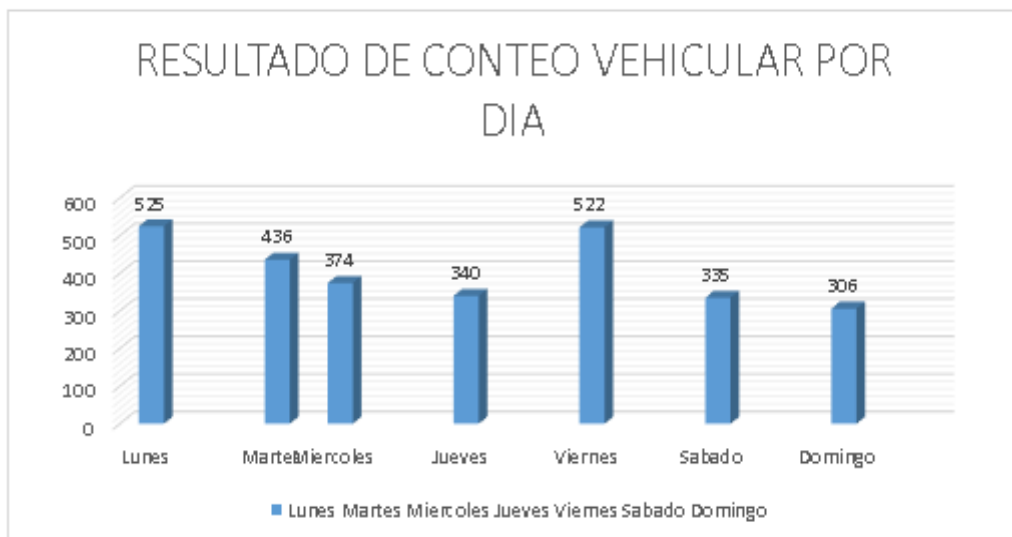


Figura 8: Grafico de conteo vehicular por día

Fuente: Elaboración propia

Factores de corrección estacional

Sacando los datos de un peaje cercano al lugar del proyecto, se obtiene los datos del factor de corrección estacional brindados por el Ministerio de Transporte en la ficha técnica, estándar, instructivo y líneas de corte para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en carreteras urbanas (2018).

Se determina el factor correccional para el mes de Junio

F.C.E Vehículos Ligeros: 1.0916

F.C.E Vehículos Pesados: 1.0587

CÁLCULO DE IMD

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

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

Dónde: IMD_s = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada.

IMD_a = Índice Medio Anual.

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla 15: Resumen de conteo vehicular

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
AUTOMOVIL	301	285	254	168	325	204	213	1750	250	1.0196	255
CAMIONETA	145	66	61	99	105	87	46	609	87	1.0196	89
CAMION C2	35	57	28	53	54	25	27	279	40	1.0587	42
CAMION C3	34	16	18	17	34	11	8	138	20	1.0587	21
CAMION C4	5	10	8	0	0	8	10	41	6	1.0587	6
SMI TRAYLER 2S1/2S2	5	2	5	3	4	0	2	21	3	1.0587	3
TOTAL	525	436	374	340	522	335	306	2838	405		416

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE DEMANDA

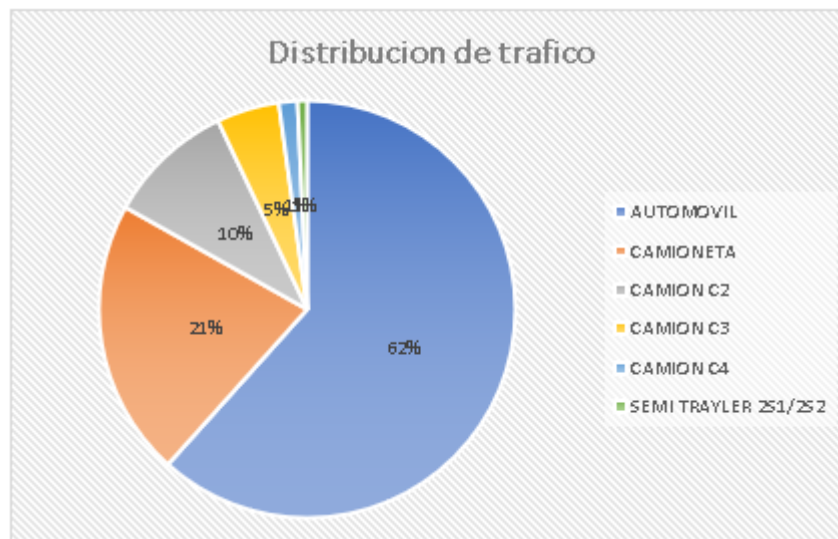
Demanda Actual

Tráfico Actual por tipo de vehículo

Tabla 16: Proyección de tráfico

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
AUTOMOVIL	250	61.66
CAMIONETA	87	21.46
CAMION C2	40	9.83
CAMION C3	20	4.86
CAMION C4	6	1.44
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	3	0.74
TOTAL	405	100.00

Fuente: Elaboración propia



Fuente 9: Gráfico de conteo vehicular por día Fuente: Elaboración propia

DEMANDA PROYECTADA

Para la proyección de demanda de tráfico se emplea la siguiente fórmula

$$T_n = T_0 (1+r)^{(n-1)}$$

Dónde:

- T_n: Transito proyectado al año en vehículo por día
- T₀: Transito actual (año base) en vehículo por día
- n: Año futuro de proyección
- r: Tasa anual de crecimiento de transito

Tasa de crecimiento en porcentaje

En el presente estudio se ha tomado como información base las tasas de crecimiento de dos variables macroeconómicas (población y PBI), el primero calculado con datos estadísticos publicados por el INEI en los Censos de Población y Vivienda; el segundo, tomado de los boletines publicados por el INEI sobre las tasas de crecimiento anuales del Producto Bruto Interno por departamento desde el año 2007 al 2014.

Así tenemos la siguiente imagen donde se muestra que para el departamento de Ica la tasa de crecimiento promedio anual del Producto Bruto Interno es de 7.9%.

PRODUCTO BRUTO INTERNO, SEGÚN DEPARTAMENTO: 2007 - 2014
 (Tasa de crecimiento promedio1/ anual)
 Base 2007

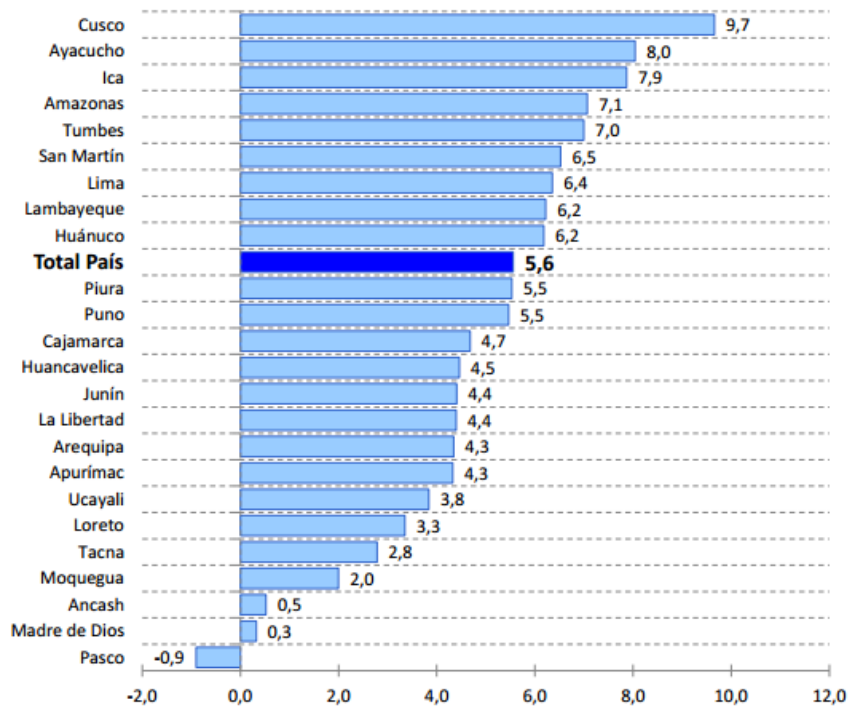


Figura 10: Producto bruto interno según departamento
 Fuente: INEI

La tasa de crecimiento poblacional se determinó con los Censos de población y vivienda realizados por el INEI, tal como se muestra a continuación.

CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Departamento : Ica
Provincia : Ica
Distrito : Los Aquijes
Localidad : CP. YAURILLA

Datos para el Cálculo

Tipo de Población : Urbana
Horizonte de Evaluación : 10 años
Población Censo 2017 : 184999 Habitantes (Distrital)
Población Censo 2007 : 164191 Habitantes (Distrital)
N° Viviendas área urbana : 3905 Censo 2017
Población área urbana : 14060 Censo 2017
N° habitantes / vivienda : 3.60

1. CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Fórmula:

$$r = \left[\left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$$

r = Tasa de Crecimiento Poblacional
 P_t = Población en el año 2017
 P₀ = Población en el año 2007
 t = Tiempo en años del período intercensal

$$r = 1.20$$

Se ha usado la tasa de crecimiento poblacional del distrito de Ica, calculada con los datos censales de 2017 y 2007 según como se indica en el INEI y tal como se muestra en el párrafo anterior. Para la tasa de crecimiento de vehículos pesados se ha considerado la tasa de crecimiento promedio del PBI del departamento de Ica en el periodo 2007 - 2014, que es el último informe que ha brindado el INEI en su página oficial.

PROYECCIÓN DE TRÁFICO IMD (Vehículo/día)

Tasa de crecimiento poblacional (%) : 1.20%
 Tasa de crecimiento PBI departamental (%) : 7.9%
 Periodo de diseño (años) : 20

Tabla 17: Proyección de tráfico

TIPO DE VEHÍCULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE CREC. (%)	IMD PROYECTADO
	DISTRIB			
	IMD	(%)		
AUTOMÓVIL	250	61.66	1.2	314
CAMIONETA	87	21.46	1.2	109
CAMIÓN C2	40	9.83	7.9	169
CAMIÓN C3	20	4.86	7.9	84
CAMIÓN C4	6	1.44	7.9	25
SEMI TRAYLER				
2S1/2S2	3	0.74	7.9	13
TOTAL	377	92.95		713

Fuente: Elaboración Propia

IMD PROYECTADO: 713 veh/dia

ESAL DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

Se calcula el factor direccional y el factor carril de la siguiente manera

Tabla 18: Cuadro de factor direccional y factor carril

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaborado con datos del manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC , 2013 , p.354

Tabla 19: Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
para pavimentos flexibles

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE & 2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$EEs1 = (P/6.6)^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$EEs2 = (P/8.2)^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEta1)	$EEta1 = (P/14.8)^{4.0}$
Eje Tándem (2 eje ruedas dobles) (EEta2)	$EEta2 = (P/15.1)^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEtr1)	$EEtr1 = (P/20.7)^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EEtr2)	$EEtr2 = (P/21.8)^{3.9}$
P= peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaborado con datos del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p.356

Se tomo en consideración los pesos equivalentes del Reglamento Nacional de Vehículos del Ministerio de Transporte del 2003.

Aplicando la siguiente formula, considerando el conteo vehicular, para los siguientes autos o carros son:

Automóvil (2tn)

$$EEs1 = (1/6.6)^4 = 0.00053$$

$$EEs1 = (1/6.6)^4 = 0.00053$$

$$FC = 0.00105$$

Camioneta rural (4.9tn)

$$EEs1 = (1.6/6.6)^4 = 0.00345$$

$$EEs1 = (4.9/6.6)^4 = 0.06250$$

Camión C2 (18tn)

Eje simple de rueda simple (EEs1):

$$EEs1 = (7/6.6)^4 = 1.265$$

Eje posterior (EEs2):

$$EEs2 = (11/8.2)^4 = 3.238$$

Camión C3 (25tn)

Eje simple de rueda simple (EEs1):

$$EEs1 = (7/6.6)^4 = 1.265$$

Eje tándem (2 ejes de rueda doble)

$$EEs2 = (18/15.1)^4 = 2.01921$$

Camion C4 (30tn)

Eje simple de rueda simple (EEs1):

$$EEs1 = (7/6.6)^4 = 1.265$$

Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)

$$EEtr1 = (23/20.7)^{3.9} = 1.50818$$

Semi Trayler

Eje simple de ruedas simples (EEs1)

$$EEs1 = (7/6.6)^4 = 1.26537$$

Eje simple de ruedas dobles (EEs2)

$$Ees2 = (11/8.2)^4$$

Eje simple de ruedas dobles (EEs2)

$$Ees2 = (11/8.2)^4$$

Tabla 20: Cálculo de ejes equivalentes

TIPO DE VEHÍCULO	PESO TO- TAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)		CARGAS POR EJES (lb)	Tipo Eje	EALF (Por Eje)	FACTOR CAMIÓN (Fc)
		EJE	Tn				
AUTOMÓVIL (AP)	2	Delantera	1	2204.620	Simple	0.00053	0.00105
		Posterior	1	2204.620	Simple	0.00053	
CAMIONETA RURAL (AC)	4.9	Delantera	1.6	3527.392	Simple	0.00345	0.06595
		Posterior	3.3	7275.246	Simple	0.06250	
CAMIÓN (C2)	18	Delantera	7	15432.340	Simple	1.26537	4.50365
		Posterior	11	24250.820	Simple	3.23829	
CAMIÓN (C3)	25	Delantera	7	15432.340	Simple	1.26537	3.28458
		Posterior	18	39683.160	Tandem	2.01921	
CAMIÓN (C4)	30	Delantera	7	15432.340	Simple	1.26537	2.77355
		Posterior	23	50706.260	Tridem	1.50818	
SEMI TRAYLER (2S1)	29	Delantera	7	15432.340	Simple	1.26537	7.74194
		Posterior	11	24250.820	Tandem	3.23829	
		Posterior	11	39683.16	Tandem	3.23829	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos se halla el ESAL

Tasa de crecimiento

Vehículos livianos: 22.45

Vehículos Pesados: 45.26

Tabla 21: Resultado de Nrep EE 8.2t

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	F.C	IMDa	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Fvp	Fp	EEdia carril	Factor de crecimiento	Días año	ESAL
AUTOMOVIL (AP)	250	1.0196	255	0.50	1	0.0010540	1.08	0.1451	22.45	365	1189.05571
CAMIONETA RURAL (AC)	87	1.0196	89	0.50	1	0.0659539	1.08	3.1593	22.45	365	25892.10641
CAMION (C2)	40	1.0587	42	0.50	1	4.5036537	1.08	102.6214	45.26	365	1695227.59019
CAMION (C3)	20	1.0587	21	0.50	1	3.2845802	1.08	37.0192	45.26	365	611530.01274
CAMION (C4)	6	1.0587	6	0.50	1	2.7735503	1.08	9.2873	45.26	365	153418.85224
SEMI TRAYLER (2S1)	3	1.0587	3	0.50	1	7.7419407	1.08	13.2782	45.26	365	219345.10780
TOTAL	405		416								
									TOTAL ESAL		2706602.72509
									Nrep EE 8.2t		2.71E+06

Fuente: Elaboración propia

Periodo de diseño: 20 años.

Días del año: 365 días.

Factor de dirección: 0.5 dirección.

Factor carril: 1 carril.

De acuerdo a la siguiente formula se obtiene el ESAL

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2 \text{ m}} = \sum [EE_{\text{dia-carril}} \times FCA \times 365]$$

$$ESAL = 2,706,602.72509 = 2.71E+06$$

Diseño de pavimento flexible según el AASHTO

Periodo de diseño

Variable de diseño

Según los lineamientos de la metodología AASHTO para pavimento flexible, para hallar el diseño de su estructura se empleó la siguiente formula, teniendo en cuenta que dicha formula se encuentra ubicada en el manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\frac{\log \Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Para la siguiente formulas se tendrá en cuenta las variables de diseño, así como los valores de ESAL y el CBR.

Número de repeticiones de ejes equivalentes de ESAL

W18 : 2,706,602.72509

Siguiendo las especificaciones del manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos el tipo de tráfico pesado es de Tp6

Tabla 22: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresados en EE
Tp0	> 75,00 EE ≤ 150,000 EE
Tp1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
Tp2	> 300,00 EE ≤ 500,000 EE
Tp3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
Tp4	> 750,00 EE ≤ 1'000,000 EE
Tp5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
Tp6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
Tp7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
Tp8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Tp9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
Tp10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,00 EE
Tp11	> 12'500,00 EE ≤ 15'000,00 EE
Tp12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,00 EE
Tp13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,00 EE
Tp14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,00 EE
Tp15	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración con datos del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos, Ministerio de Transporte, p. 362

Módulo de Resiliencia (Mr):

Considerando los datos obtenidos para el uso del EXPEDIENTE TÉCNICO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA – ICA”, previamente autorizada.

Se empleo la siguiente fórmula:

$$Mr(\text{psi})=2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Para el cálculo del módulo de resiliencia se obtuvo del expediente técnico utilizado que es de 16.20% para la subrasante, estando en una categoría S₃: Subrasante Buena.

$$Mr(\text{psi})=2555 \times 16.20^{0.64}$$

$$\mathbf{Mr= 15187.298}$$

Confiabilidad (%R)

La confiabilidad le da seguridad a las diferentes secciones estructurales que se obtenga y esa estará basada al tipo de tráfico en este caso para un Tp6, el nivel de confiabilidad es de 85% según el manual de Ministerio de Transporte

$$R= 85\%$$

Desviación estándar Normal (Zr)

Este coeficiente resulta del valor de la confiabilidad seleccionada, siguiendo el manual del Ministerio de Transporte se obtiene el valor siguiente:

$$Zr= - 1.036$$

Desviación Estándar Combinada (So)

En este dato se empleará lo destacado por el MTC que es el valor que comprende entre 0.40 y 0.50 para pavimentos flexibles, por el cual el MTC recomienda un valor de 0.45.

$$So=0.45.$$

Índice de servicialidad presente (Δ PSI)

Este valor se ve reflejado por la condición de vía, es decir, si esta decrece por deterioro, este índice también lo hace. Su valor varía entre 0 a 5 donde el ultimo refleja lo mejor y el 0 refleja lo peor.

Siguiendo la siguiente formula:

$$(\Delta\text{psi}) = \text{PI} - \text{PT}$$

Serviciabilidad Inicial (Pi)

Este valor se ubica por los diferentes tipos de tráfico, siendo para este estudio, un valor de Tp6, por lo cual, el MTC determina un valor de 4.00.

$$\text{Pi}=4.00$$

Serviciabilidad Terminal (Pt)

Este valor se da cuando la vía requiere algún tipo de mantenimiento.

Lo cual el MTC establece que para un tráfico de tipo Tp6 el índice es de 2.50.

$$\text{Pt}=2.50$$

Teniendo ambos factores se realiza la ecuación para determinar el PSI.

$$(\Delta\text{PSI}) = 4.00 - 2.00$$

$$\Delta\text{PSI}=1.50.$$

Datos:

$$\text{W18} = 2,741,637.0128$$

$$\text{CBR}\%=16.20$$

$$\text{Mr}(\text{psi})= 15187.298$$

$$\text{R}(\%)=85\%$$

$$\text{Zr}= -1.036$$

$$\text{So}= 0.45$$

$$\Delta\text{PSI}=1.50.$$

Numero Estructural Requerido (SNR)

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, este valor se aplica a la ecuación del diseño de AASHTO donde se obtiene el numero estructural, empleando la siguiente formula:

$$SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

Dónde: a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas superficiales, base y subbase, respectivamente.

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

Sin embargo, el AASHTO, recomienda que no existe una solución adecuada para el SN, donde quiere decir que existe muchas combinaciones para resolver esta ecuación, sin embargo, el PR (Profesional responsable) debe de analizar la manera de hallar una solución.

Por lo tanto, se asume que el SN = 3.2”

Por lo cual se realizó la siguiente ecuación de AASHTO

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\frac{\log \Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Por lo cual:

$$N_{18} = 6.438 = N_{Calculado} = 6.552$$

De lo cual se asume los siguientes datos:

Componente del pavimento: Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68F)

Componente estructural: $a_1 : 0.170$

Componente de base: Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD

Componente estructural: $a_2: 0.052$

Componente de sub base: Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS

Coefficiente estructural: $a_3: 0.047$

Calificación de drenaje: Bueno

Coefficiente de drenaje base: $m_2 \ 1$

Coefficiente de drenaje subbase: $m_3 \ 1$

Tabla 23: Calculo de espesores suelo natural

SN Requerido	SN Calculado	Espesores en cm		
		D1	D2	D3
3.200	3.275	9	20	15

Fuente: Elaboración propia

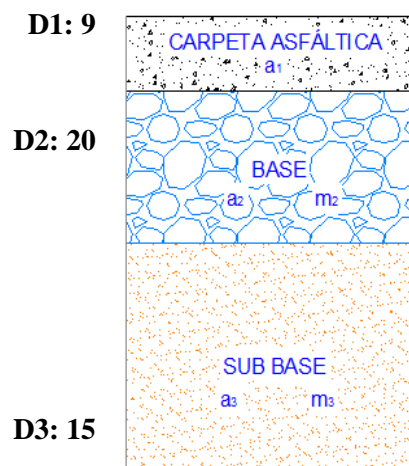


Figura 11: Espesores de pavimento patrón

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el diseño patrón del suelo con datos del expediente autorizado para emplearlo en el proyecto, se realizó a emplear la incorporación de cenizas volantes a la subrasante del suelo del proyecto donde afectara de una manera positiva en la variable del diseño del módulo de resiliente.

Se agrego al diseño de pavimento un 5%, 10% y 15% de cenizas volantes para la mejora del proyecto donde se verá el propósito del trabajo de reducir espesores, por lo tanto, reducen los costos.

