



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño estructural del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 –
0+493] – Pariñas – Talara – Piura”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Civil

AUTOR:

Murga Gil, Tobías Orlando (ORCID: 0000-0001-6306-8668)

ASESOR:

ING. Medina Carbajal, Lucio (ORCID: 0000-0001-5707-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

PIURA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

*En primer lugar, a Dios y a
mi familia, por su total apoyo incondicional en todo momento,
pieza fundamental en mi formación tanto profesional como personal.*

Para Milenne y María Emilianne

AGRADECIMIENTOS

A Ing. Lucio Medica Carbajal

Por su total apoyo y asesoría tanto Teórica como Metodológica.

A mi padre, Tobías Murga Pastor por todos los conocimientos prácticos.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTOS | 3 |
| PÁGINA DEL JURADO | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| INDICE DE FIGURAS | 8 |
| INDICE DE GRÁFICOS | 9 |
| RESUMEN..... | 10 |
| I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| II. MARCO TEÓRICO | 13 |
| III. METODOLOGÍA | 32 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 32 |
| 3.2 Variables y operacionalización..... | 33 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 33 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 34 |
| 3.5 Procedimientos | 35 |
| 3.6 Método de Análisis de Datos..... | 37 |
| 3.7 Aspectos Éticos..... | 39 |
| IV. RESULTADOS | 40 |
| 4.1 Determinación de las cargas de Transitabilidad..... | 40 |
| 4.2 Determinación de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante | 48 |
| 4.3 Determinación de los espesores del paquete estructural del pavimento rígido | |
| 51 | |
| 4.4 Determinación el costo estimado de inversión del pavimento rígido..... | 52 |
| V. DISCUSIÓN..... | 58 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 61 |
| VII. RECOMENDACIONES | 62 |
| REFERENCIAS | 63 |
| ANEXOS..... | 70 |

| | |
|---|-----------|
| ANEXO 1: DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR..... | 71 |
| ANEXO 2. DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR | 72 |
| ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES | 73 |
| ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 74 |
| ANEXO 5. ESCENARIO DE ESTUDIO | 75 |
| ANEXO 6: ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136 | 81 |
| ANEXO 7: LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 43418 | 82 |
| ANEXO 8: ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO..... | 83 |
| ANEXO 9: ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 | 85 |
| ANEXO 10: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO..... | 86 |
| ANEXO 11: CONSTANCIA DE EVALUACIÓN EN TURNITIN..... | 87 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. NIVELES DE CONFIABILIDAD RECOMENDADAS POR AASHTO-93 | 29 |
| TABLA 2. DESVIACIÓN NORMAL DE LA CONFIABILIDAD | 30 |
| TABLA 3. CONTEO VEHICULAR DIA LUNES..... | 40 |
| TABLA 4. CONTEO VEHICULAR DIA MARTES..... | 41 |
| TABLA 5. CONTEO VEHICULAR DIA MIERCOLES..... | 42 |
| TABLA 6. CONTEO VEHICULAR DIA JUEVES..... | 43 |
| TABLA 7. CONTEO VEHICULAR DIA VIERNES | 44 |
| TABLA 8. CONTEO VEHICULAR DIA SABADO | 45 |
| TABLA 9. CONTEO VEHICULAR DIA DOMINGO. | 46 |
| TABLA 10. CALCULO DEL IMDA..... | 47 |
| TABLA 11. CALCULO DEL ESAL | 48 |
| TABLA 12. PERFIL ESTATIGRAFICO. | 49 |
| TABLA 13. PROCTOR MODIFICADO | 50 |
| TABLA 14. CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) | 50 |
| TABLA 15. TABLA DE ESPESORES DEL PAVIMENTO RIGIDO..... | 51 |
| TABLA 16. PRESUPUESTO ESTIMADO POR PAVIMENTO RIGIDO | 54 |
| TABLA 17. PLANILLA DE METRADOS | 55 |
| TABLA 18. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES..... | 73 |
| TABLA 19. MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 74 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. ESTADO ACTUAL DE LA AVENIDA GRAU 1..... | 75 |
| FIGURA 2. ESTADO ACTUAL DE LA AVENIDA GRAU 2..... | 75 |
| FIGURA 3. ESTADO DE LA AVENIDA GRAU PROGRESIVA 0+200 | 76 |
| FIGURA 4. ESTADO DE LA AVENIDA GRAU PROGRESIVA 0+200 | 76 |
| FIGURA 5. FICHA TÉCNICA DEL CONTEO VEHICULAR – MTC..... | 77 |
| FIGURA 6. MONOGRAMAS DE LA METODOLOGÍA AASHTO 93, PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS..... | 78 |
| FIGURA 7. MÓDULO COMPUESTO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE. | 79 |
| FIGURA 8. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K) | 79 |
| FIGURA 9. DIÁMETRO DE LONGITUD RECOMENDADO DE LOS PASADORES. | 80 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| GRAFICO 1. SECCION TRANSVERSAL DE VIA..... | 52 |
| GRAFICO 2. PLANO DE UBICACIÓN DE VISTA EN PLANTA | 53 |
| GRAFICO 3. PLANO DE SECCIÒN A-A..... | 54 |