Diseño del pavimento flexible incorporando 5% de cenizas volantes

Por lo tanto, se asume que el SN = 3”

Por lo cual: $N=6.432$ = $N_{Calculado}=6.526$

De lo cual se asume los siguientes datos:

Componente del pavimento: Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68F)

Componente estructural: $a_1 : 0.170$

Componente de base: Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD

Componente estructural: $a_2: 0.052$

Componente de sub base: Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS

Coefficiente estructural: $a_3: 0.047$

Calificación de drenaje: Bueno

Coefficiente de drenaje base: m_2 1

Coefficiente de drenaje subbase: m_2 1

Tabla 24: Calculo de espesores con incorporación de 5% cenizas

SN Requerido	SN Calculado	Espesores en cm		
		D1	D2	D3
3.00	3.040	9	20	10

Fuente: Elaboración propia

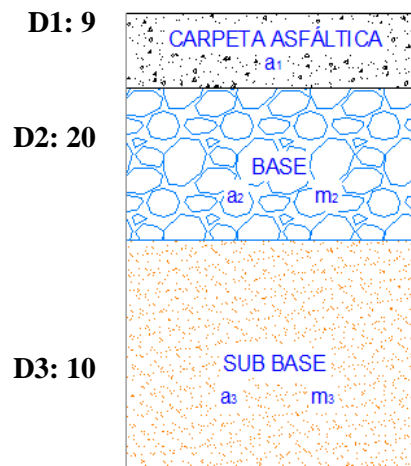


Figura 12: Espesores de pavimento incorporando 5% de cenizas volantes

Fuente: Elaboración propia

Diseño del pavimento flexible incorporando 10% de cenizas volantes

Por lo tanto, se asume que el SN = 2.6"

Por lo cual: $N=6.432$ = $N_{Calculado}=6.566$

De lo cual se asume los siguientes datos:

Componente del pavimento: Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68F)

Componente estructural: a₁ : 0.170

Componente de base: Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD

Componente estructural: a₂: 0.052

Componente de sub base: Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS

Coefficiente estructural: a₃: 0.047

Calificación de drenaje: Bueno

Coefficiente de drenaje base: m₂ 1

Coefficiente de drenaje subbase: m₃ 1

Tabla 25: Calculo de espesores con incorporación de 10% cenizas

SN Requerido	SN Calculado	Espesores en cm		
		D1	D2	D3
2.600	2.622	9	21	0

Fuente: Elaboración propia

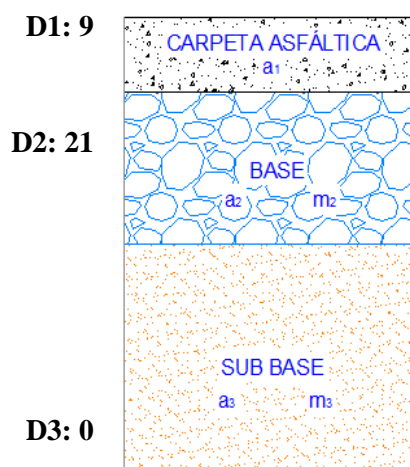


Figura 13: Espesores de pavimento incorporando 10% de cenizas volantes

Fuente: Elaboración propia

Diseño del pavimento flexible incorporando 15% de cenizas volantes

Por lo tanto, se asume que el SN = 2.5"

Por lo cual: $N=6.432$ = $N_{Calculado}= 6.546$

De lo cual se asume los siguientes datos:

Componente del pavimento: Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68F)

Componente estructural: $a_1 : 0.170$

Componente de base: Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD

Componente estructural: $a_2: 0.052$

Componente de sub base: Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS

Coefficiente estructural: $a_3: 0.047$

Calificación de drenaje: Bueno

Coefficiente de drenaje base: $m_2: 1$

Coefficiente de drenaje subbase: $m_3: 1$

Tabla 26: Cálculo de espesores con incorporación de 15% cenizas

SN Requerido	SN Calculado	Espesores en cm		
		D1	D2	D3
2.500	2.570	9	20	0

Fuente: Elaboración propia

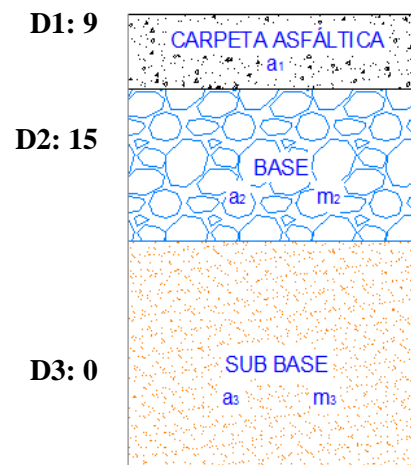


Figura 14: Espesores de pavimento incorporando 15% de cenizas volantes

Fuente: Elaboración propia

MathCad 15

El programa del MathCad es una colección de documentos técnicos con funciones de cálculo numérico y simbólico que le permite explorar problemas, proponer ideas, analizar datos, modelar y verificar soluciones, determinar la mejor solución y finalmente registrar, presentar y comunicar los resultados.

De acuerdo con Terrones Cruz, A. T. (2019) es una herramienta técnica altamente flexible que combina todas las características interactivas típicas de las hojas de cálculo, de potentes funciones debido a su variedad bibliotecaria con las herramientas empleadas en ingeniería.

Su documentación técnica y su notación matemática clásica permiten el auto registro de los cálculos, lo que ahorra a los ingenieros mucho tiempo para crear informes técnicos sobre los cálculos.

Para el presente trabajo de investigación se emplea el MathCad para procesar los resultados de la incorporación del CBR con diferentes referencias bibliográficas de trabajos de investigaciones similares, donde se nota la presencia que a un 15% de cenizas volantes mejora considerablemente la capacidad portante del suelo.

Otros datos que se utilizó para el procesamiento de resultados en el MathCad, son los porcentajes del limite liquido añadiendo porcentajes de 5%, 8%, 10%, 12% y 15%, donde alcanza un valor de 48.53% (alto) y disminuye con un porcentaje de 15% a 38.49%.

El porcentaje de limite plástico añadiendo 5%, 8%, 10%, 12% y 15%, donde alcanza un rango valor máximo añadiendo 10% de cenizas a un 32.71% disminuyendo con incorporación de 15% de cenizas a un 25.65%.

El porcentaje del índice de plasticidad añadiendo 5%, 8%, 10%, 12% y 15% alcanza el valor máximo de 14.10% incorporando 10% de cenizas y disminuye con un 15% de cenizas a un 10.44%

El contenido de humedad añadiendo 5%, 8%, 10%, 12% y 15% tiene un rango de 15.45% donde el valor máximo es 22.12% añadiendo un 15% de cenizas volantes.

La densidad máxima seca añadiendo 5%, 8%, 10%, 12% y 15% tiene un rango de 1.6773 gr/cm³ donde alcanza el valor máximo a 1.708 gr/cm³ con un 15% de cenizas volantes.

MODELO MATEMÁTICO PARA LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS VOLANTES EN LA SUBRASANTE MEDIANTE EL MATHCAD

PROCESAMIENTO EN EL MATHCAD

PORCENTAJE % P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 10 10 10 10 10 10 10 10 10 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15)

% CBR CBR: = (16 22.3 18.9 30.5 20.1 14.7 11.2 14 12.7 29.5 32 43.6
34.7 53.6 38.7 26.8 36.8 25.3 23.6 56.6 52 67.9 51.6 73.8
62.5 45.7 56.2 55.3 47.7 68.3)

$$X1 := P^T$$

$$Y := C^T$$

$$n := 30$$

PORCENTAJE	% CBR					
5%	16.00%	18.90%	20.10%	11.20%	12.70%	18.99%
	22.30%	30.50%	14.70%	14.00%	29.50%	189.90%
PORCENTAJE	% CBR					
10%	32.00%	34.70%	38.70%	36.80%	23.60%	37.17%
	43.60%	53.60%	26.80%	25.30%	56.60%	371.70%
PORCENTAJE	% CBR					
15%	52.00%	51.60%	62.50%	56.20%	47.70%	58.10%
	67.90%	73.80%	45.70%	55.30%	68.30%	581.00%

Figura 15: Datos de incorporación de cenizas volantes en el CBR

Fuente: Elaboración Propia

$$Y1(xa) := -13.57 + 7.95xa - 0.288xa^2$$

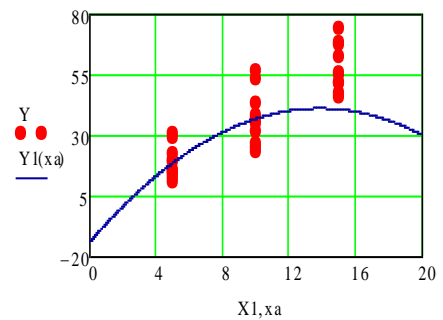


Figura 16: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el CBR

Fuente: Elaboración Propia

La incorporación de cenizas volantes a la capacidad portante, muestra que es de segundo orden polinomial tal como muestra el gráfico 16 con un 15% aumenta a un 40.80% el CBR y a medida que va aumentando decrece en la resistencia del CBR.

Tabla 27: Cuadro de Anova

Fuente de Error	Magnitud	Grado de Libertad	Media de Errores	Factor F
SSreg	4.32×10^3	$M - 1 = 2$	$\frac{SS_{reg}}{m - 1} = 2.674 \times 10^3$	$\frac{2.171 \times 10^3}{211.169} = 10.281$
SSe	5.702×10^3	$29 - 2 = 27$	$\frac{SSe}{29 - 2} = 173.899$	
SST	1.004×10^4	$n - 1 = 29$		

VALOR CRÍTICO

F

$F < qF$ $qF(0.95, 2, 29) = 3.328$ 10.28 Fibra es significativa $qF < F$
 Acepta nula
 $F > qF$
 Acepta alterna

- X1 H0 = EL porcentaje de CBR no depende significativamente del porcentaje de ceniza volante
- H1 = El porcentaje de CBR depende significativamente del porcentaje de ceniza volante

Coefficiente de correlación

$$R_{sq} := \frac{(4.342 \times 10^3)}{(1.004 \times 10^4)} = 0.432$$

En el coeficiente de correlación este indica que un 43.2% de los datos están bien representados por el análisis de varianza.

Valores del Limite Liquido (LL)

PORCENTAJE P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12 12 12 15 15 15 15 15 15 15 15 15)

% LÍMITE LÍQUIDO LL: = (25.36 26 26.89 29 29 42.73 42.73 54 55 66.40 19.40 22.20 26.50 29.60 38.70 43.50 48.50 55.40 56.40 60.20 20.11 28 38.20 39 42.73 54.20 62 64 68.04 69 19.40 23 23.40 40.25 40.74 47 52.50 53 60 61 19.11 21 24.77 26.06 28 42.16 48 53 53.40 69.42)

PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
5%	25.36%	26.89%	29.00%	42.73%	55.00%	39.71%
	26.00%	29.00%	42.73%	54.00%	66.40%	397.11%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
8%	19.40%	26.50%	38.70%	48.50%	56.40%	40.04%
	22.20%	29.60%	43.50%	55.40%	60.20%	400.40%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
10%	20.11%	38.20%	42.73%	62.00%	68.04%	48.53%
	28.00%	39.00%	54.20%	64.00%	69.00%	485.28%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
12%	19.40%	23.40%	40.74%	52.50%	60.00%	42.03%
	23.00%	40.25%	47.00%	53.00%	61.00%	420.29%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
15%	19.11%	24.77%	28.00%	48.00%	53.40%	38.49%
	21.00%	26.06%	42.16%	53.00%	69.42%	384.92%

Figura 17: Datos de incorporación de cenizas volantes en el límite líquido

Fuente: Elaboración Propia

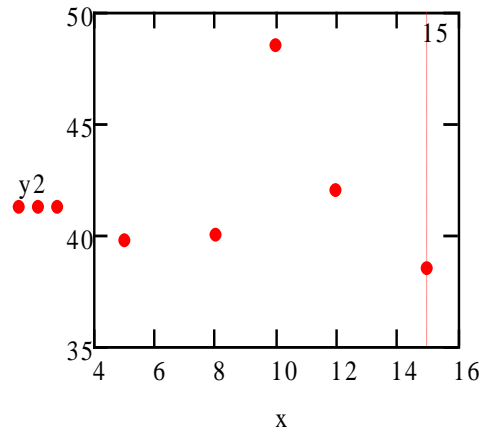


Figura 18: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el límite líquido

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 17 muestra que el Limite Liquido llega a un 38.5% con una incorporación de 15% de cenizas volantes de lo cual no sobrepasa el rango de 40% determinado por el MTC.

Valores del Limite Plástico (LP)

PORCENTAJE P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12 12 12 15 15 15 15 15 15 15 15 15)

% LÍMITE PLÁSTICO LP :=(14.20 21 21.10 23 23 25 28.57 32 33.35 37.59 12.10 17.80 20 22.20 24.87 29.50 30 31 37.40 49 16.80 16.80 18.83 33 33.33 33.99 35 38.53 50 50.80 15.60 18.50 20.20 25.52 28.30 28.30 32 34 38.20 49.20 7.78 13.50 14.50 20 21.80 29 34.60 36 39.27 40)

PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
5%	14.20%	21.10%	23.00%	28.57%	33.35%	25.88%
	21.00%	23.00%	25.00%	32.00%	37.59%	258.81%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
8%	12.10%	20.00%	24.87%	30.00%	37.40%	27.39%
	17.80%	22.20%	29.50%	31.00%	49.00%	273.87%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
10%	16.80%	18.83%	33.33%	35.00%	50.00%	32.71%
	16.80%	33.00%	33.99%	38.53%	50.80%	327.08%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
12%	15.60%	20.20%	28.30%	32.00%	38.20%	28.98%
	18.50%	25.52%	28.30%	34.00%	49.20%	289.82%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
15%	7.78%	14.50%	21.80%	34.60%	39.27%	25.65%
	13.50%	20.00%	29.00%	36.00%	40.00%	256.45%

Figura 19: Datos de incorporación de cenizas volantes en el límite plástico

Fuente: Elaboración Propia

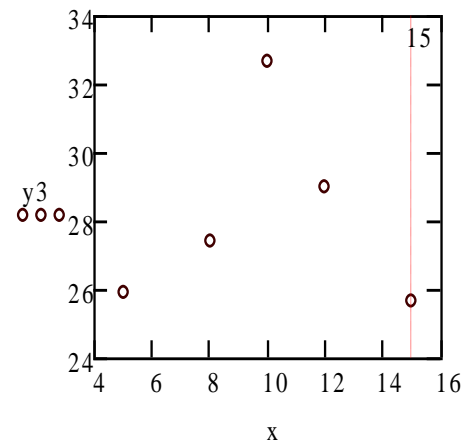


Figura 20: Grafico de influencia de las cenizas volantes en el límite Plástico

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 18 muestra que el valor del Limite Plástico llega a un valor de 25.645% con un 15% de incorporación de cenizas volantes de lo cual es un valor óptimo.

Valor del Índice Plástico (IP)

PORCENTAJE P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15)

% ÍNDICE PLÁSTICO IP :=(4.20 5 8.60 8.60 9.37 10.30 16.80 18 24.40 25.40 5.40 9.60 10.50 10.90 11.20 11.90 12.60 14.45 21 28 4.60 5.40 8.74 9.80 14.25 14.50 15.20 17.80 18.84 35 3 4.90 10.32 11.90 12.41 14.10 15 15.20 19 29 2.90 4.20 5.30 7.56 8.60 12.10 14.30 14.60 17.20 18.20)

PORCENTAJE	% ÍNDICE DE PLASTICIDAD					
5%	4.20%	8.60%	9.37%	16.80%	24.40%	13.07%
	5.00%	8.60%	10.30%	18.00%	25.40%	130.67%
PORCENTAJE	% ÍNDICE DE PLASTICIDAD					
8%	5.40%	10.50%	11.20%	12.60%	21.00%	13.56%
	9.60%	10.90%	11.90%	14.45%	28.00%	135.55%
PORCENTAJE	% ÍNDICE DE PLASTICIDAD					
10%	4.60%	8.74%	14.25%	15.20%	18.84%	14.41%
	5.40%	9.80%	14.50%	17.80%	35.00%	144.13%
PORCENTAJE	% ÍNDICE DE PLASTICIDAD					
12%	3.00%	10.32%	12.41%	15.00%	19.00%	13.48%
	4.90%	11.90%	14.10%	15.20%	29.00%	134.83%
PORCENTAJE	% ÍNDICE DE PLASTICIDAD					
15%	2.30%	5.30%	8.60%	14.30%	17.20%	10.44%
	4.20%	7.56%	12.10%	14.60%	18.20%	104.36%

Figura 21: Datos de incorporación de cenizas volantes en el índice plástico

Fuente: Elaboración Propia

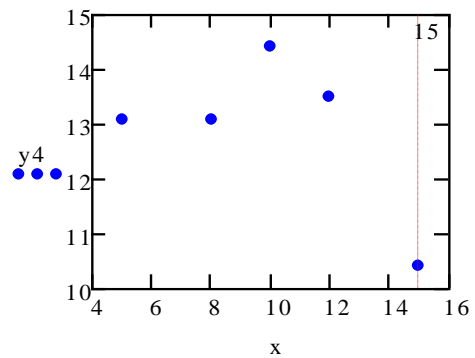


Figura 22: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el índice plástico

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 19 se muestra que tiene un valor de 10.436% con incorporación de 15% de cenizas volantes de lo cual es aceptable ya que no sobrepasa el rango de 20% de lo que menciona el Ministerio de Transporte y Comunicaciones de lo cual no es un suelo arcilloso

Valor del Contenido Optimo de Humedad (COH)

PORCENTAJE P: =(5 5 5 5 5 5 5 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 15 15 15 15 15 15 15 15 15)

%COH COH :=(9.84 10.12 11.50 13.04 15 15.30 15.40 18 20.80 25.50 9.50 10.17 11.40 13 14.04 16 16.30 19.10 19.80 38 9.73 9.94 11.90 13.60 14.28 16 19360 19.50 24 38 11.11 13.57 13.80 14.50 16.70 18.20 19 21.50 22.50 41 14.50 16.50 17.80 19.50 21.22 23 25.40 26.20 27.80 29.30)

PORCENTAJE	% CONTENIDO DE HUMEDAD					
5%	9.84%	11.50%	15.00%	15.40%	20.80%	15.45%
	10.12%	13.04%	15.30%	18.00%	25.50%	154.50%
8%	9.50%	11.40%	14.04%	16.30%	19.80%	16.73%
	10.17%	13.00%	16.00%	19.10%	38.00%	167.31%
10%	9.73%	11.90%	14.28%	19.30%	24.00%	17.63%
	9.94%	13.60%	16.00%	19.50%	38.00%	176.25%
12%	11.11%	13.80%	16.70%	19.00%	22.50%	19.19%
	13.57%	14.50%	18.20%	21.50%	41.00%	191.88%
15%	14.50%	17.80%	21.22%	25.40%	27.80%	22.12%
	16.50%	19.50%	23.00%	26.20%	29.30%	221.22%

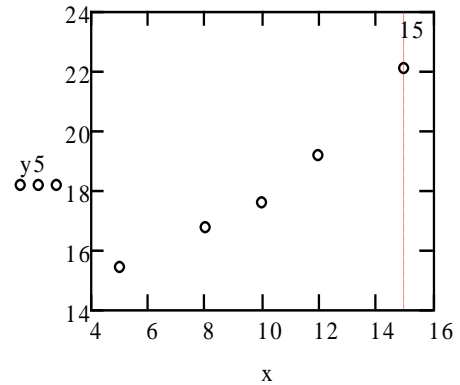


Figura 23: Datos de incorporación de cenizas volantes en el contenido óptimo de humedad

Fuente: Elaboración Propia

Figura 24: Grafico de influencia de las cenizas volantes en el contenido óptimo de humedad

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 20 se muestra que tiene un valor de 18.223% contenido óptimo de humedad con incorporación de 15% de cenizas volantes de lo cual es aceptable para la muestra del suelo

Valor de la Máxima Densidad Seca (DMS)

PORCENTAJE P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12 12 12 15 15 15 15 15 15 15 15 15)

Maxima densidad Seca gr/cm³ MDS :=(1.202 1.987 1.565 1.82 1.823 1.837 2 2.11 1.159 1.536 1.457 1.513 1.55 1.617 1.694 1.886 1.922 2 1.05 1.159 1.47 1.608 1.725 1.794 1.86 1.948 2.11 2.114 1.145 1.487 1.512 1.53 1.5 1.614 1.698 1.838 2 1.103 1.502 1569 1.709 1.733 1.737 1.792 1.88 1.945)

PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
5%	1.202	1.464	1.565	1.823	2	1.6773
	1.387	1.565	1.82	1.837	2.11	16.773
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
8%	1.159	1.457	1.55	1.694	1.922	1.6234
	1.436	1.513	1.617	1.886	2	16.234
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
10%	1.05	1.47	1.725	1.86	2.11	1.6838
	1.159	1.608	1.794	1.948	2.114	16.838
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
12%	1.145	1.512	1.55	1.698	1.858	1.6232
	1.487	1.53	1.614	1.838	2	16.232
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
15%	1.103	1.569	1.733	1.792	1.945	1.708
	1.502	1.709	1.737	1.88	2.11	17.08

Figura 25: Datos de incorporación de cenizas volantes en la densidad máxima seca

Fuente: Elaboración Propia

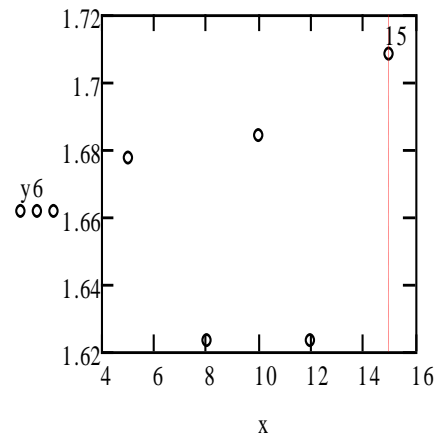


Figura 24: Gráfico de influencia de las cenizas volantes en el contenido óptimo de humedad

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 21 se observa que la densidad máxima seca llega a un 1.708 gr/cm³ con incorporación de 15% de cenizas volantes de lo cual muestra un valor óptimo para el suelo estudiado.

V. DISCUSIÓN

El estudio de la incorporación de cenizas en la subrasante para su estabilización en Yaurilla – Los Quijes ayuda a conocer los beneficios que puede obtener para esta población una pavimentación. Teniendo en claro que la vida útil del pavimento será de 20 años, a su vez, se manifiesta que las cenizas volantes mejoran la capacidad portante del suelo de un 16.20% (suelo natural), incorporando 5% de cenizas aumenta a un 19.98%, incorporando 10% de cenizas volantes aumenta a un 37.13%, y con una incorporación de 15% aumenta hasta un 40.88%, mejorando el suelo hasta un 24.68% lo cual la subrasante de 40.88% se considera como excelente, por consiguiente se puede considerar dependiendo al profesional encargado si se reducen los espesores, lo cual esto ahorraría costos en la ejecución del pavimento de lo cual se cumple el objetivo del trabajo de investigación.. A su vez la incorporación de cenizas afecta a las propiedades mecánicas reduciendo sus valores como el límite líquido donde tiene un rango de 39.771% reduciendo a 38.492% con la incorporación de 15% de cenizas volantes. El límite plástico tiene un rango entre 25.881% y reduce hasta 25.645% con un 15%, el índice plástico va de un rango entre 13.067% a 10.436% con la incorporación de 15% de cenizas volantes. Las propiedades físicas con la incorporación de cenizas volantes afectan de una manera positiva tanto como el contenido óptimo de humedad que tiene un rango entre 15.45% a 22.122% añadiéndolo 15%, así como la densidad máxima seca que va de un rango entre 1.677 gr/cm³ y mejora hasta un 1.708 gr/cm³ donde afecta de una manera positiva a las propiedades físicas del suelo.

Conociendo los resultados de los estudios de los cuales se asemejan a los resultados de los estudios de Jain, R., Irfan, M., Kumar, R., Tikoo, K., Sharma, S., & Parasar, D. (2019), donde mencionan en su proyecto de estabilización de suelos añadiendo cenizas volantes de lo cual los resultados se asemejan ya que, con estudios de laboratorio, el suelo natural muestra un 9% de capacidad portante, incorporando un 5% aumenta a 16%, con la incorporación del 10% aumenta a 32%, y con un 15% llega hasta un 52%, donde tiende a aumentar hasta un 43%, de lo cual se considera como una subrasante excelente para la ejecución del pavimento. Las propiedades mecánicas del suelo como el límite líquido va entre 25% a 11.11% donde se asemeja los resultados con el estudio realizado, el límite plástico tiene un rango entre 11.76% a un 20% donde este valor no se asemeja con los resultados obtenidos, el índice plástico tiene un valor entre 11.30% a 8.60% donde se asemeja con el estudio obtenido ya que este porcentaje reduce. Las propiedades físicas del suelo como el contenido óptimo de humedad va de un rango entre 10.53% a 13.04% donde este resultado se asemeja al estudio obtenido ya que este valor aumenta para la mejora del suelo, así como el contenido óptimo de humedad que presenta valores de 1.351 gr/cm³ y mejora hasta un 1.88 gr/cm³ de lo cual este valor se asemeja con los resultados obtenidos.

A su vez los resultados del presente estudio se asemejan a los estudios de Gonzales Carpio, F. M. (2018), donde hacen mención en su trabajo de estabilización de suelos con cenizas volantes en la ciudad de Puno, donde obtiene valores positivos al incorporar las cenizas volantes a la subrasante, donde en sus ensayos de laboratorio en un suelo natural su capacidad portante es de 12.10%, con incorporación de 5% de cenizas la capacidad portante mejora a un 22.30%, la incorporación del 10%, sube su valor a 53.60%, y con un 15% de cenizas volantes la subrasante mejora a un 51.60%, llegando a la conclusión que la incorporación de cenizas volantes mejora hasta un 39.5%.

Los valores del límite líquido va entre 44.91% hasta un 42.16% donde este resultado se asemeja al trabajo de investigación, el límite plástico va de un rango entre 28.54% a un 34.6% donde este resultado no son iguales a los resultados de la investigación debido a la calidad del suelo presentando en tipo de zona, el índice plástico va de un rango entre 16.37% hasta un 7.56% donde este resultado es similar al trabajo de investigación. Las propiedades físicas como el contenido óptimo de humedad afecta de una manera negativa la incorporación de cenizas debido a que su valor reduce donde va entre 10.18% a un 9.69% debido a que la zona del lugar es muy seca, otra propiedad estudiada fue la máxima densidad seca que tiene un rango entre 2.081 gr/cm³ hasta un 2.11 gr/cm³ donde se asemeja a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación.

De acuerdo a los resultados presentados por Huancoilo, Yúnior. J. (2017) en su proyecto de investigación de adición de cenizas volantes a la subrasante para la estabilización del suelo en la ciudad de Puno, donde hace mención que las cenizas volantes por su capacidad puzolánica, mejora las propiedades mecánicas del suelo considerablemente de lo cual se le considera óptimo para el empleo de afirmando de acuerdo al reglamento EG-2013. Los resultados de su proyecto de investigación muestran que el valor del suelo natural tiene una capacidad portante de 20%, de lo cual esta capacidad aumenta añadiéndole 5% de cenizas de lo cual sube su capacidad portante a un 30.5%, incorporando 15% de cenizas aumenta su capacidad portante a un 62.5%, llegando a su máximo valor cuando se le incorpora 25% de cenizas volantes llega hasta un 80% de capacidad portante, mejorando hasta un 60% de lo cual la capacidad portante del suelo estudiado se encuentra en un estado óptimo para la ejecución de una vía asfaltada.

A su vez sus propiedades físicas y mecánicas son estudiadas y discutidas como el límite líquido donde el suelo natural muestra un valor de 23.74% y sube hasta 26.30% donde este resultado no se asemeja al proyecto de investigación, donde ese valor se reduce. El valor del límite plástico muestra un valor de 11.3% hasta 22.2%, donde este valor tampoco se asemeja al resultado obtenido en el proyecto de investigación, el valor del índice plástico va de un rango entre 12.5% y reduce hasta un 4.1% donde este valor se asemeja al resultado obtenido. Las propiedades físicas también se ve afectado con la incorporación de cenizas ya que en el contenido óptimo de humedad ya que tiene un rango entre 10.45% hasta un 10.03% donde este resultado no se asemeja a lo

obtenido en la investigación, la densidad máxima seca tiene un rango entre 2.092 gr/cm³ reduciendo a 1.737 gr/cm³ donde este resultado no se asemeja a lo obtenido.

Mahvash, S., López-Querol, S., & Bahadori-Jahromi, A. (2017) en su investigación del comportamiento de las cenizas volantes en la estabilización de suelos mejora en la capacidad portante del suelo debido a que las propiedades de las cenizas volantes afecta positivamente al comportamiento del suelo, con ello llegan a los resultados que el suelo natural tiene una capacidad portante de 9.90% de lo cual esto se considera un cbr malo, los autores incorporan un 5%,10% y 15% donde los resultados son de 11.20%, 23.60% y 47.40% respectivamente , donde se refleja que la capacidad portante aumenta hasta un 37.5%, además el valor del límite líquido reduce de 45% a un 28% con la incorporación del 15%, el valor del límite plástico reduce de un 14.25% hasta un 13.50% con un 15% de cenizas volantes , el índice plástico reduce de un 16.80% hasta un 12.10%, las propiedades físicas tienden a mejorar como el contenido óptimo de humedad que va de un rango entre 11.50% hasta un 15% donde sube un 3.5% con incorporación de 15% de cenizas volantes, pero el valor de la densidad máxima seca no se asemeja a los resultados del trabajo de investigación ya que va de un rango entre 1.85 gr/cm³ a 1.733 gr/cm³ de lo cual reduce este valor incorporando cenizas volantes.

Ahmed, A. G. A. (2014) en su investigación de cenizas volantes incorporando para la estabilización de suelos, incorpora porcentajes de cenizas volantes a la subrasante de 5%,15% y 20% donde los resultados del cbr sale favorable ya que el suelo natural muestra una capacidad portante muy bajo del 3% , logrando alcanzar con una incorporación de 15% de cenizas un 68.30%, logrando alcanzar hasta un 65.3% en la mejora del cbr, pero tiende a reducir con la incorporación de 20% de cenizas logra un valor de 51% de capacidad portante del suelo, a su vez afecta en las propiedades mecánicas como el límite líquido que va entre un rango de 55.30% hasta un 47% donde muestra la tendencia de reducir similar a los resultados obtenidos, como a su vez el valor del límite plástico que tiene un rango entre 25.60% hasta un 20.30%, resultados donde se asemejan al resultado obtenido, así como el índice de plasticidad donde va entre 29.70% hasta un 11.90%, resultados iguales a lo obtenido. En las propiedades físicas tanto como el contenido óptimo de humedad como la máxima densidad seca tienen valores a reducir, lo cual no se asemejan a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación debido a que presentan resultados de 23% a un 18.20% donde el contenido de humedad se reduce al igual como la máxima densidad seca donde los valores se reducen de 1.55 gr/cm³ hasta un 1.53 gr/cm³.

Lo mencionado por Cañar Tiviano, E. S. (2017) en su investigación donde realiza un análisis comparativo en la estabilización de suelos arenosos y arcillosos incorporando cenizas de carbón donde incorpora al suelo 20%, 23%, 25% y 40% de cenizas volantes y se ve resultados favorables para su capacidad portante ya que del suelo natural que presenta un 15.30% llega a estar hasta un 19.6% con incorporación de 25% de cenizas, pero reduce cuando se le incorpora 40% de cenizas donde su valor reduce a un 9.5% por lo cual este resultado se asemeja a lo obtenido en el trabajo de investigación con un 25% pero con un valor más alto de incorporación tiende a reducir. A su vez, para las propiedades mecánicas como el límite líquido tiene un rango de subida como en la muestra de suelo natural es de 23.13% sube hasta un 35.40% donde el resultado no se asemeja a los resultados obtenidos, como también del límite plástico donde muestra un 19.38% hasta un 29.90% donde no se asemeja este resultado con el valor obtenido en el trabajo de investigación, el índice plástico muestra resultados similares a lo obtenido donde va de rango en 2.75% a 9.50% donde este resultado se asemeja con lo obtenido.

Los valores para la propiedades físicas como el contenido óptimo de humedad muestra valores similares al resultado obtenido de esta investigación ya que tiene un rango de mejora presentando lo siguiente como para el suelo natural tiene un 13.80% y llega subir hasta un 26.80% de lo cual es un rango positivo, no obstante ocurre con la máxima densidad seca ya que tiene rangos de 1.55 gr/cm³ hasta 1.305 gr/cm³ donde claramente esta propiedad se reduce con la incorporación de cenizas volantes de lo cual este resultado no se asemeja a lo obtenido en la investigación

Se tiene en claro que la incorporación de cenizas volantes influye de una manera positiva en la subrasante debido a los resultados comparados con los demás autores y con lo obtenido por el siguiente trabajo de investigación donde llega a aumentar su capacidad portante hasta un 80% de acuerdo a Huancoilo, Yunior. J.(2017), no obstante para las propiedades mecánicas como el valor del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad se asemejan a los resultados obtenidos con los demás antecedentes, no obstante con Cañar Tiviano, E. S. (2017) ya que sus valores del límite líquido tiene un rango de subida en las propiedades mecánicas de su suelo, esto debido a que el autor hizo comparaciones de dos tipos de suelos y en su trabajo de investigación no refleja a qué tipo de suelo presenta sus resultados. En las propiedades físicas, como el contenido óptimo de humedad se presentan resultados favorables de lo obtenido en el trabajo de investigación como el de los autores por lo cual no se encuentra ninguna discrepancia con esta propiedad, no obstante con la densidad máxima seca ningún resultado de los autores y lo obtenido en el trabajo de investigación se asemejan debido a que al tipo de suelo estudiado.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados analizados a través del MathCad, elaborando a partir de la recolección de datos de los antecedentes ya estudiados se da a la conclusión que:

1. Con la adición de cenizas volantes a la subrasante esta mejora en sus propiedades mecánicas, adaptándose a lo requerido por la norma EG – 2013 expedido por el MTC.
2. Con la incorporación de cenizas volantes como agente estabilizador esta influye en sus propiedades físicas de manera negativa, teniendo como observación el empleo de otros materiales.
3. Con respecto al factor de capacidad portante del suelo CBR esto influye de manera positiva debido a que incrementa de un 16.20% a un 40.88% valor que pasa de un CBR, medio a uno excelente según lo requerido por el MTC – EG 2013.
4. Las propiedades del suelo influyen en el pavimento, para ello se tiene que tener en cuenta sus características estas deben ser aptas para el diseño sobre todo con el CBR que es un dato empleado para el diseño.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere emplear las cenizas volantes aplicando a la subrasante para mejorar sus propiedades mecánicas ya que este material influye positivamente en el CBR y este valor es aplicado en el diseño de pavimento.
2. Se sugiere emplear adicionalmente a las cenizas volantes un activador como cemento o cal con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas para que cumpla con lo establecido por el MTC.
3. Se recomienda seguir investigando a la incorporación de cenizas volantes en un suelo Arenoso (SP) para así encontrar nuevas alternativas de estudio que sirvan de soporte para futuro investigadores.
4. Se recomienda a la búsqueda de nuevos materiales o agentes estabilizadores ya que la única central termoeléctrica en el Perú ha entrado en proceso de clausura desde el año 2019, del cual las únicas cenizas sobrante han sido compactadas con agua de mar volviendo a este material obsoleto para su aplicación en el concreto o mezcla asfáltica.

REFERENCIAS

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). AASHTO GUIDE for Design of Pavement Structures. Washington D.C, pp. 624.

ASTM C-33 (2006). Especificación normalizada de agregados, Granulometría de agregados

Alonso, M. C., & Luxán, M. P. (1995). Aplicaciones de las Cenizas Volantes en el Campo de la Construcción. ASINEL, PIE, IETcc, Madrid.

Ariza Gómez, C. C., Rojas Novoa, C. A., & Romero Fuentes, Y. (2017). Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de un suelo expansivo con adición de ceniza volante.

Bañon, L. y Bevia, J. (2000). Manuales de carreteras. Volumen 2: Construcción y mantenimiento. Alicante España: Ortiz e hijos, contratistas de obras, S.A

Bueno Regalado, J. A., & Torre Maza, H. D. (2019). Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz-2018.

Cañar, E. (2017). Analisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza

Carvajal, G., Hidalgo, C., y Muñoz, F.(2019). Laboratory Evaluation of Finely Milled Brick Debris as a Soil Stabilizer. Sustainability 11(1) 9-12.

Coasaca, N., Argota, G., Celi, L., Campos, R., y Mendez, S. (2016). Etica profesional y su concepción responsable para la investigación científica. Campus. Lima, Peru (100) (22), 223-234.

Cubas, K., & Falen, J. (2016). *Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas* (Doctoral dissertation, Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Señor de Sipan, Pimentel, Perú).

Espinoza, T., y Honores, G.(2018). Estabilización de suelos arcillosos con concha de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación. Chimbote, Universidad Nacional de Santa.

Eziefula, Uchechi & Ezech, John & Eziefula, Bennett. (2018). Properties of seashell aggregate concrete: A review. *Construction and Building Materials*. 192. 287-300. 10.1016/j.conbuildmat.2018.10.096.

Farfan, P.(2015). Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas. Piura, Universidad de Piura.

Gomez, S. (2012). Metodología de la Investigación. Estado de Mexico: Red Tercer Milenio S.C, pp. 82

Gonzales Carpio, F. M. (2018). Análisis experimental de Suelos Estabilizados con Ceniza Volante, Cemento y Cal para Subrasante mejorada de Pavimentos en la Ciudad de Puno.

Gañas Labajos, O. (2019). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada.

Govindhan,S. y Thamizha,S.(2019). EXPERIMENTAL STUDY OF CONCRETE USING SEASHELL AND FLYASH.International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) .

100(2), 150-156.

Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, P.(2010). Metodología de la Investigación. Mexico D.F, pp. 736.

Huan, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design (Segunda ed.). United States pf America: Pearson Prentice Hall, pp.11-12.

Huaquisto Cáceres, Samuel, & Belizario Quispe, Germán. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225-234. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>

Huayta Alpaca, J. D. (2019). Análisis comparativo entre la resistencia a la compresión del Concreto Tradicional y Concreto Modificado con Cal de Conchas de Abanico. Trujillo, Peru. Universidad Cesar Vallejo

Humpiri, H., & José, Y. (2017). Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané–Chupa–Puno’.

Indiramma, P., Sudharani, C., & Needhidasan, S. (2020). Utilization of fly ash and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment—An experimental study. *Materials Today: Proceedings*, 22, 694-700.

Jain, R., Irfan, M., Kumar, R., Tikoo, K., Sharma, S., & Parasar, D. (2019). SOIL STABILIZATION USING FLY ASH.

Jeyapragash, R., Srinivasan, V., & Sathiyamurthy, S. (2020). Mechanical properties of natural fiber/particulate reinforced epoxy composites—A review of the literature. *Materials Today: Proceedings*.

Jose, J., Jose, A., Kurian, J. M., Francis, J., & James, S. K. (2018). Stabilization of expansive soil using fly ash. *Int. Res. J. Eng. Technol*, 5, 3075-3078.

Karthick, J. & Thulasiram, Ramkumar & Rajesh, S. & Kumar, M. & Thinakaranraj, M. & Vijayaram, M.. (2018). A STUDY ON SOIL STABILIZATION USING FLY ASH. *Nanoscience and Nanotechnology*. 2.

Lakshmi, S. M., Rishikesan, R., Gokulavasan, S. V., Babu, B. S., Nafeel, A. K., Anand, M. S., & Aravind, A. N. (2020). Enhancement of strength characteristics of Clayey Sand using fly ash and geonet. *Materials Today: Proceedings*.

Laura Espinoza, V. W., & Tong Landa, W. Z. (2019). Concreto modificado con conchas de abanico y aditivo Sikacem plastificante para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

Martínez, V., & SANTOS, A. (2019). Resistencia Térmica y Mecánica de un mortero al sustituir al cemento en un 16% de polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico. Chimbote, Peru. Universidad San Pedro.

Matienzo Maguiña, J. G. (2018). Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz-2017. Chimbote, Perú. Universidad San Pedro.

Menéndez, J. (2012). Ingeniería de Pavimentos: Materiales, Diseño y Conservación (Tercera ed.). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia, pp. 244.

Ministerio del Ambiente. (2012). Informe anual de residuos solidos municipales y no municipales en el Perú Gestión 2012. Lima-Perú: Ministerio del Ambiente – MINAM

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

Miranda Ricardo (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile.

Mohanalakshmi, M. V., Indhu, M. S., Hema, M. P., & Prabha, M. V. (2017). Developing concrete using sea shell as a fine aggregate. International Journal for Innovative Research in Science & Technology-IJIRST, 3(10), 282-286.

Morales, Daniel (2015). Valorización de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. Bogotá, Colombia. Universidad de Medellín.

Montejo, A. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. (2ª ed.). Bogotá: Universidad Católica de Colombia edificaciones y publicaciones.

Niño, V. (2011). Metodología de la Investigación. Bogotá: Ediciones de la U, pp.156.

Paredes Garcia, A. J. (2019). Resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 280$ kg/cm² adicionando cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico. Chimbote, Peru. Universidad San Pedro.

Patel, A., y Mishra, CB. (2017). Performance of Seashell Powder on Sub-grade Soil Stabilization. Kalpa Publications in Civil Engineering. 100(2), 150-156.

Pastor, J., Tomas, R., Cano, M., Riquelme, A. y Gutierrez, E.(2019). Evaluation of the Improvement Effect of Limestone Powder Waste in the Stabilization of Swelling Clayey Soil. Sustainability. 679(11).

Doi:10.3390/su11030679

Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). Norma C 0.10 PAVIMENTOS URBANOS.

Rico, A., y Del Castillo, H. (2005). LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas (Vol.2). Ciudad de México: Limusa, pp.99.

Rojas Marulanda, J. R., Gutierrez, Y. M., & Vargas, Y. E. (2020). Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías.

Terrones Cruz, A. T. (2019). Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo–2018.

Turan, C., Javadi, A., Consoli, N. C., Turan, C., Vinai, R., Cuisinier, O., & Russo, G. (2019, June). Mechanical Properties Of Calcareous Fly Ash Stabilized Soil. In *Eurocoalash 2019* (Vol. 1, pp. 184-194).

Vega, Daniel. (2017). Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (Km 1+000 a 2+000). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vivar, G. (1995). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS (Segunda ed). Lima: Colecciones del Ingeniero Civil, pp 100.

Yadav, S. K., & Acharya, I. P. (2019). Stabilization of Kalimati Soil Using Fly Ash. In *Proceedings of IOE Graduate Conference*.

ANEXOS
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Anexo : *Matriz de Operacionalización de variables (Valor Independiente)*

Operacionalización de Variable (Variable independiente)					
VARIABLES	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Incorporación de cenizas volantes	<p>La norma (ASTM C593-95, 2015, p.153) infiere que: las cenizas volantes son granos finos compuestos básicamente por silicatos, aluminios, cal libre y algunos óxidos que permiten una reacción puzolánica con el suelo arcilloso que al igual que otras sustancias reducen el índice de expansión.</p> <p>De acuerdo a los lineamientos establecidos por la (MTC 2014, P. 92) explica que la estabilización de suelos es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimiento mecánico e incorporación de productos, químicos, naturales o sintéticos.</p>	<p>Según los lineamientos establecidos por el (Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección suelos y pavimentos 2013, p. 92) especifica que la estabilización de suelos consiste en dotarlos mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de agentes estabilizadores de un proceso de compactación</p>	<p>(Jain, R. Irfan, M., Kumar, R., Tikoo, K., Shama, S., & Parasar, D. 2019, p.23)</p> <p>Estos refieren para hacer la incorporación de las cenizas volantes se hace a base de dosificación de acuerdo al porcentaje de 5%, 10% y 15%.</p> <p>Dosificación</p>	5%	Adimensional
				10%	
				15%	
			(Mc. Alonso, 1995, p.136)	Puzolánicas	Adimensional
			Infiere que las cenizas volantes tienen grandes propiedades como su capacidad reactiva, propiedad puzolánica e hidráulica.	Hidráulicas	
			Propiedades		

Matriz de operacionalización de variables (Variable dependiente)

Operacionalización de Variable (Variable dependiente)					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Subrasante	Según los lineamientos establecidos por el (MTC 2013, p.110) infiere que la subrasante es una superficie terminada de la carretera a nivel de mantenimiento de tierras sobre lo cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. Además, está conformado por suelos seleccionados de características aceptables y compactadas por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado.	De acuerdo a los lineamientos establecidos por el manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos (2014, p. 92) Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR \geq 6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos [...] con la solución adoptada el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad	(Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC 2013, p.113)	Límites de Atterberg	Adimensional
			Infiere que la subrasante se divide en dos propiedades, la cual se tiene que mejorar haciendo estabilización de suelos, para hallar la propiedad física del suelo se mide mediante los límites de Atterberg y la Granulometría.	Granulometría	
			Propiedades físicas		
			(Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC 2013, p.113)	CBR	Adimensional
			Infiere que la subrasante se divide en dos propiedades, la cual se tiene que mejorar haciendo estabilización de suelos, para hallar la propiedad mecánicas I suelo se mide mediante los ensayos de Proctor modificado y el CBR		
			Propiedades Mecánicas		

ANEXO
MATCAD

INCORPORACIÓN DE CENIZAS VOLANTES EN LA SUBRASANTE
PARA PAVIMENTO FLEXIBLE TRAMO YAURILLA - LOS AQUIJES
, 2020

PROCESAMIENTO EN EL MATHCAD

PORCENTAJE %	P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15)
% CBR	CBR: = (16 22.3 18.9 30.5 20.1 14.7 11.2 14 12.7 29.5 32 43.6 34.7 53.6 38.7 26.8 36.8 25.3 23.6 56.6 52 67.9 51.6 73.8 62.5 45.7 56.2 55.3 47.7 68.3)
% LIMITE LIQUIDO	LL = (23.26 26 26.89 29 29 42.73 42.73 54 55 66.40 20.11 28 38.20 39 42.73 54.20 62 64 68.04 69 19.11 21 24.77 26.06 28 42.16 48 53 53.40 69.42)
% LÍMITE PLÁSTICO	P = (14.20 21 21.10 23 23 25 28.57 32 33.35 37.59 5.80 16.80 18.83 33 33.33 33.99 35 38.53 50 50.80 .78 13.50 14.50 20 21.80 29 34.60 36 39.27 40)
% ÍNDICE PLÁSTICO	IP: = (4.20 8.60 9.37 10.30 16.80 18 24.40 25.40 4.60 5.40 8.74 9.80 14.25 14.50 15.20 17.80 18.84 35 2.30 4.20 5.30 7.56 8.60 12.10 14.30 14.60 17.20)
% COH	COH: =(9.84 10.12 11.50 13.04 15 15.30 15.40 18 20.80 25.50 9.73 9.94 11.90 13.60 14.28 16 19.30 19.50 24 38 9.69 10.03 10.55 13 13.04 13.85 15 15.90)
DMS	DMS :=(1.202 1.387 1.464 1.565 1.82 1.823 1.837 2 2.11 1.05 1.159 1.47 1.608 1.725 1.794 1.86 1.948 2.11 2.114 1.103 1.502 1.709 1.733 1.737 1.792 1.88)

$$X1 := P^T$$

$$Y := C^T$$

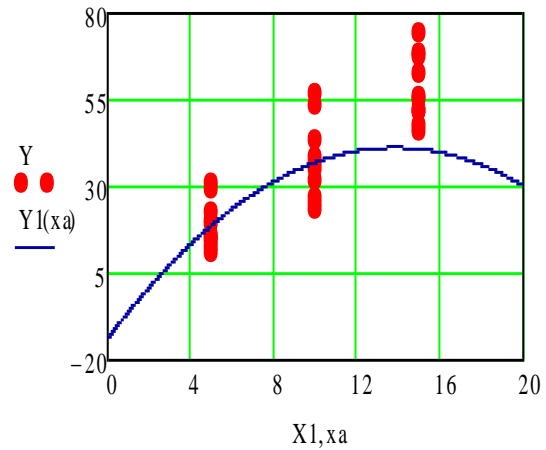
$$n := 30$$

$$Y1(xa) := -13.57 + 7.95xa - 0.288xa^2$$

PORCENTAJE	%CBR					
5%	16.00%	18.90%	20.10%	11.20%	12.70%	18.99%
	22.30%	30.50%	14.70%	14.00%	29.50%	189.90%

PORCENTAJE	%CBR					
10%	32.00%	34.70%	38.70%	36.80%	23.60%	37.17%
	43.60%	53.60%	26.80%	25.30%	56.60%	371.70%

PORCENTAJE	%CBR					
15%	52.00%	51.60%	62.50%	56.20%	47.70%	58.10%
	67.90%	73.80%	45.70%	55.30%	68.30%	581.00%



OPERACIÓN DE MATRICES

$$A := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^{29} x1_i & \sum_{i=0}^{29} (x1_i)^2 \\ \sum_{i=0}^{29} x1_i & \sum_{i=0}^{29} (x1_i)^2 & \sum_{i=0}^{29} (x1_i)^3 \\ \sum_{i=0}^{29} (x1_i)^2 & \sum_{i=0}^{29} (x1_i)^3 & \sum_{i=0}^{29} (x1_i)^4 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{26} Y_i \\ \sum_{i=0}^{26} (x1_i \cdot Y_i) \\ \sum_{i=0}^{26} [(x1_i)^2 \cdot Y_i] \end{bmatrix}$$

FÓRMULA**RESULTADO**

$$Z := A^{-1} \cdot B$$

$$Z = \begin{pmatrix} -13.57 \\ 7.95 \\ -0.288 \end{pmatrix}$$

m := 3 PARÁMETROS

9

ECUACIÓN

$$Y1(xa) := -13.57 + 7.95xa - 0.288xa^2$$

ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA**E. total**

$$SST := \sum_{i=0}^{29} (Y_i - \text{mean}(Y))^2$$

$$SST = 1.004 \times 10^4$$

E. Modelo

$$SSreg := \sum_{i=0}^{29} \left[Y_i - \left[-13.57 + 7.95 \cdot X1_i - 0.288 \cdot (X1_i)^2 \right] \right]^2$$

$$SSreg = 5.348 \times 10^3$$

EFFECTO CV**E. Exp**

$$SSe := SST - SSreg$$

$$SSe = 4.695 \times 10^3$$

ANOVA

FUENTE DE ERROR	MAGNITUD	G. LIBERTAD	MEDIA DE ERRORES	FACTOR F
SSreg	4.342×10^3	$m - 1 = 2$	$\frac{SSreg}{m - 1} = 2.171 \times 10^3$	$\frac{2.171 \times 10^3}{211.169} = 10.281$
SSe	5.702×10^3	$29 - 2 = 27$	$\frac{SSe}{29 - 2} = 173.899$	
SST	1.004×10^4	$n - 1 = 29$		

VALOR CRITICO

$$F < qF \quad qF(0.95, 2, 29) = 3.328$$

Acepta nula

$$F > qF$$

Acepta alterna

F

10.28 Fibra es significativa

X1 H0 = EL porcentaje de CBR no depende significativamente del porcentaje de ceniza volante

H1 = El porcentaje de CBR depende significativamente del porcentaje de ceniza volante

Coeficiente de correlación

$$R_{sq} := \frac{(4.342 \times 10^3)}{(1.004 \times 10^4)} = 0.432$$

$$YI(xa) := -13.57 + 7.95xa - 0.288xa^2$$

$$\frac{d}{dxa} YI(xa) \rightarrow -0.576 \cdot xa + 7.95$$

$$YI(5) = 18.98$$

$$YI(xa) := -13.57 + 7.95xa - 0.288xa^2$$

$$\frac{d}{dxa} YI(xa) \rightarrow -0.576 \cdot xa + 7.95$$

$$YI(10) = 37.13$$

$$YI(xa) := -13.57 + 7.95xa - 0.288xa^2$$

$$\frac{d}{dxa} YI(xa) \rightarrow -0.576 \cdot xa + 7.95$$

$$YI(15) = 40.88$$

$$X := P^T$$

$$y2 := LL^T$$

$$y3 := LP^T$$

$$y4 := IP^T$$

$$y5 := COH^T$$

$$y6 := DMS^T$$

PORCENTAJE P: = (5 5 5 5 5 5 5 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12 12 12 12 12 12 12 15 15 15 15 15 15 15 15 15)

% LÍMITE LÍQUIDO LL: = (25.36 26 26.89 29 29 42.73 42.73 54 55 66.40 19.40 22.20 26.50 29.60 38.70 43.50 48.50 55.40 56.40 60.20 20.11 28 38.20 39 42.73 54.20 62 64 68.04 69 19.40 23 23.40 40.25 40.74 47 52.50 53 60 61 19.11 21 24.77 26.06 28 42.16 48 53 53.40 69.42)

PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
5%	25.36%	26.89%	29.00%	42.73%	55.00%	39.71%
	26.00%	29.00%	42.73%	54.00%	66.40%	397.11%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
8%	19.40%	26.50%	38.70%	48.50%	56.40%	40.04%
	22.20%	29.60%	43.50%	55.40%	60.20%	400.40%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
10%	20.11%	38.20%	42.73%	62.00%	68.04%	48.53%
	28.00%	39.00%	54.20%	64.00%	69.00%	485.28%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
12%	19.40%	23.40%	40.74%	52.50%	60.00%	42.03%
	23.00%	40.25%	47.00%	53.00%	61.00%	420.29%
PORCENTAJE	% LIMITE LIQUIDO					
15%	19.11%	24.77%	28.00%	48.00%	53.40%	38.49%
	21.00%	26.06%	42.16%	53.00%	69.42%	384.92%

$$\begin{array}{l}
 \text{LL1} := \begin{pmatrix} 25.36 \\ 26 \\ 26.89 \\ 29 \\ 29 \\ 42.73 \\ 42.73 \\ 54 \\ 55 \\ 66.40 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\text{LL2} := \begin{pmatrix} 19.40 \\ 22.20 \\ 26.50 \\ 29.60 \\ 38.70 \\ 43.50 \\ 48.50 \\ 55.40 \\ 56.40 \\ 60.20 \end{pmatrix}$$

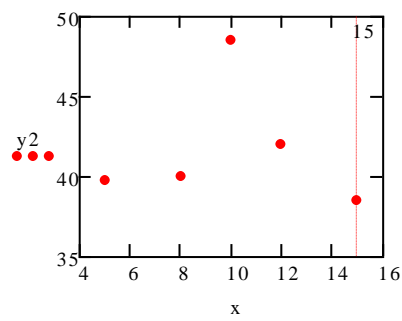
$$\text{LL3} := \begin{pmatrix} 20.11 \\ 28 \\ 38.20 \\ 39 \\ 42.73 \\ 54.20 \\ 62 \\ 64 \\ 68.04 \\ 69 \end{pmatrix}$$

$$\text{LL4} := \begin{pmatrix} 19.40 \\ 23 \\ 23.40 \\ 40.25 \\ 40.74 \\ 47 \\ 52.50 \\ 53 \\ 60 \\ 61 \end{pmatrix}$$

$$\text{LL5} := \begin{pmatrix} 19.11 \\ 21 \\ 24.77 \\ 26.06 \\ 28 \\ 42.16 \\ 48 \\ 53 \\ 53.40 \\ 69.42 \end{pmatrix}$$

$$\text{y2} := \begin{pmatrix} \text{mean}(\text{LL1}) \\ \text{mean}(\text{LL2}) \\ \text{mean}(\text{LL3}) \\ \text{mean}(\text{LL4}) \\ \text{mean}(\text{LL5}) \end{pmatrix}$$

$$\text{x} := \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \\ 12 \\ 15 \end{pmatrix}$$



$\text{mean}(\text{LL1}) = 39.711$
 $\text{mean}(\text{LL2}) = 40.04$
 $\text{mean}(\text{LL3}) = 48.528$
 $\text{mean}(\text{LL4}) = 42.029$
 $\text{mean}(\text{LL5}) = 38.492$

% LÍMITE PLÁSTICO LP :=(14.20 21 21.10 23 23 25 28.57 32 33.35 37.59 12.10 17.80 20 22.20
 24.87 29.50 30 31 37.40 49 16.80 16.80 18.83 33 33.33 33.99 35 38.53 50
 50.80 15.60 18.50 20.20 25.52 28.30 28.30 32 34 38.20 49.20 7.78 13.50
 14.50 20 21.80 29 34.60 36 39.27 40)

PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
5%	14.20%	21.10%	23.00%	28.57%	33.35%	25.88%
	21.00%	23.00%	25.00%	32.00%	37.59%	258.81%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
8%	12.10%	20.00%	24.87%	30.00%	37.40%	27.39%
	17.80%	22.20%	29.50%	31.00%	49.00%	273.87%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
10%	16.80%	18.83%	33.33%	35.00%	50.00%	32.71%
	16.80%	33.00%	33.99%	38.53%	50.80%	327.08%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
12%	15.60%	20.20%	28.30%	32.00%	38.20%	28.98%
	18.50%	25.52%	28.30%	34.00%	49.20%	289.82%
PORCENTAJE	% LIMITE PLASTICO					
15%	7.78%	14.50%	21.80%	34.60%	39.27%	25.65%
	13.50%	20.00%	29.00%	36.00%	40.00%	256.45%

$$\begin{array}{l}
 \text{LP1} := \begin{pmatrix} 14.20 \\ 21 \\ 21.10 \\ 23 \\ 23 \\ 25 \\ 28.57 \\ 32 \\ 33.35 \\ 37.59 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{LP2} := \begin{pmatrix} 12.10 \\ 17.80 \\ 20 \\ 22.20 \\ 24.87 \\ 29.50 \\ 30 \\ 31 \\ 37.40 \\ 49 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

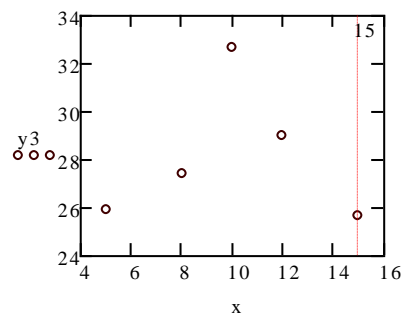
$$\begin{array}{l}
 \text{LP3} := \begin{pmatrix} 16.80 \\ 16.80 \\ 18.83 \\ 33 \\ 33.33 \\ 33.99 \\ 35 \\ 38.53 \\ 50 \\ 50.80 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{LP4} := \begin{pmatrix} 15.60 \\ 18.50 \\ 20.20 \\ 25.52 \\ 28.30 \\ 28.30 \\ 32 \\ 34 \\ 38.20 \\ 49.20 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{LP5} := \begin{pmatrix} 7.78 \\ 13.50 \\ 14.50 \\ 20 \\ 21.80 \\ 29 \\ 34.60 \\ 36 \\ 39.27 \\ 40 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 y3 := \begin{pmatrix} \text{mean}(\text{LP1}) \\ \text{mean}(\text{LP2}) \\ \text{mean}(\text{LP3}) \\ \text{mean}(\text{LP4}) \\ \text{mean}(\text{LP5}) \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x := \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \\ 12 \\ 15 \end{pmatrix}
 \end{array}$$



mean(LP1) = 25.881

mean(LP2) = 27.387

mean(LP3) = 32.708

mean(LP4) = 28.982

mean(LP5) = 25.645

% ÍNDICE PLÁSTICO

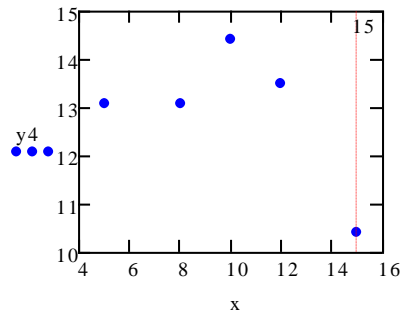
IP :=(4.20 5 8.60 8.60 9.37 10.30 16.80 18 24.40 25.40 5.40 9.60 10.50 10.90
 11.20 11.90 12.60 14.45 21 28 4.60 5.40 8.74 9.80 14.25 14.50 15.20 17.80
 18.84 35 3 4.90 10.32 11.90 12.41 14.10 15 15.20 19 29 2.90 4.20 5.30 7.56
 8.60 12.10 14.30 14.60 17.20 18.20)

PORCENTAJE	% INDICE DE PLASTICIDAD					
5%	4.20%	8.60%	9.37%	16.80%	24.40%	13.07%
	5.00%	8.60%	10.30%	18.00%	25.40%	130.67%
PORCENTAJE	% INDICE DE PLASTICIDAD					
8%	5.40%	10.50%	11.20%	12.60%	21.00%	13.56%
	9.60%	10.90%	11.90%	14.45%	28.00%	135.55%
PORCENTAJE	% INDICE DE PLASTICIDAD					
10%	4.60%	8.74%	14.25%	15.20%	18.84%	14.41%
	5.40%	9.80%	14.50%	17.80%	35.00%	144.13%
PORCENTAJE	% INDICE DE PLASTICIDAD					
12%	3.00%	10.32%	12.41%	15.00%	19.00%	13.48%
	4.90%	11.90%	14.10%	15.20%	29.00%	134.83%
PORCENTAJE	% INDICE DE PLASTICIDAD					
15%	2.30%	5.30%	8.60%	14.30%	17.20%	10.44%
	4.20%	7.56%	12.10%	14.60%	18.20%	104.36%

$$\begin{array}{l}
 \text{IP1} := \begin{pmatrix} 4.20 \\ 5 \\ 8.60 \\ 8.60 \\ 9.37 \\ 10.30 \\ 16.80 \\ 18 \\ 24.40 \\ 25.40 \end{pmatrix} \\
 \text{IP2} := \begin{pmatrix} 4.20 \\ 5 \\ 8.60 \\ 8.60 \\ 9.37 \\ 10.30 \\ 16.80 \\ 18 \\ 24.40 \\ 25.40 \end{pmatrix} \\
 \text{IP3} := \begin{pmatrix} 4.60 \\ 5.40 \\ 8.74 \\ 9.80 \\ 14.25 \\ 14.50 \\ 15.20 \\ 17.80 \\ 18.84 \\ 35 \end{pmatrix} \\
 \text{IP4} := \begin{pmatrix} 3 \\ 4.90 \\ 10.32 \\ 11.90 \\ 12.41 \\ 14.10 \\ 14.10 \\ 15 \\ 15.20 \\ 19 \\ 29 \end{pmatrix} \\
 \text{IP5} := \begin{pmatrix} 2.30 \\ 4.20 \\ 5.30 \\ 7.56 \\ 8.60 \\ 12.10 \\ 14.30 \\ 14.60 \\ 17.20 \\ 18.20 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$y4 := \begin{pmatrix} \text{mean}(\text{IP1}) \\ \text{mean}(\text{IP2}) \\ \text{mean}(\text{IP3}) \\ \text{mean}(\text{IP4}) \\ \text{mean}(\text{IP5}) \end{pmatrix}$$

$$x := \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \\ 12 \\ 15 \end{pmatrix}$$



$$\text{mean}(\text{IP1}) = 13.067$$

$$\text{mean}(\text{IP2}) = 13.067$$

$$\text{mean}(\text{IP3}) = 14.413$$

$$\text{mean}(\text{IP4}) = 13.483$$

$$\text{mean}(\text{IP5}) = 10.436$$

%COH

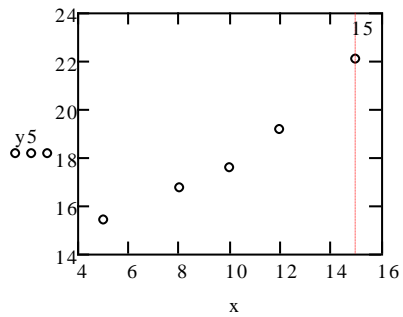
COH :=(9.84 10.12 11.50 13.04 15 15.30 15.40 18 20.80 25.50 9.50 10.17
 11.40 13 14.04 16 16.30 19.10 19.80 38 9.73 9.94 11.90 13.60 14.28 16
 19360 19.50 24 38 11.11 13.57 13.80 14.50 16.70 18.20 19 21.50 22.50 41
 14.50 16.50 17.80 19.50 21.22 23 25.40 26.20 27.80 29.30)

PORCENTAJE	% CONTENIDO DE HUMEDAD					
5%	9.84%	11.50%	15.00%	15.40%	20.80%	15.45%
	10.12%	13.04%	15.30%	18.00%	25.50%	154.50%
PORCENTAJE	% CONTENIDO DE HUMEDAD					
8%	9.50%	11.40%	14.04%	16.30%	19.80%	16.73%
	10.17%	13.00%	16.00%	19.10%	38.00%	167.31%
PORCENTAJE	% CONTENIDO DE HUMEDAD					
10%	9.73%	11.90%	14.28%	19.30%	24.00%	17.63%
	9.94%	13.60%	16.00%	19.50%	38.00%	176.25%
PORCENTAJE	% CONTENIDO DE HUMEDAD					
12%	11.11%	13.80%	16.70%	19.00%	22.50%	19.19%
	13.57%	14.50%	18.20%	21.50%	41.00%	191.88%
PORCENTAJE	% CONTENIDO DE HUMEDAD					
15%	14.50%	17.80%	21.22%	25.40%	27.80%	22.12%
	16.50%	19.50%	23.00%	26.20%	29.30%	221.22%

$$\begin{array}{l}
\text{COH1} := \begin{pmatrix} 9.84 \\ 10.12 \\ 11.50 \\ 13.04 \\ 15 \\ 15.30 \\ 15.40 \\ 18 \\ 20.80 \\ 25.50 \end{pmatrix} \\
\text{COH2} := \begin{pmatrix} 9.50 \\ 10.17 \\ 11.40 \\ 13 \\ 14.04 \\ 16 \\ 16.30 \\ 19.10 \\ 19.80 \\ 38 \end{pmatrix} \\
\text{COH3} := \begin{pmatrix} 9.73 \\ 9.94 \\ 11.90 \\ 13.60 \\ 14.28 \\ 16 \\ 19.30 \\ 19.50 \\ 24 \\ 38 \end{pmatrix} \\
\text{COH4} := \begin{pmatrix} 11.11 \\ 13.57 \\ 13.80 \\ 14.50 \\ 16.70 \\ 18.20 \\ 19 \\ 21.50 \\ 22.50 \\ 41 \end{pmatrix} \\
\text{COH5} := \begin{pmatrix} 14.50 \\ 16.50 \\ 17.80 \\ 19.50 \\ 21.22 \\ 23 \\ 25.40 \\ 26.20 \\ 27.80 \\ 29.30 \end{pmatrix}
\end{array}$$

$$y5 := \begin{pmatrix} \text{mean}(\text{COH1}) \\ \text{mean}(\text{COH2}) \\ \text{mean}(\text{COH3}) \\ \text{mean}(\text{COH4}) \\ \text{mean}(\text{COH5}) \end{pmatrix}$$

$$x := \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \\ 12 \\ 15 \end{pmatrix}$$



$$\begin{array}{l}
\text{mean}(\text{COH1})=15.45 \\
\text{mean}(\text{COH2})=16.731 \\
\text{mean}(\text{COH3})=17.625 \\
\text{mean}(\text{COH4})=19.188 \\
\text{mean}(\text{COH5})=22.122
\end{array}$$

Máxima densidad Seca gr/cm³ MDS :=(1.202 1.987 1.565 1.82 1.823 1.837 2 2.11 1.159 1.536
 1.457 1.513 1.55 1.617 1.694 1.886 1.922 2 1.05 1.159 1.47 1.608
 1.725 1.794 1.86 1.948 2.11 2.114 1.145 1.487 1.512 1.53 1.5 1.614
 1.698 1.838 2 1.103 1.502 1569 1.709 1.733 1.737 1.792 1.88 1.945

PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
5%	1.202	1.464	1.565	1.823	2	1.6773
	1.387	1.565	1.82	1.837	2.11	16.773
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
8%	1.159	1.457	1.55	1.694	1.922	1.6234
	1.436	1.513	1.617	1.886	2	16.234
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
10%	1.05	1.47	1.725	1.86	2.11	1.6838
	1.159	1.608	1.794	1.948	2.114	16.838
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
12%	1.145	1.512	1.55	1.698	1.858	1.6232
	1.487	1.53	1.614	1.838	2	16.232
PORCENTAJE	DENSIDAD SECA gr/cm ³					
15%	1.103	1.569	1.733	1.792	1.945	1.708
	1.502	1.709	1.737	1.88	2.11	17.08

$$\text{DMS1} := \begin{pmatrix} 1.202 \\ 1.387 \\ 1.464 \\ 1.565 \\ 1.565 \\ 1.82 \\ 1.823 \\ 1.837 \\ 2 \\ 2.11 \end{pmatrix}$$

$$\text{DMS2} := \begin{pmatrix} 1.159 \\ 1.436 \\ 1.457 \\ 1.513 \\ 1.55 \\ 1.617 \\ 1.694 \\ 1.886 \\ 1.922 \\ 2 \end{pmatrix}$$

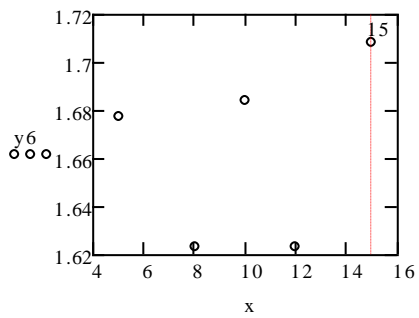
$$\text{DMS3} := \begin{pmatrix} 1.05 \\ 1.159 \\ 1.47 \\ 1.608 \\ 1.725 \\ 1.794 \\ 1.86 \\ 1.948 \\ 2.11 \\ 2.114 \end{pmatrix}$$

$$\text{DMS4} := \begin{pmatrix} 1.145 \\ 1.487 \\ 1.512 \\ 1.53 \\ 1.55 \\ 1.614 \\ 1.698 \\ 1.838 \\ 1.858 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{DMS5} := \begin{pmatrix} 1.103 \\ 1.502 \\ 1.569 \\ 1.709 \\ 1.733 \\ 1.737 \\ 1.792 \\ 1.88 \\ 1.945 \\ 2.11 \end{pmatrix}$$

$$y6 := \begin{pmatrix} \text{mean}(\text{DMS1}) \\ \text{mean}(\text{DMS2}) \\ \text{mean}(\text{DMS3}) \\ \text{mean}(\text{DMS4}) \\ \text{mean}(\text{DMS5}) \end{pmatrix}$$

$$x := \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \\ 12 \\ 15 \end{pmatrix}$$



$$\text{mean}(\text{DMS1}) = 1.677$$

$$\text{mean}(\text{DMS2}) = 1.623$$

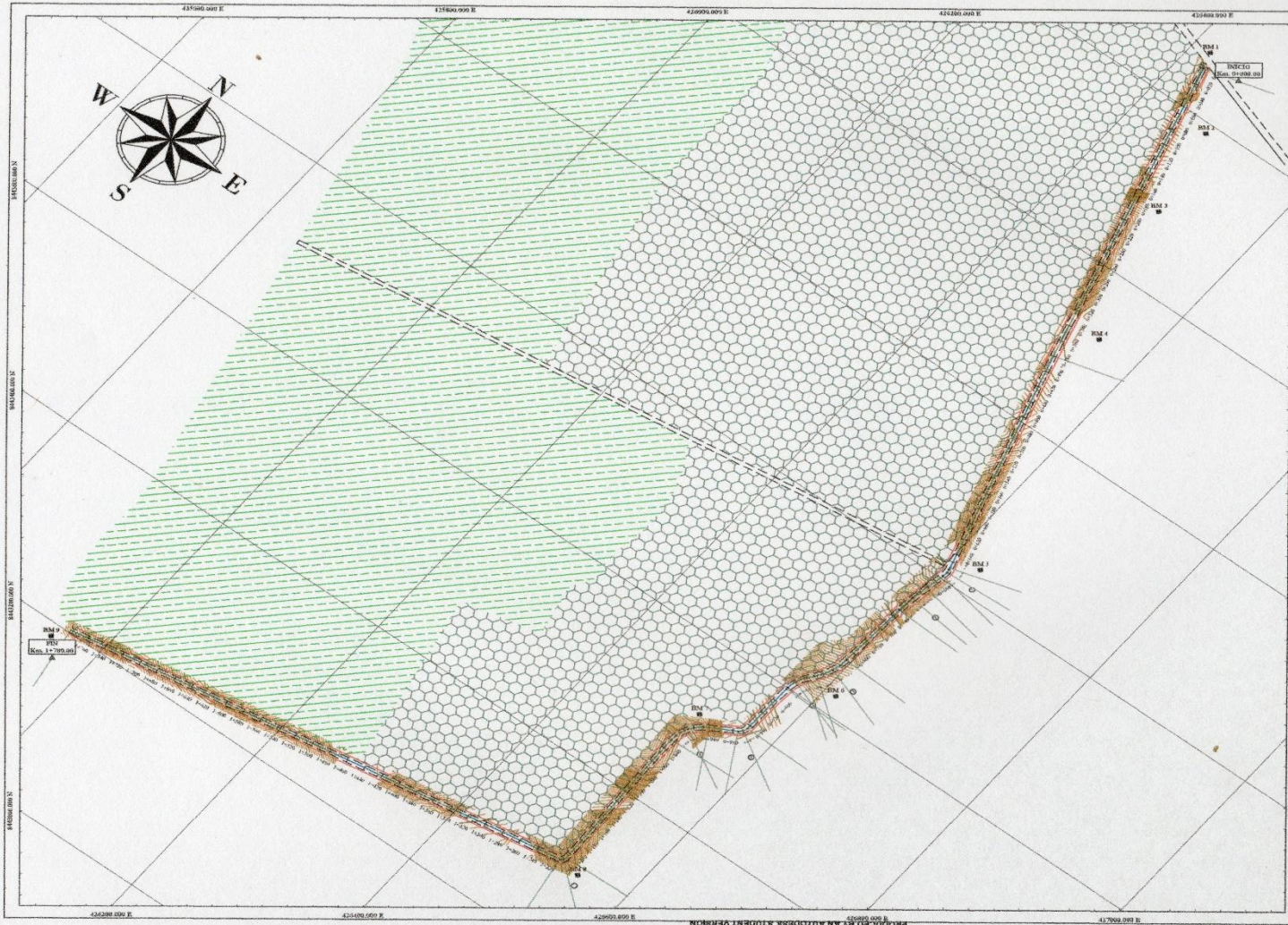
$$\text{mean}(\text{DMS3}) = 1.684$$

$$\text{mean}(\text{DMS4}) = 1.623$$

$$\text{mean}(\text{DMS5}) = 1.708$$

ANEXO :
PLANOS

ANEXO
PLANO TOPOGRÁFICO



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

LEYENDA

[Symbol]	[Text]
[Symbol]	[Text]
[Symbol]	[Text]
[Symbol]	[Text]
[Symbol]	[Text]

COORDENADAS DE CURSOS

RM	PROY. X	PROY. Y	ELEVACION
RM 1	418442.00	8440000.00	428.00
RM 2	418442.00	8440000.00	428.00
RM 3	418442.00	8440000.00	428.00
RM 4	418442.00	8440000.00	428.00
RM 5	418442.00	8440000.00	428.00
RM 6	418442.00	8440000.00	428.00
RM 7	418442.00	8440000.00	428.00
RM 8	418442.00	8440000.00	428.00
RM 9	418442.00	8440000.00	428.00



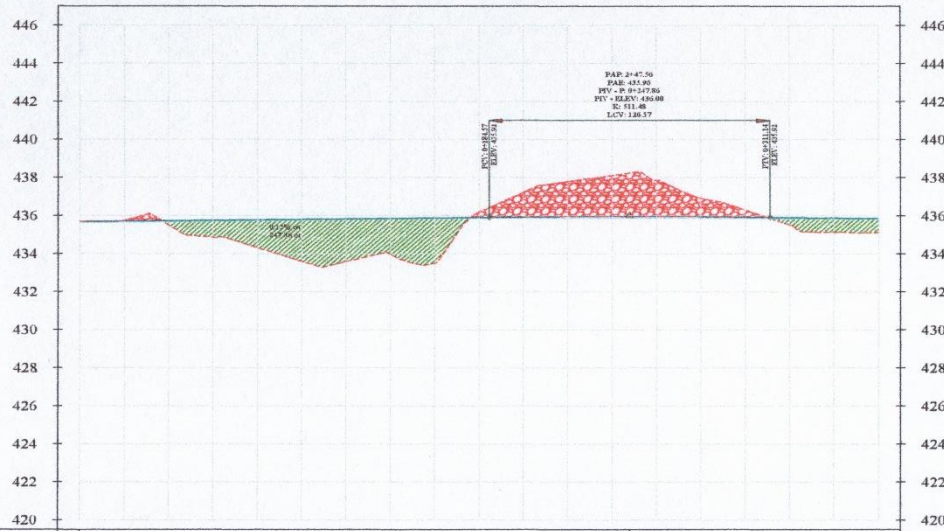
<p>UNIVERSIDAD CAROLINA DE VENEZUELA</p>	<p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</p>	<p>PT - 01</p>
	<p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</p>	
<p>FAVORABLE A LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO</p>	<p>PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 1</p>	<p>Julio, 2019</p>
<p>LIBRA FÜR</p>	<p>1/2500</p>	

ANEXO
PLANOS DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

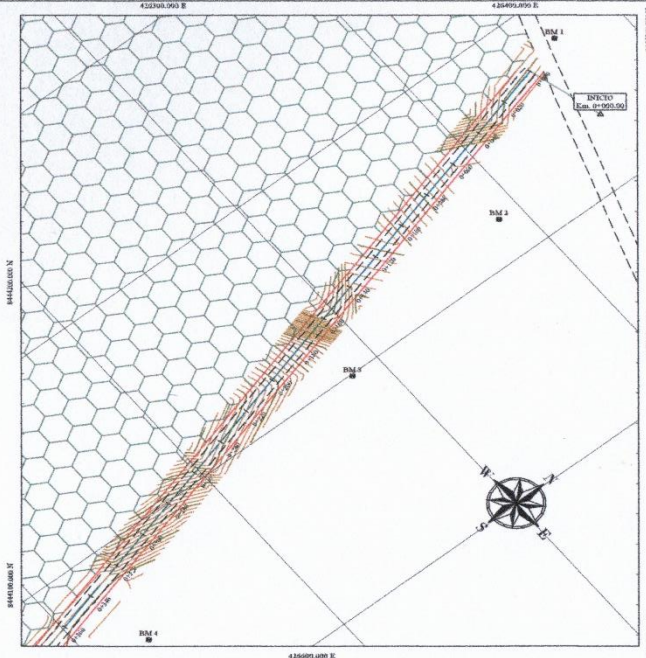
PERFIL LONGITUDINAL
PL. TRAMO 1 - 1

ESC. H: 1/1000
V: 1/100

0+000.00 - 0+360.00



PENDIENTE	0.12% en 247.86 m														-0.12% en 340.81 m																						
COTA TERRENO	435.69	435.72	435.76	435.74	435.55	435.77	434.87	435.79	434.33	435.82	433.61	435.84	433.61	435.87	433.98	435.89	433.53	435.92	436.19	435.94	437.25	435.95	437.81	435.96	438.12	435.95	436.92	435.95	436.31	435.91	435.52	435.89	435.13	435.86	435.15		
COTA RASANTE	435.69	435.72	435.76	435.74	435.55	435.77	434.87	435.79	434.33	435.82	433.61	435.84	433.61	435.87	433.98	435.89	433.53	435.92	436.19	435.94	437.25	435.95	437.81	435.96	438.12	435.95	436.92	435.95	436.31	435.91	435.52	435.89	435.13	435.86	435.15		
ALTURA DE CORTE		-0.04																-0.28	-1.31	-1.85	-2.16	-1.91	-0.97	-0.37													
ALTURA DE RELLENO				-0.23	-0.50	-1.46	-2.20	-2.23	-1.88	-2.36																											
ALINEAMIENTO	L: 3000																																				
KILOMETRAJE	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360																		



COORDENADAS DE COORDENADAS		
BM	COORDENADAS	ALTIMETRIA
BM 1	42500.000 E	435.69
BM 2	42500.000 E	435.72
BM 3	42500.000 E	435.76
BM 4	42500.000 E	435.74
BM 5	42500.000 E	435.55
BM 6	42500.000 E	435.77
BM 7	42500.000 E	434.87
BM 8	42500.000 E	435.79
BM 9	42500.000 E	434.33
BM 10	42500.000 E	435.82
BM 11	42500.000 E	433.61
BM 12	42500.000 E	435.84
BM 13	42500.000 E	433.61
BM 14	42500.000 E	435.87
BM 15	42500.000 E	433.98
BM 16	42500.000 E	435.89
BM 17	42500.000 E	433.53
BM 18	42500.000 E	435.92
BM 19	42500.000 E	436.19
BM 20	42500.000 E	435.94
BM 21	42500.000 E	437.25
BM 22	42500.000 E	435.95
BM 23	42500.000 E	437.81
BM 24	42500.000 E	435.96
BM 25	42500.000 E	438.12
BM 26	42500.000 E	435.95
BM 27	42500.000 E	436.92
BM 28	42500.000 E	435.95
BM 29	42500.000 E	436.31
BM 30	42500.000 E	435.91
BM 31	42500.000 E	435.52
BM 32	42500.000 E	435.89
BM 33	42500.000 E	435.13
BM 34	42500.000 E	435.86
BM 35	42500.000 E	435.15

LEYENDA	
[Symbol]	ALINEAMIENTO
[Symbol]	COTA TERRENO
[Symbol]	COTA RASANTE
[Symbol]	ALTURA DE CORTE
[Symbol]	ALTURA DE RELLENO

[Handwritten signature]

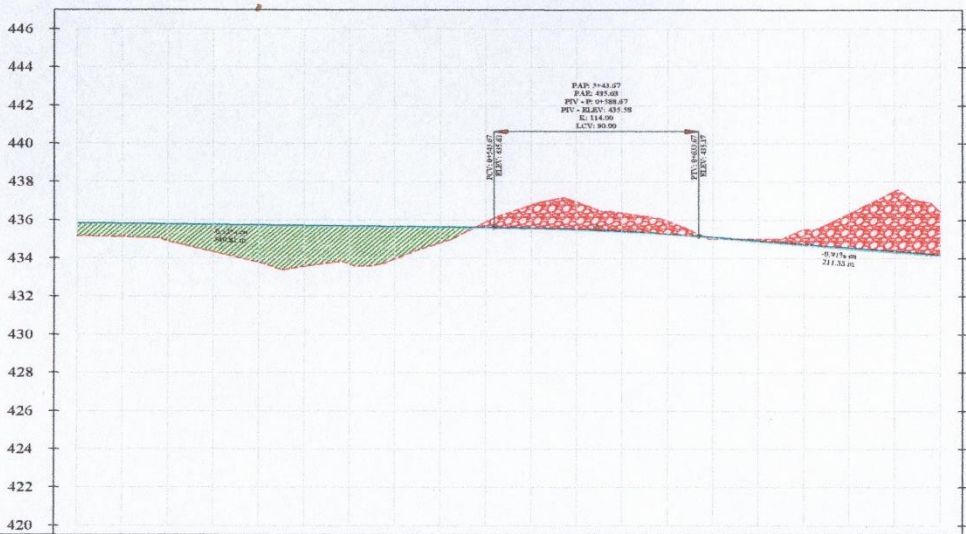
	INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSIDAD CECILIA ACOSTA FACULTAD DE INGENIERÍA	TÍTULO: INGENIERÍA CIVIL	NOMBRE DEL ALUMNO: [Name]
	ASIGNATURA: DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	TÍTULO: PLAN Y PERFIL	FECHA: Julio, 2019
ESCALA: 1/1000	PROYECTO: [Project Name]		

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

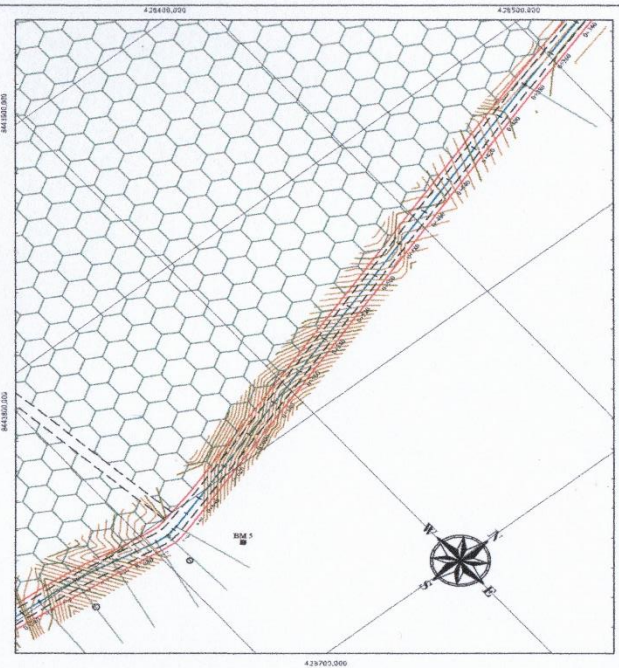
PERFIL LONGITUDINAL PL. TRAMO 1 - 2

ESC. H: 1/1000
V: 1/100

0+360.00 - 0+740.00



PENDIENTE	-0.12% mt / 340.81 m																	-0.91% mt / 211.33 m																						
COTA TERRENO	435.86	435.15	435.84	435.11	435.81	434.90	435.79	434.35	435.76	433.79	435.74	433.57	435.71	433.70	435.69	433.98	435.66	434.82	435.64	433.92	435.60	433.80	435.55	433.95	435.42	433.37	435.28	433.94	435.11	433.00	434.92	433.00	434.74	433.51	434.56	433.35	434.28	433.54	434.19	433.47
COTA RASANTE	435.86	435.15	435.84	435.11	435.81	434.90	435.79	434.35	435.76	433.79	435.74	433.57	435.71	433.70	435.69	433.98	435.66	434.82	435.64	433.92	435.60	433.80	435.55	433.95	435.42	433.37	435.28	433.94	435.11	433.00	434.92	433.00	434.74	433.51	434.56	433.35	434.28	433.54	434.19	433.47
ALTURA DE CORTE	-0.71	-0.72	-0.91	-1.44	-1.97	-2.16	-2.01	-1.71	-0.84	-0.28	-1.20	-1.42	-0.95	-0.66	-0.11	-0.08	-0.76	-1.79	-3.16	-2.28																				
ALTURA DE RELLENO	0.71	0.72	0.91	1.44	1.97	2.16	2.01	1.71	0.84	0.28	1.20	1.42	0.95	0.66	0.11	0.08	0.76	1.79	3.16	2.28																				
ALINEAMIENTO	S 303.000																																							
KILOMETRAJE																																								



CANTONALES DE COORDENADAS	
BAN	124875
BAL	8443315.00
ELEVACION	
ESTACION	432
ELEVACION	437.71

LEYENDA	
[Symbol]	LINEAS
[Symbol]	ALINEAMIENTO
[Symbol]	RELLENO
[Symbol]	CORTE
[Symbol]	OTROS
[Symbol]	OTROS

ELEMENTOS DE LINEA DE ALINEAMIENTO - TRAMO 1-1	
STACION	0+360
STACION	0+380
STACION	0+400
STACION	0+420
STACION	0+440
STACION	0+460
STACION	0+480
STACION	0+500
STACION	0+520
STACION	0+540
STACION	0+560
STACION	0+580
STACION	0+600
STACION	0+620
STACION	0+640
STACION	0+660
STACION	0+680
STACION	0+700
STACION	0+720
STACION	0+740

 UNIVERSIDAD CENTRAL VENEZUELA	PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y DE LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE	<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">PP - 02</div> Julio, 2019 1/1000
	PAQUETA DE INGENIERIA PLANOS DE DISEÑO	
	PLANETA - PERFILES - TRAMO 1	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

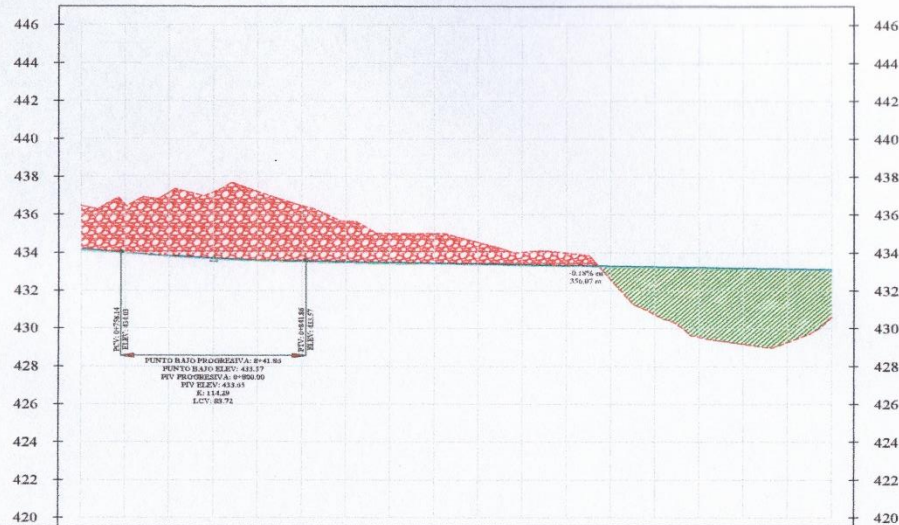
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

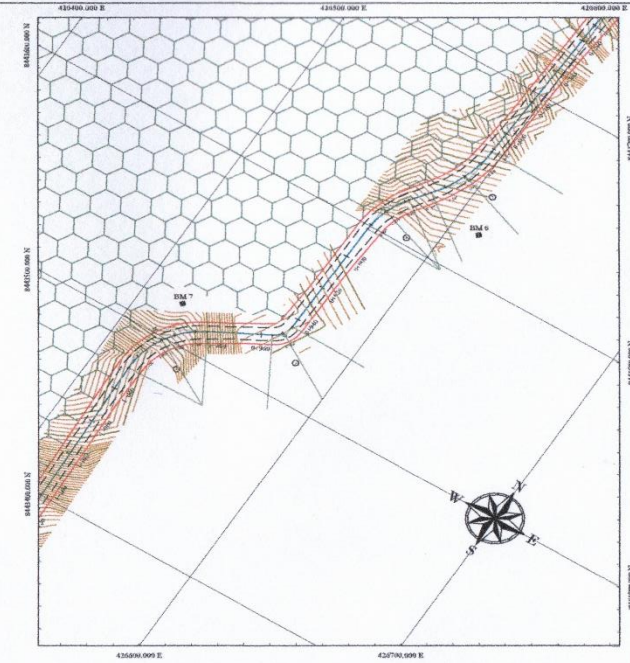
PERFIL LONGITUDINAL
PL. TRAMO 1 - 3

ESC. H: 1/1000
V: 1/100

0+740.00 - 1+080.00



PENDIENTE	-0.91% m 211.33 m		-0.18% m 356.07 m																																			
COTA TERRENO	434.19	436.47	434.01	436.51	433.85	437.19	433.73	437.31	433.63	437.21	433.57	436.69	433.54	435.64	433.50	435.00	433.46	435.00	433.43	434.55	433.39	434.03	433.36	433.99	433.32	432.59	433.28	430.74	432.25	429.57	432.21	429.19	431.17	429.28	431.14	430.63		
COTA RASANTE	434.19	436.47	434.01	436.51	433.85	437.19	433.73	437.31	433.63	437.21	433.57	436.69	433.54	435.64	433.50	435.00	433.46	435.00	433.43	434.55	433.39	434.03	433.36	433.99	433.32	432.59	433.28	430.74	432.25	429.57	432.21	429.19	431.17	429.28	431.14	430.63		
ALTURA DE CORTE	-2.28	-2.50	-3.34	-3.48	-3.58	-2.91	-2.10	-1.50	-1.54	-1.12	-0.64	-0.63	-0.73	-2.54	-3.68	-4.02	-3.89	-2.51																				
ALTURA DE RELLENO																																						
ALINEAMIENTO	[Diagram showing road alignment with stationing markers]																																					
KILOMETRAJE	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080																				



EQUACION DE COORDENADAS			
B.M. 6	434302.00	430413.15	434.58
B.M. 7	344319.91	430518.73	431.30

LEYENDA	
[Symbol]	Almohadilla
[Symbol]	Carretera
[Symbol]	Topografía
[Symbol]	Propuesta
[Symbol]	Existente

ALINEAMIENTO DE CORTA Y REPLENIMIENTO - TRAMO 1-3											
ST. INICIO	ST. FIN	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA	ESTRADA
0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960

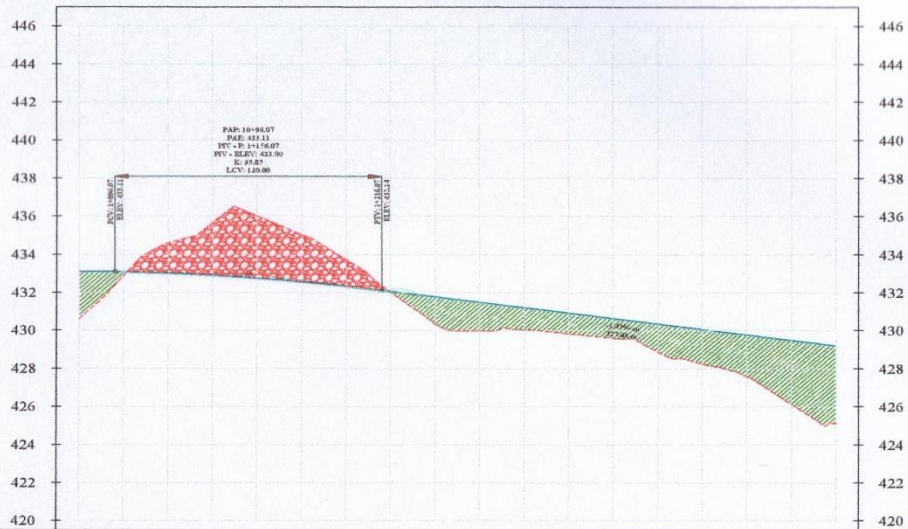
[Handwritten signature]

	INSTITUCION VENEZOLANA DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS VENEZUELA - LOS ANGELES, PA	PROYECTO:
	INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES ALIMENTARIAS Y NUTRICIONALES	PP - 03
FASE Y ALICIA DE PROYECTO:	PLANTA - PERFIL - TRAMO 1	FECHA:
AUTORA:	JULIO, 2019	ESCALA:
		1/1000

PERFIL LONGITUDINAL
PL. TRAMO 1 - 4

ESC. H: 1/1000
V: 1/100

1+080.00 - 1+420.00



PENDIENTE	-0.18% m 356.07 m		-1.43% m 327.48 m															
COTA TERRENO	433.14	430.63	432.95	434.61	435.08	436.05	437.74	437.02	430.34	429.99	430.05	429.85	429.61	428.88	428.25	427.59	426.13	425.12
COTA RASANTE	433.14	432.95	433.61	435.08	436.05	437.74	437.02	430.34	429.99	430.05	429.85	429.61	428.88	428.25	427.59	426.13	425.12	
ALTURA DE CORTE																		
ALTURA DE RELLENO	-2.51	-0.18	-1.57	-2.75	-3.24	-2.46	-1.36	-0.06	-1.46	-1.52	-1.17	-1.09	-1.05	-1.49	-1.83	-2.20	-3.37	-4.10
ALINEAMIENTO	[Diagram showing alignment with slopes of 1:100, 1:125, and 1:50]																	
KILOMETRAJE	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420

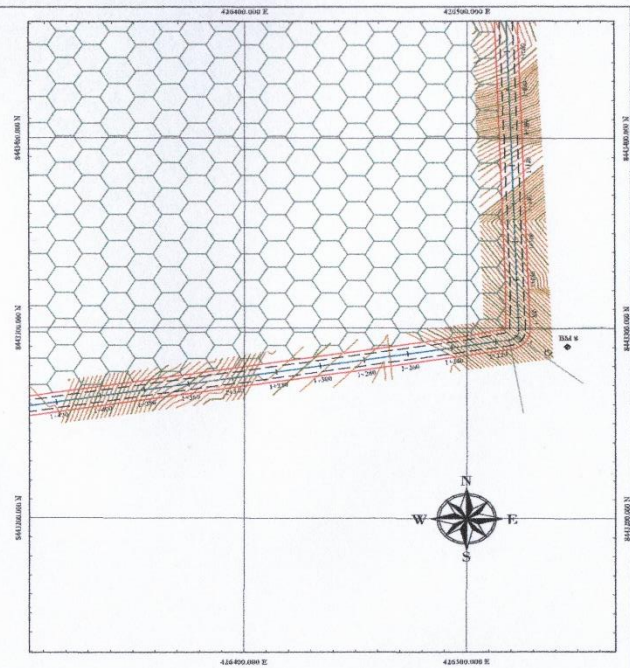


TABLA DE CONTROL			
ST	INORTE	ESTE	ELEVACION
814.1	814.4880.38	43045.12	431.72

RESUMEN DE CANTOS Y MATERIALES (m³)										
ITEM	DESCRIPCION	4	8	12	16	20	24	28	32	TOTAL
1	MP 10	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
2	MP 20	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
3	MP 30	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
4	MP 40	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
5	MP 50	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
6	MP 60	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
7	MP 70	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
8	MP 80	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
9	MP 90	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200
10	MP 100	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	10200

LEYENDA

- [Symbol] Cota Terreno
- [Symbol] Cota Rasante
- [Symbol] Altura de Corte
- [Symbol] Altura de Relleno
- [Symbol] Alineamiento
- [Symbol] Kilometraje

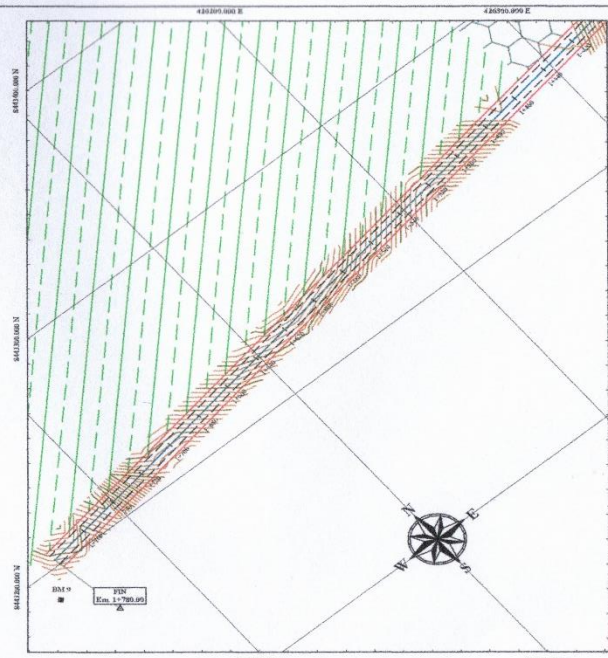
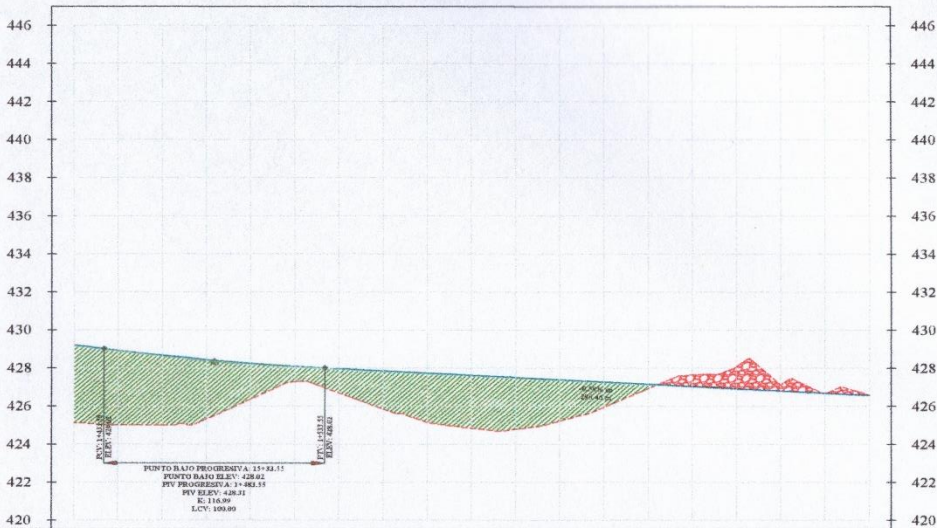
[Handwritten signature]

<p>UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA</p>	<p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</p> <p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</p>	<p>PROYECTO: [Blank]</p>
	<p>PLANTA - PERFIL - TRAMO 1</p>	<p>Julio, 2019</p>
<p>1/1000</p>	<p>1/1000</p>	<p>1/1000</p>

**PERFIL LONGITUDINAL
PL. TRAMO 1 - 5**

ESC. H: 1/1000
V: 1/100

1+420.00 - 1+780.00



PENDIENTE	-1.43% en 327.48 m		-0.58% en 296.43 m																																						
COTA TERRENO	429.22	425.13	428.93	425.00	428.67	425.00	428.45	425.34	428.26	426.39	428.10	427.29	427.98	426.71	427.86	425.86	427.75	425.13	427.63	424.83	427.52	424.80	427.40	425.27	427.29	425.96	427.17	426.93	427.06	427.65	426.94	428.11	426.82	427.13	426.71	426.66	426.59	426.59			
COTA RASANTE	429.22	425.13	428.93	425.00	428.67	425.00	428.45	425.34	428.26	426.39	428.10	427.29	427.98	426.71	427.86	425.86	427.75	425.13	427.63	424.83	427.52	424.80	427.40	425.27	427.29	425.96	427.17	426.93	427.06	427.65	426.94	428.11	426.82	427.13	426.71	426.66	426.59	426.59			
ALTURA DE CORTE																													-0.60	-1.17	-0.30										
ALTURA DE RELLENO	-4.10	-5.93	-3.67	-3.11	-1.87	-0.81	-1.28	-2.00	-2.62	-2.78	-2.72	-2.18	-1.33	-0.24																											
ALINEAMIENTO	L 100																																								
KILOMETRAJE																																									

LEYENDA

[Symbol]	ALINEAMIENTO	[Symbol]	PROTECCIÓN
[Symbol]	ALINEAMIENTO	[Symbol]	PROTECCIÓN
[Symbol]	ALINEAMIENTO	[Symbol]	PROTECCIÓN
[Symbol]	ALINEAMIENTO	[Symbol]	PROTECCIÓN

CADERA DE DISEÑOS

BA	MONTA	BITE	ELEVACION
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]

UCV
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

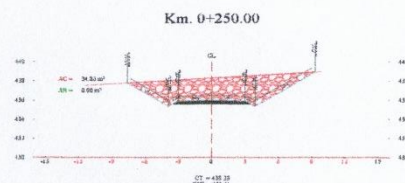
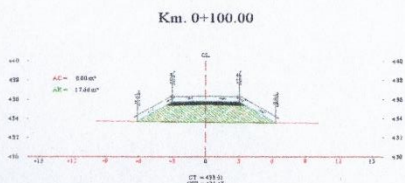
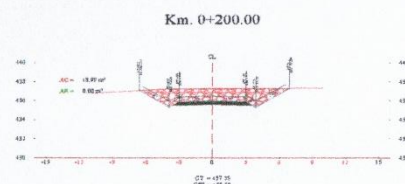
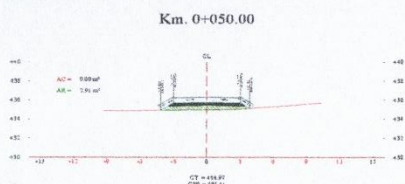
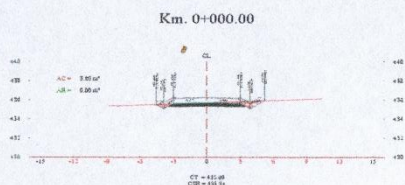
PROYECTO: **PP - 05**

TÍTULO: **PLANTA - PERFIL - TRAMO 1**

FECHA: **Julio, 2019**

ESCALA: **1/1000**

ANEXO
PLANOS DE CORTES TRANSVERSALES



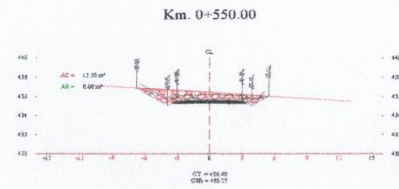
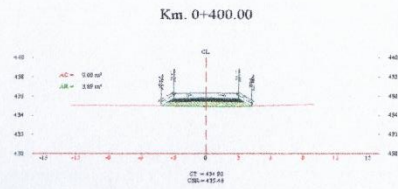
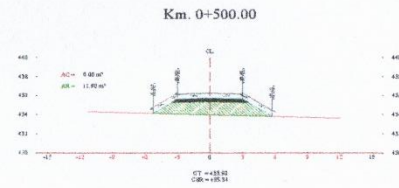
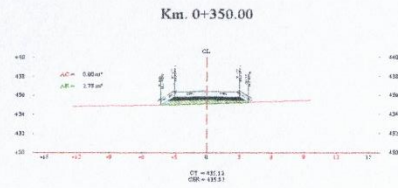
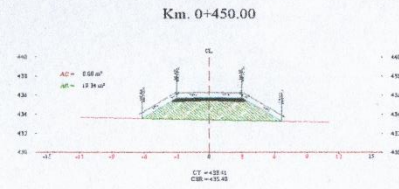
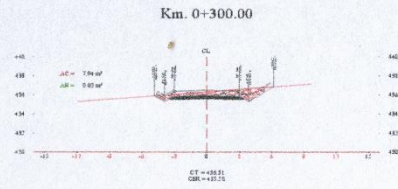
PAVIMENTO FLEXIBLE + 5% CENIZAS VOLANTES

ESTACION	CT	CBR	ESTACION	CT	CBR
0+000	33.08	33.34	0+050	33.97	33.41
0+050	33.97	33.41	0+100	33.31	33.17
0+100	33.31	33.17	0+150	33.31	33.17
0+150	33.31	33.17	0+200	37.35	35.19
0+200	37.35	35.19	0+250	38.39	35.91
0+250	38.39	35.91	0+300	38.39	35.91
0+300	38.39	35.91	0+350	38.39	35.91
0+350	38.39	35.91	0+400	38.39	35.91
0+400	38.39	35.91	0+450	38.39	35.91
0+450	38.39	35.91	0+500	38.39	35.91
0+500	38.39	35.91	0+550	38.39	35.91
0+550	38.39	35.91	0+600	38.39	35.91
0+600	38.39	35.91	0+650	38.39	35.91
0+650	38.39	35.91	0+700	38.39	35.91
0+700	38.39	35.91	0+750	38.39	35.91
0+750	38.39	35.91	0+800	38.39	35.91
0+800	38.39	35.91	0+850	38.39	35.91
0+850	38.39	35.91	0+900	38.39	35.91
0+900	38.39	35.91	0+950	38.39	35.91
0+950	38.39	35.91	1+000	38.39	35.91

LEYENDA		
	Terrazo proyectado	CT Cota terrazo
	Terrazo natural	CHR Cota reforzante
	Material de refuerzo	AC Área de cante
	Material de cante	AB Área de refuerzo
	Carpeta asfáltica	OPF Tíftot desde el punto 0
	Esos + Sub-base	ELEV Elevación
	Sub-base + cenizas volantes	

[Handwritten signature]

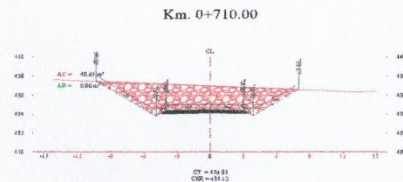
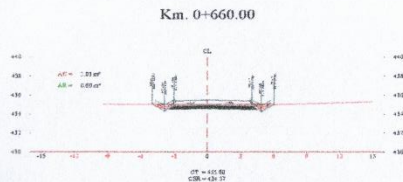
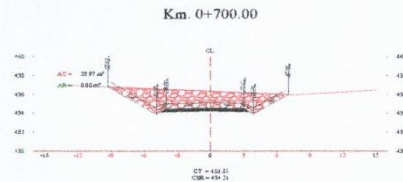
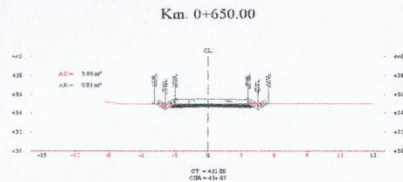
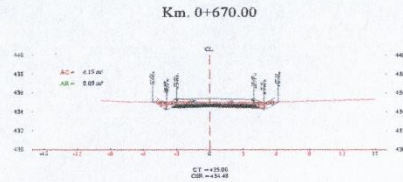
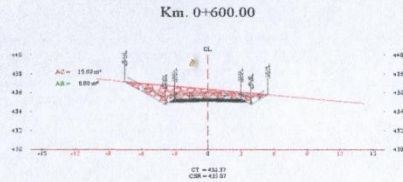
UNIVERSIDAD DE CORDOBA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL		ST - 01
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
NOMBRE DEL ALUMNO: [Nombre]		Julio, 2019
NOMBRE DEL PROFESOR: [Nombre]		
TÍTULO: [Título]		1/200



LEYENDA		
	Terrazo proyectado	CT Cota terrazo
	Terrazo molido	CBR Cota subterreno
	Material de relleno	AR Área de cante
	Material de cante	AR Área de relleno
	Carpeta asfáltica	OPF Cota desde el punto 0
	Reno + sub-base	ELEV Elevación
	Subterreno + canteo volado	

Handwritten signature

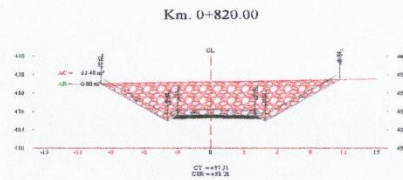
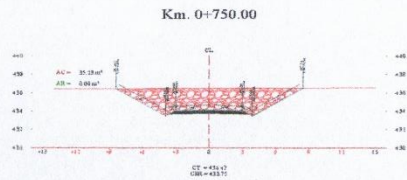
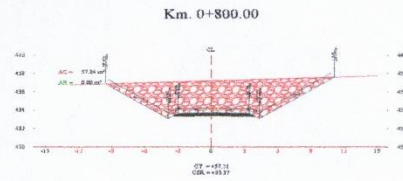
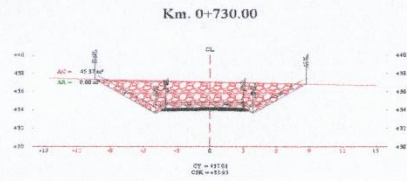
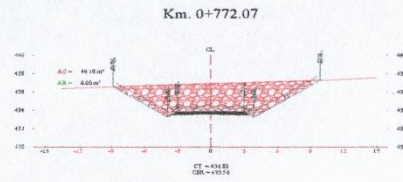
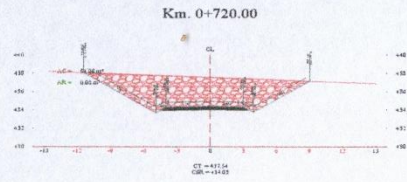
INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSIDAD DE LOS RIOS YAMASUN, LOS RIOS, ECUADOR		ST - 02
TÍTULO DE LA TESIS:		Fecha:
AUTOR DE LA TESIS:		Julio, 2019
TÍTULO DE LA TESIS:		Hoja:
AUTOR DE LA TESIS:		1/209



LEYENDA			
	Terrazo proyectado	CT	Cota terrazo
	Terrazo natural	CSR	Cota subrasante
	Material de relleno	AC	Área de cante
	Material de corte	AR	Área de rillado
	Carpeta asfáltica	OPF	Offset desde el punto 0
	Base + Sub-base	ELEV	Elevación
	Subrasante + canchales voladizo		

[Handwritten signature]

<p>UNIVERSIDAD CAROLINA DE GUAYAMA</p>	<p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</p>	<p>ST - 03</p>
	<p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</p>	<p>SECCIONES TRANSVERSALES - TRAMO 3</p>
<p>FECHA DE ELABORACIÓN: Julio, 2019</p>	<p>ESCALA: 1:200</p>	<p>Auto: Julio, 2019</p>



PAVIMENTO FLEXIBLE + 10% CENIZAS VOLANTES

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
2	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
3	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
4	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
5	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
6	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
7	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
8	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
9	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
10	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
11	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
12	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
13	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
14	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
15	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
16	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
17	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
18	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
19	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
20	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
21	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
22	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
23	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
24	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
25	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
26	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
27	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
28	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
29	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
30	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
31	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
32	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
33	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
34	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
35	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
36	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
37	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
38	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
39	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
40	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
41	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
42	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
43	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
44	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
45	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
46	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
47	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
48	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
49	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
50	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
51	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
52	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
53	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
54	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
55	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
56	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
57	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
58	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
59	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
60	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
61	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
62	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
63	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
64	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
65	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
66	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
67	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
68	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
69	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
70	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
71	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
72	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
73	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
74	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
75	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
76	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
77	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
78	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
79	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
80	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
81	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
82	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
83	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
84	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
85	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
86	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
87	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
88	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
89	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
90	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
91	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
92	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
93	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
94	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
95	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
96	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
97	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
98	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
99	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00
100	TRAYECTO	1.00	KM	1.00	1.00

LEYENDA			
	Terrazo proyectado	CT	Cota terrazo
	Terrazo natural	CSR	Cota subterreno
	Material de relleno	AR	Área de corte
	Material de corte	AC	Área de relleno
	Carpeta asfáltica	OFF	Offici desde el punto 0
	Bases + Sub-bases	ELRV	Elevación
	Subterreno + cunetas volantes		

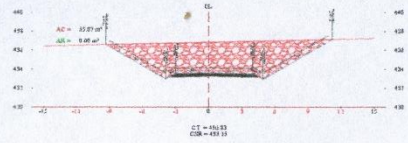
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

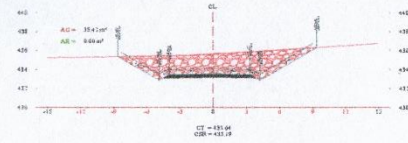
Signature
 INGENIERO CIVIL
 UNIVERSIDAD DE CHILE

<p>UNIVERSIDAD DE CHILE Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Científico</p>	<p>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON 10% DE CENIZAS VOLANTES</p>	<p>ST - 04</p> <p>Fecha: Julio, 2019</p> <p>Escala: 1:200</p>
	<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA CIVIL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA CIVIL</p>	

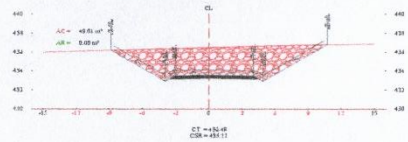
Km. 0+830.00



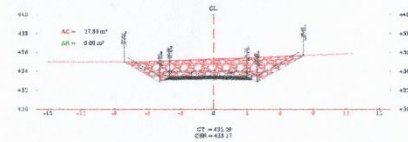
Km. 0+860.00



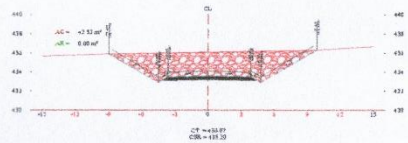
Km. 0+840.00



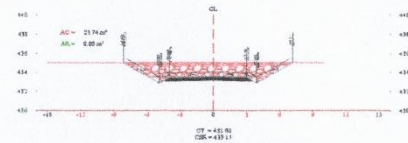
Km. 0+870.00



Km. 0+850.00



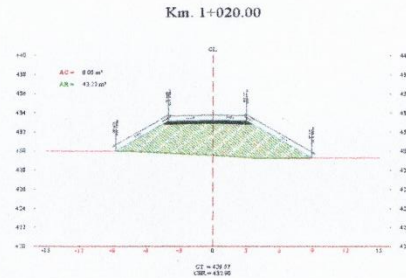
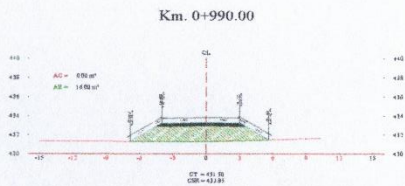
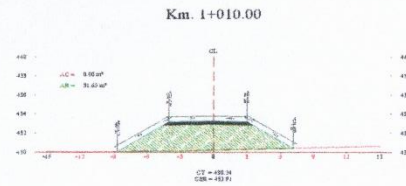
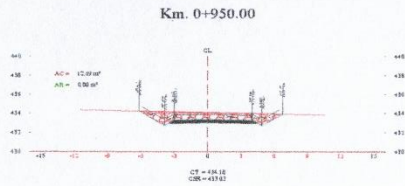
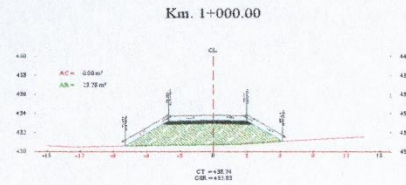
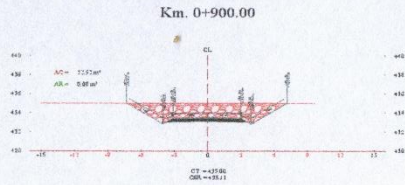
Km. 0+880.00



LEYENDA			
	Trazado poligonal	CT	Cota terreno
	Trazado natural	CCR	Cota rediseñada
	Material de relleno	AC	Área de corte
	Material de corte	AR	Área de relleno
	Carpeta asfáltica	OFF	Offset desde el geometrico
	Esterco	ELEV	Elevación
	Esterco + Balastrada		
	Substrato + canchales		
	Voladura		

Handwritten signature
 Ing. N. Durán
 C.E. Ingeniería Civil
 U.C.V.

	INSTITUCIÓN DE CONTROL Y CALIDAD DEPARTAMENTO DE CONTROL Y CALIDAD VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	IDENTIFICACIÓN: ST - 05
	FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL	SECCIONES TRABAJADAS - TRANSVERSAL Fecha: Julio, 2019 Escala: 1:200



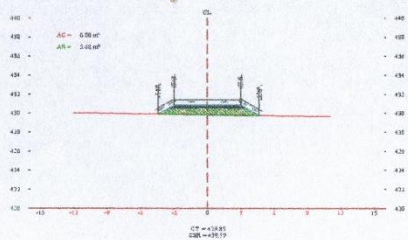
LEYENDA			
	Terrazo proyectado	CT	Cota terreno
	Terrazo natural	CSR	Cota subterránea
	Material de rollos	AC	Área de corte
	Material de corte	AS	Área de rollos
	Carpeta asfáltica	OFF	Offset desde el punto 0
	Base + Sub-base	ELEV	Elevación
	Substrato + columnas volantes		

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL VENEZUELA INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS VENEZUELA - CARACAS, VZ. BW	AUTOPROYECTO DE TUBERÍA - LOS AGUAS CALIENTES	ST - 06
	INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	
FACULTAD DE INGENIERÍA	DECCIONES TRANSVERSALES - TRAMO 1	Julio, 2019
PROFESOR:	ALUMNO:	ESCALA:
ASIGNATURA:	TÍTULO:	FECHA:
GRUPO:	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN:	1/200

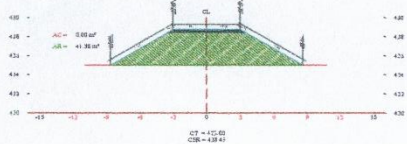
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

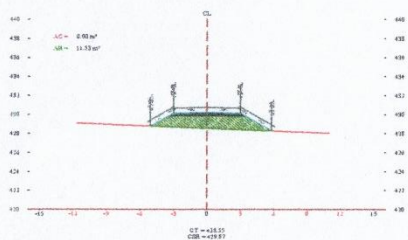
Km. 1+300.00



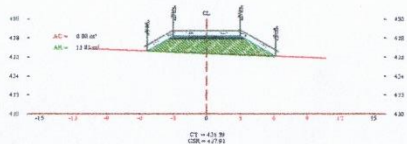
Km. 1+450.00



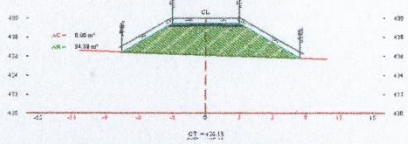
Km. 1+350.00



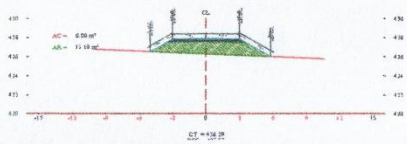
Km. 1+500.00



Km. 1+400.00



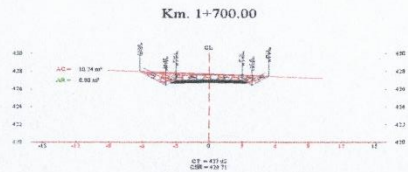
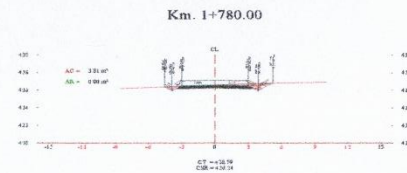
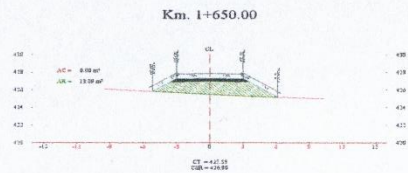
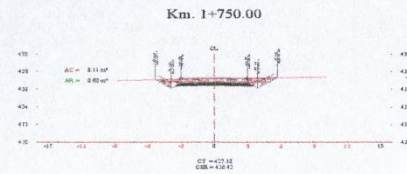
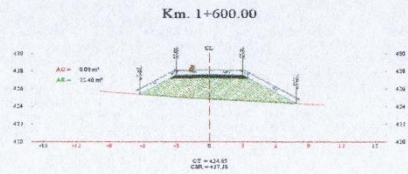
Km. 1+550.00



LEYENDA			
	Terrazo proyectado	CT	Cota terreno
	Terrazo actual	CMR	Cota subrasante
	Material de relleno	AC	Área de corte
	Material de corte	AR	Área de relleno
	Carpeta asfáltica	OFF	OffSet desde el punto 0
	Bases + sub-bases	ELEV	Elevación
	Subrasante + canchales y otros		


UNIVERSIDAD DE CORDOBA
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 VENEZUELA - LOS ANGELES, CALIFORNIA

ST - 08
 SECCIONES TRANSVERSALES - TAMA 01
 Fecha: **Julio, 2019**
 Escala: **1/200**



MOVIMIENTO DE TIERRA

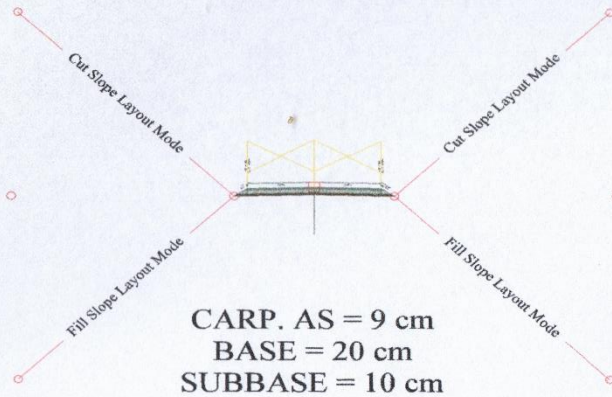
Estación	Substrato	Substrato + compactación	Substrato + compactación + drenaje	Substrato + compactación + drenaje + impermeabilización	Substrato + compactación + drenaje + impermeabilización + asfalto
1+600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+610.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+620.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+630.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+650.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+660.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+670.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+680.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+690.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+700.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+710.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+720.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+730.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+740.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+750.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+760.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+770.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+780.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+790.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LEYENDA

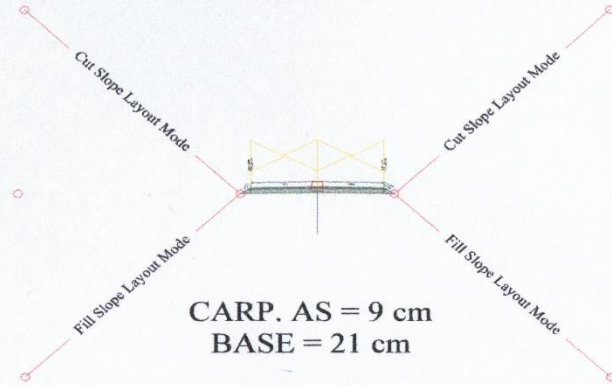
	Terrazo proyectado	CT	Cota terrazo
	Terrazo natural	CBL	Cota subrasante
	Material de colchón	AC	Área de corte
	Material de corte	AB	Área de colchón
	Carpetas asfálticas	OPV	Offset Ancho de gradaje 0
	Base + Sub-base	ELEV	Elevación
	Substrato + compactación + drenaje		

Handwritten signature
 INGENIERO EN CIVIL
 UNIVERSIDAD DE CHILE
 FACULTAD DE INGENIERÍA

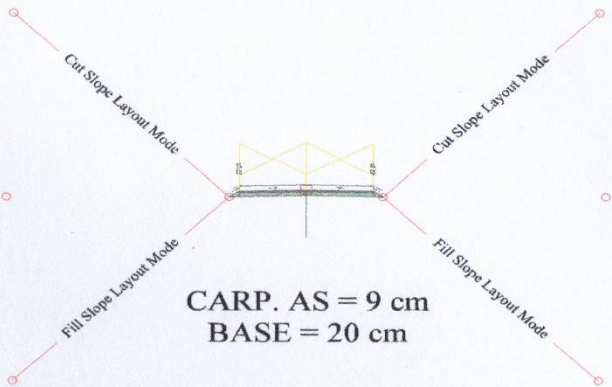
UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE INGENIERÍA	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA DE SISTEMAS INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA DE MATERIALES	ST - 09 Auto: Julio, 2019 Hoja: 1/240
	SECCIONES TRANSVERSALES - TRAMO 3 Auto: Julio, 2019 Hoja: 1/240	



PAVIMENTO FLEXIBLE + 5% CENIZAS VOLANTES



PAVIMENTO FLEXIBLE + 10% CENIZAS VOLANTES



PAVIMENTO FLEXIBLE + 15% CENIZAS VOLANTES

	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	D - 01
	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	
INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AVANCE TECNOLÓGICO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

NO VÁLIDO PARA FIRMAS DE CONTRATO EN OBRAS PÚBLICAS NI PARA RESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS



LEY N° 24648

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ



Certificado de Habilidad

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): DE LA CRUZ POLANCO, JOSE ELIAS

Adscrito al Consejo Departamental de: APURIMAC

Con Registro de Matrícula del CIP N°: 41394 Fecha de Incorporación: 09/03/1992

Especialidad: CIVIL

De conformidad con la Ley N° 28858, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO	EJERCICIO PROFESIONAL
ENTIDAD O PROPIETARIO	
LUGAR	

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA		
DÍA	MES	AÑO
31	8	2020

RECIBO NRO° 032405

ABANCAY, 12 de mayo del 20 20

VÁLIDO SOLO ORIGINAL



Ing. Carlos Fernando Herrera Descalzi
Decano Nacional
del Colegio de Ingenieros del Perú

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE APURIMAC
Ing. John Vascones Soria
CIP. 87780
DECANO
Consejo Departamental
del Colegio de Ingenieros del Perú

ANEXO
ESTUDIO DE SUELOS

PERFIL ESTATIGRAFICO

CALICATA N° 04
PROFUNDIDAD 1.50 mts.
PROYECTO "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA"
SOLICITA CONSORCIO COMATRANA
UBICACIÓN C.P. COMATRANA- SECTOR EL ALTO - ICA -ICA
FECHA DICIEMBRE DEL 2018

COTA	TIPO EXCAV.	MUESTRA	CLASIFICACION			DESCRIPCION
			SUCS	SIMBOLO	COLOR	
1.50	EXPLORACION A CIELO ABIERTO	E-1	SP		BEIGS	ARENA POBREMENTE GRADUADA EN ESTADO SEMI DENSA


 Ing. Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 64311

CONSORCIO COMATRANA

 Dennis Rengil Garcia Arteaga
 REPRESENTANTE COMUN
 DNI: 22288897

PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA
 URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA


 Juan Eladio Alvarez Lara
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 121877

E-mail: afgp281@gmail.com
 238490 CEL: 956623710 - 949994521

Fuente: Expediente Técnico "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA",

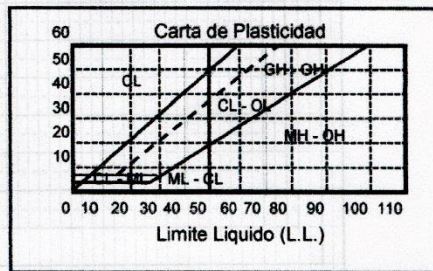
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por: **CONSORCIO COMATRANA**
 Proyecto : **"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA"**
 Ubicación : **C.P. COMATRANA- SECTOR EL ALTO - ICA - ICA**
 Muestra : **C-4 ; E-1** Profundidad : **0.00 a 1.50 m.**
 Fecha : **DICIEMBRE DEL 2018** Peso Total de la Muestra : **1003.00**

ANALISIS GRANULOMETRICO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87	TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE
		MALLA	ASTM	RETENIDO	PASA
		75.000	3"	0.00	100.00
		50.000	2	0.00	100.00
		37.500	1½	0.00	100.00
		25.000	1	0.00	100.00
		19.000	¾	0.00	100.00
		9.500	¾	0.00	100.00
		4.750	N° 4	0.00	100.00
		2.000	N° 10	10.30	98.97
		0.850	N° 20	11.20	97.86
		0.425	N° 40	16.90	96.17
		0.250	N° 60	607.10	35.64
0.150	N° 100	305.20	5.21		
0.075	N° 200	45.10	0.72		
0.000	< 200	7.20	0.00		
D10 (mm)	0.17	Cu	1.85		
D30 (mm)	0.23	Cc	0.98		
D60 (mm)	0.32	I.G.	0.00		

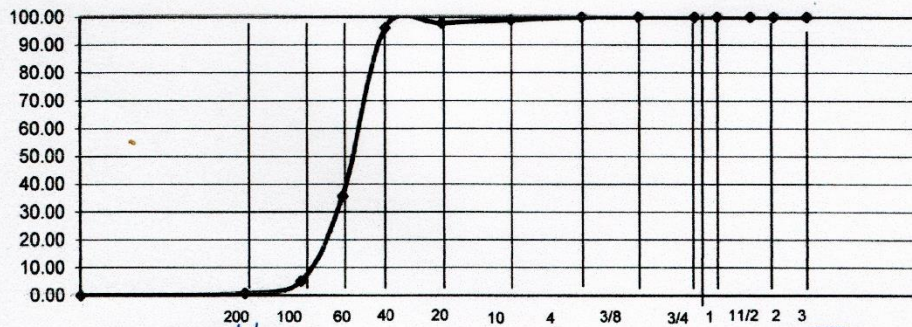
HUMEDAD NATURAL (w)	(%)	5.90
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	(%)
LIMITE PLASTICO (L.P.)	(%)
INDICE PLASTICO (I.P.)	(%)	N.P.
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	SP
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-2-4(0)



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard



Juan Eladio Alvarez Lara
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 121377
 PROLONGACION CUTERVAS 324 MANZANILLA
 URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA

Ing. Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 66311

CONSORCIO COMATRANA
Dennis Rodolfo Garcia Arteaga
 REPRESENTANTE COMUN
 E-mail: afgp2899@chilil.com
 238490 CEL: 956623710 - 949994521

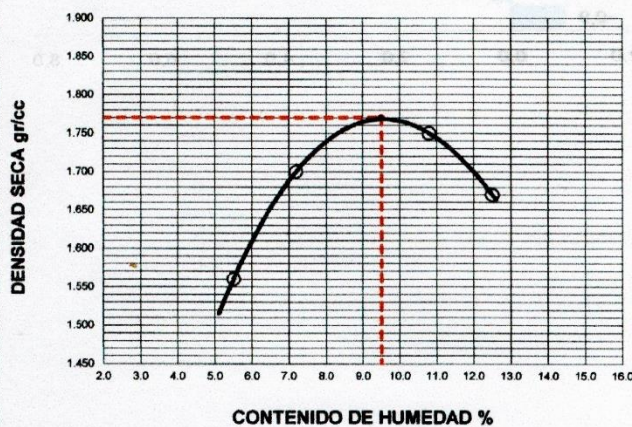
Fuente: Expediente Técnico "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA",

OBRA : "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA"
SOLICITA : CONSORCIO COMATRANA
UBICACIÓN : C.P. COMATRANA- SECTOR EL ALTO - ICA -ICA
FECHA : DICIEMBRE DEL 2018
CANTERA : MATERIAL PROPIO **MATERIAL** : SUELO NATURAL

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	3,454	3,620	3,728	3,674	
PESO MOLDE	1,915	1,915	1,915	1,915	
PESO SUELO COMPACTADO	1,539	1,705	1,813	1,759	
VOLUMEN DEL MOLDE	935	935	935	935	
DENSIDAD HUMEDA	1.65	1.82	1.94	1.88	
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	147.40	145.20	244.40	185.10	
SUELO SECO + RECIPIENTE	141.50	137.70	224.00	168.80	
PESO RECIPIENTE	33.90	34.00	35.00	38.00	
PESO DE AGUA	5.90	7.50	20.40	16.30	
PESO DE SUELO SECO	107.60	103.70	189.00	130.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.50	7.20	10.80	12.50	
DENSIDAD SECA	1.56	1.70	1.75	1.67	

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca
1.77 gr/cm³

Conten. humedad óptima
9.50 %

Juan Eladio Alvarez Lara
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 121377

CONSORCIO COMATRANA

Dennis R. García Arterga
 UMI. 2228897

PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA
 URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA

Ing. Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 66311

E-mail: afgp281@gmail.com
 238490 CEL: 956623710 - 949994521

Fuente: Expediente Técnico "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA";

OBRA : MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA
SOLICITA : CONSORCIO COMATRANA
UBICACION : C.P. COMATRANA- SECTOR EL ALTO - ICA - ICA
FECHA : DICIEMBRE DEL 2018
CANTERA : MATERIAL PROPIO **MATERIAL SUELO NATURAL**

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

Molde N°		7	8	9
Capa N°	MATERIAL	5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.	9269	9070	8830
Peso del molde	gr.	5145	5145	5145
Peso del suelo húmedo	gr.	4124	3925	3685
Volumen del molde	cc.	2123	2123	2123
Densidad Humeda	gr./cc	1.94	1.85	1.74
Humedad	%	9.50	8.90	7.60
Densidad seca	gr./cc	1.770	1.70	1.62
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo húmedo	gr.	259.4	283.5	182.8
Tarro suelo seco	gr.	240.1	272.4	172.6
Agua	gr.	19.3	21.1	10.2
Peso del Tarro	gr.	37.6	35.9	38
Peso del suelo seco	gr.	202.3	236.5	134.6
Humedad	%	9.5	8.9	7.6
Promedio de la humedad	%			

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	25	301	100	13	185	62	7	127	42
1.00	1.300	0.50	35	396	133	19	243	81	13	185	62
1.30	1.900	0.075	50	543	181	30	349	116	19	243	81
2.00	2.500	0.100	65	688	229	48	523	174	27	320	107
3.00	3.800	0.150	81	842	281	62	659	220	43	475	158
4.00	5.000	0.200	98	1007	336	77	804	268	54	581	194
5.00	6.000	0.250	110	1122	374	88	910	303	68	717	239
6.00	7.500	0.300	127	1287	429	104	1065	355	90	929	310
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

CONSORCIO COMATRANA
Ing. Fladio Alvarez Lara
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.A.P. 18187
 MANZANILLA
Ing. Arturo Fabian Godoy Peteyra
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 66311
Dennis Renan Garcia Arteaga
 REPRESENTANTE COMUN
 DNI: 22288097
 E-mail: afep281@gmail.com
 238490 CEL: 956623710 - 949994521

Fuente: Expediente Técnico "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL C.P. COMATRANA SECTOR EL ALTO, DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA - ICA",

ANEXO
CONTEO VEHICULAR

Anexo 5:

UNIVERSIDAD DE LOS VALLES		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
AFORADORES:		CHACON PEREZ, MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA, LESLY DANAE																					
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO YAURILLA - LOS AQUELES, ICA - 2019"																					
SENTIDO		← 32 3 →																					
UBICACION		YAURILLA - LOS AQUELES																					
ESTACION		URB. LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA																					
FECHA		Lunes 20 01 2020																					
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
DIAGRA. VEH.				PICKUP	RURAL Comb.		B2	B3-1	C2	C3	C4	T281	T282	T283	T381	T382	T383	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0 A 1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A 2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A 3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A 4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A 5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 A 6	E	15	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	S	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
6 A 7	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 A 8	E	4	25	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8 A 9	E	0	10	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
	S	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9 A 10	E	0	0	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	S	10	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
10 A 11	E	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11 A 12	E	5	0	8	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
	S	30	10	16	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
12 A 13	E	0	20	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	S	5	10	0	9	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
13 A 14	E	6	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	S	0	0	10	3	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
14 A 15	E	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15 A 16	E	15	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16 A 17	E	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 A 18	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	S	2	0	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
18 A 19	E	4	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	S	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
19 A 20	E	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	S	4	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
20 A 21	E	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21 A 22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
22 A 23	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A 24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E	54	37	34	44	-	-	-	18	8	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	366
	S	37	38	45	22	-	-	-	17	28	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	330
																							706

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5.1:

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																						
AFORADORES		CHACON PEREZ, MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA LESLY DANAE																						
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CINIZAS VOLANTES DE CARBON EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO YAURILLA - LOS AQUILES, ICA - 2019"																						
SENTIDO		← E S →																						
UBICACION:		YAURILLA - LOS AQUILES																						
ESTACION		URB. LAS PIEDRAS DE BURNAVISTA																						
FECHA		Marzo 21 01 2020																						
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYUER				TOTAL	
DIAGONAL	VEH			PICKUP	RURAL Comb		B2	B3-1	C2	C3	C4	T282	T292	T283	T301	T382	T383	C3R2	C3R3	C3R2	C3R3			
0 A.1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 A.2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 A.3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3 A.4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4 A.5	E	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5 A.6	E	0	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
6 A.7	E	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
7 A.8	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
8 A.9	E	3	12	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
9 A.10	E	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
10 A.11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
11 A.12	E	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
12 A.13	E	18	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
13 A.14	E	10	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
14 A.15	E	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
15 A.16	E	12	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	
16 A.17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
17 A.18	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
18 A.19	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19 A.20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20 A.21	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
21 A.22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22 A.23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23 A.24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	R	82	38	21	13	-	-	-	28	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185
	S	80	43	17	15	-	-	-	29	11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	196
																								381

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5.2

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
AFORADORES		CHACON PEREZ, MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA, LESLY DANAE																					
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CENIZAS VOLANTES DE CARBON EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO YAURILLA - LOS AGUIES, ICA - 2015"																					
SENTIDO		← E S →																					
UBICACION		YAURILLA - LOS AGUIES																					
ESTACION		URB. LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA																					
FECHA		Miércoles 22 01 2020																					
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL			
DIAGONAL	VEH																						
0 A 1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A 2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A 3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A 4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A 5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 A 6	E	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	S	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
6 A 7	E	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
7 A 8	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 A 9	E	15	3	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	S	11	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
9 A 10	E	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	S	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
10 A 11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11 A 12	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
12 A 13	E	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	S	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
13 A 14	E	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	S	0	9	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
14 A 15	E	3	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 A 16	E	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16 A 17	E	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
17 A 18	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 A 19	E	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 A 20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 A 21	E	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	S	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
21 A 22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 A 23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A 24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E	58	31	10	17	-	-	-	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134
	S	52	29	10	24	-	-	-	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	137
																							271

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5.3

UNIVERSIDAD CESAR VALLE		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																									
AFORADORES:		CHACON PEREZ MIGUEL ANGELO DE LA CRUZ VALENCIA LESLY DANAE																									
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CINIZAS VOLANTES DE CARRON EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO YAUILLA - LOS AGUDES"																									
SENTIDO		← E S →																									
UBICACION		YAUILLA - LOS AGUDES																									
ESTACION		URB. LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA																									
FECHA		Jueves 23 01 2020																									
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS				CAMION					SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL		
				PICKUP	RURAL Combi		B2	B3-1	C2	C3	C4	T281	T282	T283	T381	T382	T383	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3						
DIAGRA. VEH																											
0 A 1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 A 1	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A 2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A 2	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A 3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A 3	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A 4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A 4	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A 5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A 5	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 A 6	E	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
5 A 6	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 A 7	E	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
6 A 7	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
7 A 8	E	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
7 A 8	S	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
8 A 9	E	9	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
8 A 9	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
9 A 10	E	10	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
9 A 10	S	10	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
10 A 11	E	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10 A 11	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11 A 12	E	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
11 A 12	S	15	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
12 A 13	E	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
12 A 13	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 A 14	E	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
13 A 14	S	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
14 A 15	E	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14 A 15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 A 16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 A 16	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
16 A 17	E	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
16 A 17	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17 A 18	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 A 18	S	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
18 A 19	E	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
18 A 19	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
19 A 20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 A 20	S	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
20 A 21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 A 21	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 A 22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 A 22	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 A 23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 A 23	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A 24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A 24	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E	68	21	25	33	-	-	-	-	24	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185
TOTAL	S	63	16	21	20	-	-	-	-	13	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	136
																											324

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5.4

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
AFORADORES:		CHACON PEREZ, MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA LESLY DANAE																					
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CINIZAS VOLANTES DE CARBON EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO YAUBILLA - LOS ACUDES, ICA - 2019"																					
SENTIDO		← E → S →																					
UBICACION		YAUBILLA - LOS ACUDES																					
ESTACION		URB. LAS PIEDRAS DE DUEÑAVISTA																					
FECHA		Viernes 24 01 2020																					
DIAS	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	
VEH				PICKUP	MULTI. (Cmobi)		B2	B2-1	C2	C3	C4	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0 A.1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A.2	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A.3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A.4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A.5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 A.6	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 A.7	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 A.8	E	11	2	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
	S	11	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
8 A.9	E	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	S	5	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
9 A.10	E	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	S	8	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10 A.11	E	6	0	3	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
	S	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
11 A.12	E	6	8	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
	S	4	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
12 A.13	E	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	S	10	0	10	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13 A.14	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 A.15	E	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	S	0	0	0	6	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
15 A.16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
16 A.17	E	20	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	S	19	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
17 A.18	E	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
	S	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18 A.19	E	16	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
	S	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
19 A.20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 A.21	E	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21 A.22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 A.23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A.24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E	106	34	24	20	-	-	-	28	12	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	223
	S	92	16	29	32	-	-	-	14	11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160
																							419

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5.5

UNIVERSIDAD CESAR VALLES		ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
AFORADORES		CHACON PEREZ MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA LESLY DANAE																					
PROYECTO DE TESIS		"INCORPORACION DE CENIZAS VOLANTES DE CARBON EN LA SUBRANANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE TRAMO YAURILLA - LOS AGUILER, ICA - 2019"																					
SENTIDO		← E S →																					
UBICACION		YAURILLA - LOS AGUILER																					
ESTACION																		URB. LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA					
FECHA																		Sabado 23 03 2019					
HOJA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAVLER				TRAVLER			TOTAL		
DIAGRA. VEH				PICKUP	RURAL ComM		B2	B3-1	C2	C3	C4	T3B1	T3B2	T3B3	T3B4	T3B5	T3B6	C3B2	C3B3	C3B4	C3B5		
0 A 1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A 2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A 3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A 4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A 5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
5 A 6	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 A 7	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 A 8	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 A 9	E	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 A 10	E	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	S	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10 A 11	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11 A 12	E	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	S	10	10	5	15	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
12 A 13	E	0	10	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	S	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13 A 14	E	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 A 15	E	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
	S	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15 A 16	E	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 A 17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17 A 18	E	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 A 19	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 A 20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 A 21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 A 22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 A 23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A 24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E	50	20	22	15	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123
	S	64	36	13	37	-	-	-	11	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	161
																							284

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5.6

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

AFORADORES: CHACON PEREZ, MIGUEL ANGEL DE LA CRUZ VALENCIA LESLY DANAE

PROYECTO DE TESIS	INCORPORACION DE CEMISAS VOLANTES EN LA SUPERFICIE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE YAIRIELLA LOPE AQUILER - ICA, 2020	ESTACION	URB. LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA
SITIO	E	FECHA	Domingo 26 01 2020
UBICACION	YAIRIELLA - LOS AGUILER		

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL			
				PICKUP	WVNL (CMB)		M2	M3.1	C2	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T2B4	T2B5	T2B6	T2B7	T2B8	T2B9				
0 A.1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 A.2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 A.3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 A.4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 A.5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 A.6	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 A.7	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 A.8	E	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
8 A.9	E	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
9 A.10	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 A.11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
11 A.12	E	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	S	15	10	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
12 A.13	E	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
13 A.14	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14 A.15	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 A.16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16 A.17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	10	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
17 A.18	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 A.19	E	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 A.20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 A.21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 A.22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 A.23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 A.24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E	65	38	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
	S	54	55	23	0	0	0	0	0	10	3	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168
																							306

Fuente: Elaboración Propia

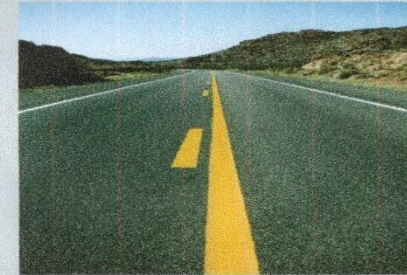
ANEXO
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PATRÓN

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO - 1993

REQUISITOS DEL DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO (años)	20
TIPO DE TRAFICO	TP6
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.71E+06
COMFIABILIDAD (R)	85%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.036
DESVIACION ESTANDAR COMBINADA (So)	0.45
SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4
SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5
VARIACION DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.50
MODULO DE RESILENCIA (Mr)	15187.2980



$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

APLICACIÓN DE LA FORMULA

NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

ESPESOR (pg) **3.2**
ASUMIR

Gt

-0.255

N 18 NOMINAL

6.432

N CALCULADO

6.552

Componente de pavimento

Coefficiente Estructural **a1**

0.170

Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68F)

Componente de base

Coefficiente Estructural **a2**

0.052

Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD

Componente de sub base

Coefficiente Estructural **a3**

0.047

Sub-base granular CBR 40% compactada al 100% de la MSD

CALIFICACIÓN DE DRENAJE

BUENO

Coefficiente de drenaje base **m2**

1

Coefficiente de drenaje subbase **m3**

1

D1 9

D2 20

D3 15



SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPEORES EN cm		
		D1	D2	D3
3.200	3.275	9	20	15

Correcto!!

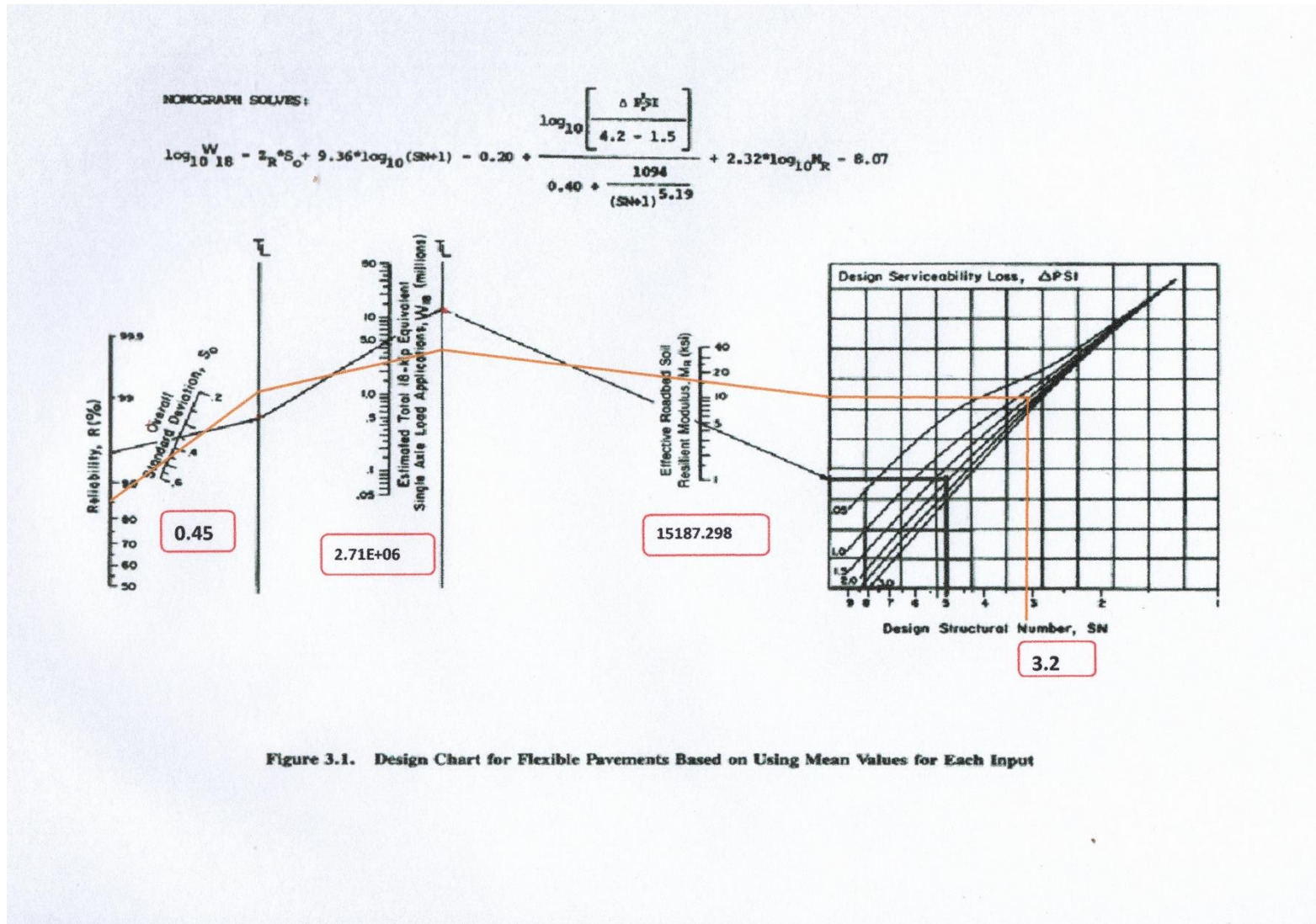


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

ANEXO
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE
INCORPORANDO 5% DE CENIZAS

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO - 1993

REQUISITOS DEL DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO (años)	20
TIPO DE TRAFICO	TP6
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.71E+06
COMFIABILIDAD (R)	85%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.036
DESVIACION ESTANDAR COMBINADA (So)	0.45
SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4
SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5
VARIACION DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.50
MODULO DE RESILENCIA (Mr)	17368.8880



$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

APLICACIÓN DE LA FORMULA

NUMERO ESTRUCTURAL (SN)	Gt	N 18 NOMINAL	N CALCULADO
ESPESOR (pg) 3 ASUMIR	-0.255	6.432	6.526

Componente de pavimento			Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68F)
Coefficiente Estructural	a1	0.170	
Componente de base			Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD
Coefficiente Estructural	a2	0.052	
Componente de sub base			Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MSD
Coefficiente Estructural	a3	0.047	
CALIFICACIÓN DE DRENAJE			BUENO
Coefficiente de drenaje base	m2	1	
Coefficiente de drenaje subbase	m3	1	



SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPEORES EN cm		
		D1	D2	D3
3.000	3.040	9	20	10

Correcto!!

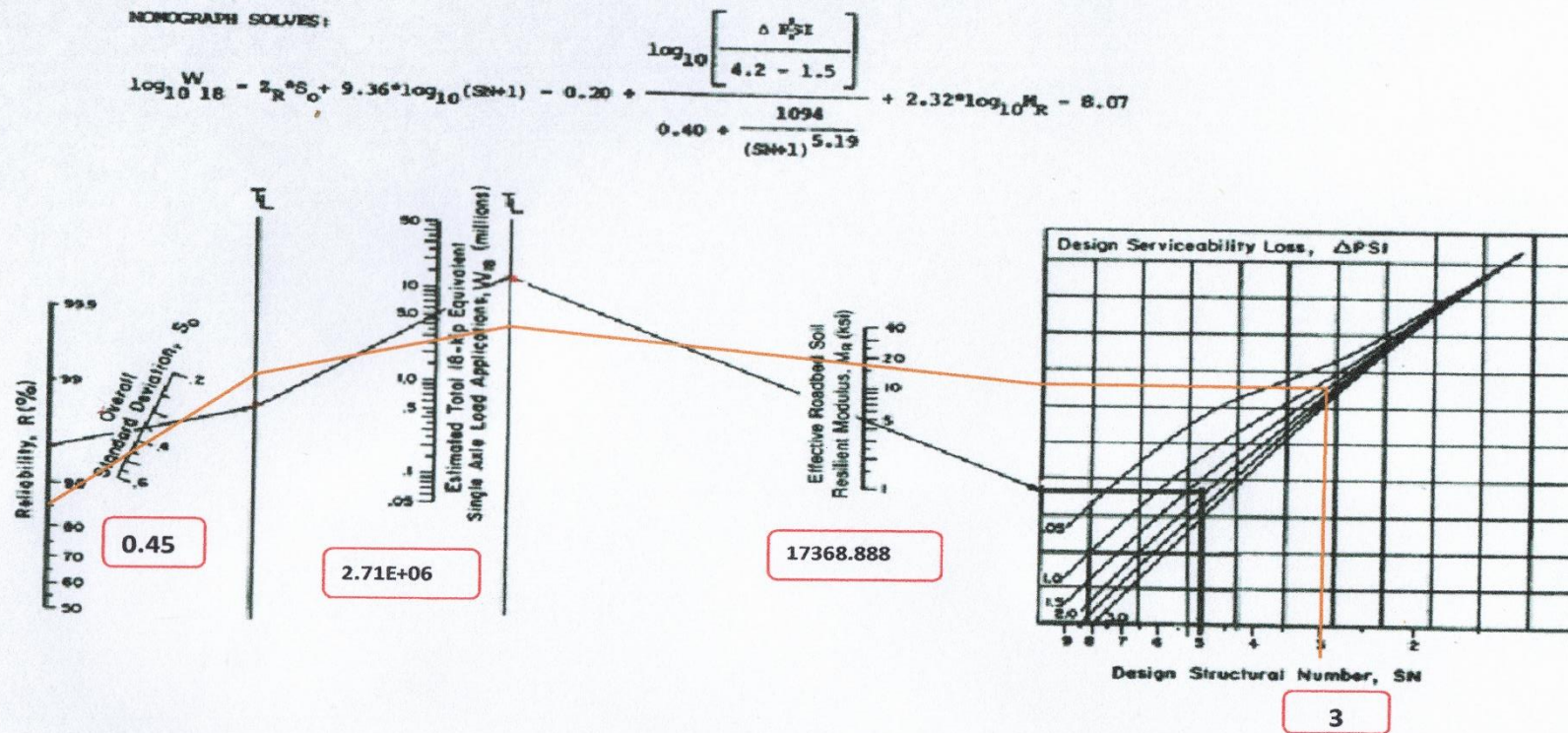


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

ANEXO

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE
INCORPORANDO 10% DE CENIZAS**

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07$$

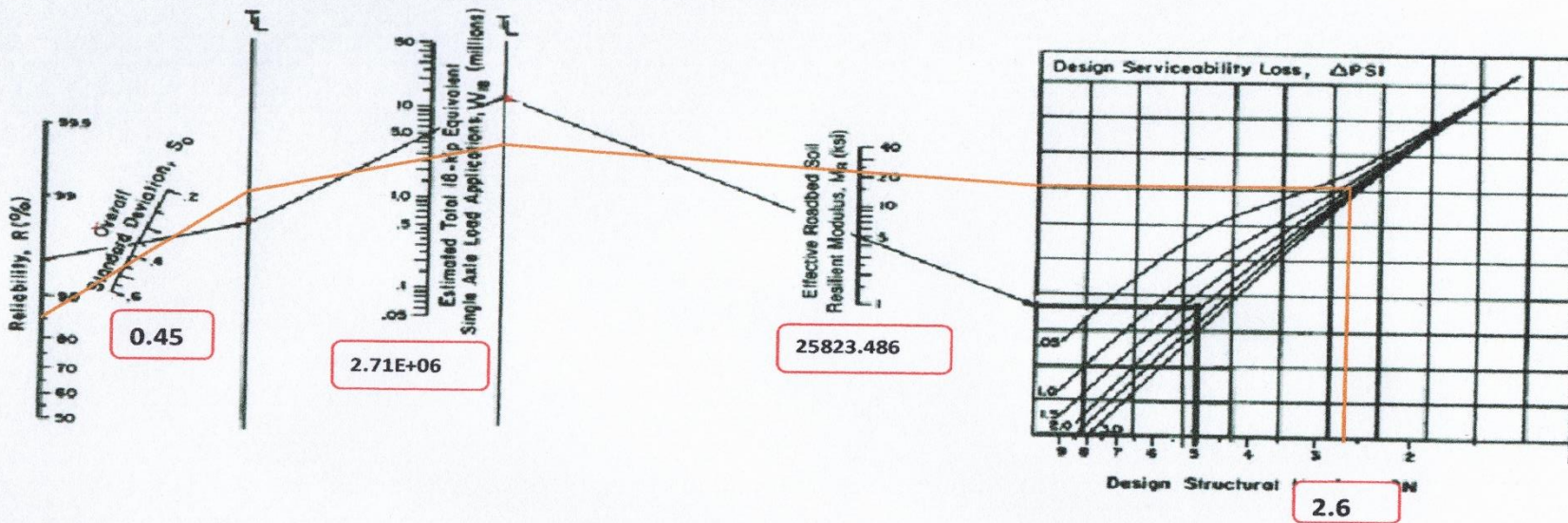


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

ANEXO

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE
INCORPORANDO 15% DE CENIZAS**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO - 1993

REQUISITOS DEL DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO (años)	20
TIPO DE TRAFICO	TP6
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.71E+06
COMFIABILIDAD (R)	85%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.036
DESVIACION ESTANDAR COMBINADA (So)	0.45
SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4
SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5
VARIACION DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.50
MODULO DE RESILENCIA (Mr)	27463.6257



$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

APLICACIÓN DE LA FORMULA

NUMERO ESTRUCTURAL (SN)	Gt	N 18 NOMINAL	=	N CALCULADO
ESPESOR (pg) 2.5 ASUMIR	-0.255	6.432		6.529

Componente de pavimento		<small>Carpeta asfáltica en caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68°F)</small>
Coefficiente Estructural	a1	0.170
Componente de base		<small>Base granular CBR 80%, compactada al 100% de la MSD</small>
Coefficiente Estructural	a2	0.052
Componente de sub base		<small>Sub-base granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS</small>
Coefficiente Estructural	a3	0.047
CALIFICACIÓN DE DRENAJE		BUENO
Coefficiente de drenaje base	m2	1
Coefficiente de drenaje subbase	m3	1



SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESTORES EN cm		
		D1	D2	D3
2.500	2.570	9	20	0

Correcto!!

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07$$

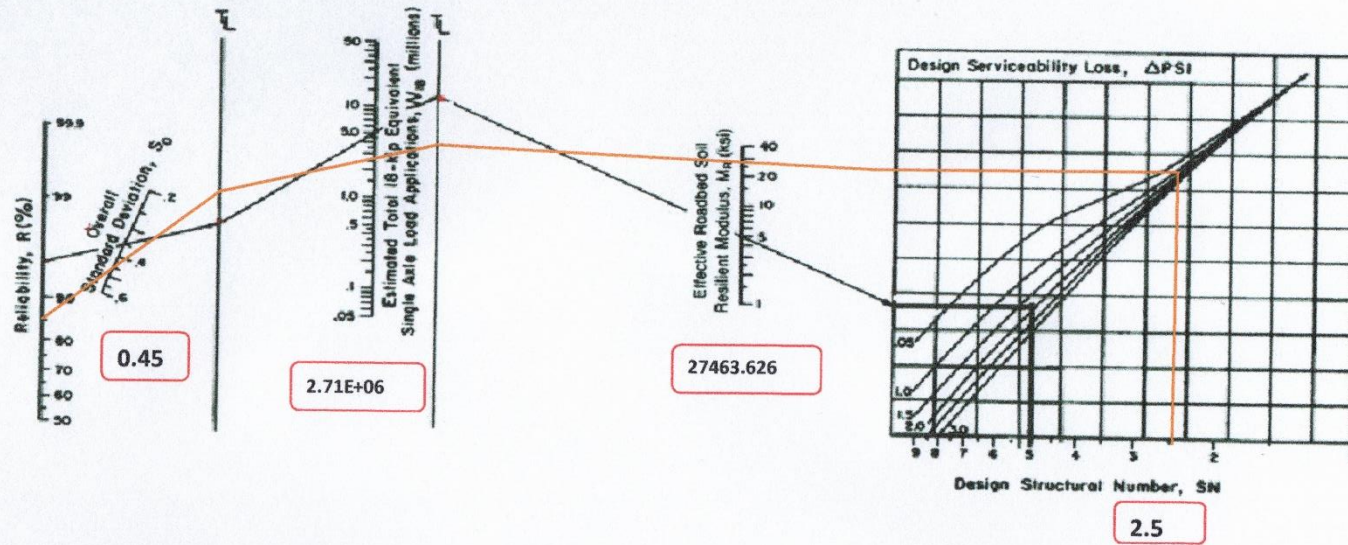


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

ANEXO

**AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN
Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

Anexo 1: Autorización para la realización y difusión de resultados de la investigación

AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Por medio del presente documento, Yo **Dennis Renalt García Arteaga** , identificado con DNI N° **22288897** y representante común del **Consortio Comatrana** autorizo a **Miguel Ángel Chacón Pérez y Lesly Danae De la Cruz Valencia** identificado con DNI N° **70855642 y 72361769** respectivamente a realizar la investigación titulada: **"Incorporación de cenizas volantes en la subrasante del pavimento flexible Yaurilla - Los Aquijes – Ica, 2019"** y a difundir los resultados de la investigación utilizando el nombre del **Consortio Comatrana**

Ica, 11 de Mayo del 2020



DENNIS RENALT GARCIA ARTEAGA
DNI N° 22288897
Representate Común
Consortio Comatrana



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), LESLY DANAE DE LA CRUZ VALENCIA, MIGUEL ANGEL CHACON PEREZ estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: ""INCORPORACIÓN DE CENIZAS VOLANTES EN LA SUBRASANTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE, YAURILLA - LOS AQUIJES-ICA, 2020"", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
LESLY DANAE DE LA CRUZ VALENCIA DNI: 72361769 ORCID 0000-0002-6718-6984	Firmado digitalmente por: LDELACRUZV el 28 Jul 2020 15:09:38
MIGUEL ANGEL CHACON PEREZ DNI: 70855642 ORCID 0000-0002-5082-0854	Firmado digitalmente por: MCHACONP el 28 Jul 2020 13:41:11