RESUMEN

La investigación, tuvo por finalidad realizar un diseño estructural de un pavimento rígido en un tramo doble vía de un total de 1 km., correspondiente para la provincia de Talara. El método de investigación aplicado se ubica dentro del enfoque cuantitativo, el tipo de estudio fue descriptivo y el diseño no experimental. La población estuvo representada por las calles de la provincia de Talara y la muestra estudiada fue la del tramo de La avenida Grau entre las progresivas [0+000 – 0+493]. La recolección de datos se realizó mediante un estudio de conteo vehicular, estudios de mecánica de suelos correspondientes, el estudio la formula AASHTO93 y la evaluación de presupuestos de pavimentos rígidos ya existentes. Según el estudio de tráfico se determinó un ESAL de diseño de 3,612,300. Mediante el estudio de mecánica de suelos se determinó que el tramo a estudiar contiene un tipo de suelo Arena limosa de baja plasticidad (SM) y un valor de California Bearing Ratio del 10.91%. Posteriormente se calculó que el espesor de losa será de 23 cm., con un espesor de base de afirmado de 15 cm. con juntas de contracción cada 4 metros. Finalmente se determinó que el costo estimado de inversión por el pavimento rígido es de S/1,447,032.34 soles.

Palabras claves: Concreto, pavimento, California Bearing Ratio (CBR), tramo, tráfico, estructura, base, juntas, ESAL.

ABSTRACT

The research had as a purpose to execute a structural design of a concrete pavement on 1 kilometer of double track section in the province of Talara. The research method applied is inside into the quantitative approach, the type of study was descriptive and the design was not experimental. The population was represented by the streets of the province of Talara and the sample studied was the section of the Grau avenue between the progressives [0+000 – 0+493].

The data collection has been made through a vehicle count study, soil mechanics study, the study of AASHTO93 formula and the existing budget evaluation of concrete pavement. According to the traffic study it was determined a design ESAL of 3,612,300. Through the soil mechanics study, it was determined that the section to be studied contains a type of silty clay of low plasticity (SM) and a value of California Bearing Ratio of 10.91%. Later it was calculated the thickness of concrete slab in 23cm., a granular material base with a thickness of 15cm. with a contraction joint each 4 meters. Finally, it was determinate that the estimated investment cost for the concrete pavement is of S/1,447,032.34 soles.

Keywords: Concrete, pavement, California Bearing Ratio (CBR), section, traffic, structural, base, contraction joint, ESAL

I. INTRODUCCIÓN

“Inicialmente, los primeros caminos; científicamente comprobados; fueron creados en el dominio Hilita, en la península de Anatonía en el año 3000 a.C. Otro precedente notable son los caminos que crearon el imperio romano, llamadas comúnmente calzadas (a base de piedra caliza). Su método fue muy trabajado y su muestra de calzada adoptada hacia el año 300 a.c fue el tipo estándar para los próximos 2.000 años La sección de vía consistía en una capa de piedras planas sobre el terreno natural de 25 a 60 cm. De ancho, el cual amplificaba una capa de detritus de cantera combinado con cal que denominaba “rudus” (de 22,5 cm. de espesor).” (Zorio, 1987, p.27)

“Durante el siglo XVIII se expone la implementación de la cal en regiones como Inglaterra, a través de aportes de personajes como el ingeniero John Smeaton, Creador del Faro de Eddystone. Smeaton perteneció a los causantes de la modificación vial en la metrópoli británica. A mediados del siglo XIX, Inglaterra fue precursor en incorporar normativas de pavimentación, de la mano de la fundación del comité de Pavimentación, anexo al Parlamento del Reino Unido. Su labor consistía en la protección y aumento de la red vial. La Europa del siglo XIX se resaltaba por un progreso en la creación de vías pavimentadas. En pueblos como Tressaget (en Francia) se vieron los principales caminos en base a piedras de gran tamaño. Con el inicio de la Era Industrial se halló con gran caución la ejecución de vías de pavimento, empleando piedras más diminutas (adoquines). La creación del automóvil crea la maquetación de vías más prolongadas e idóneas para el movimiento de vehículos de carga.” (Arkiplus,2020, p.1)

En el Perú se puede encontrar un gran porcentaje de caminos sin pavimentar o en mal estado, estos son de vital importancia ya que intercomunican ciudades. Según el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, “la vía nacional cuenta con 16663.47 Km, de la cual 20,235 Km se encuentra en estado pavimentado. Con respecto a la red regional, este cuenta con 14313.20 Km de la cual 244.7 Km se encuentra en estado pavimentado. Finalmente, tenemos la red local, que cuenta con 42789.44 km.” En Piura se puede encontrar un déficit de adecuados diseños de

pavimentos para los diversos sectores y eso se ve reflejado en la actualidad. La mayoría de estos, no cuentan con un adecuado drenaje pluvial, causando un estancamiento de aguas y estas un deterioro en toda la conformación del pavimento de cualquier tipo (Capa de rodadura y bases). Otro punto importante en este diseño, es la adecuada elección del tipo de pavimento a utilizar. (MTC, 2018, P.262)

Existe una gran premura con respecto a la reconstrucción de los pavimentos del departamento de Piura por consecuencia de las catastróficas lluvias del fenómeno del niño costero presentadas en el periodo inicial del año 2017, esta situación no es ajena en la Provincia de Talara, en la cual veremos tramos severamente afectados. Precisamente en la Avenida Miguel Grau, entre las avenidas Bolognesi y Carlos A. Salaverry, se puede observar el catastrófico resultado de un inadecuado diseño estructural frente a fuertes lluvias que año a año someten al pueblo de Talara. Por lo tanto, en la investigación se formula la siguiente pregunta general, ¿La elaboración de un diseño estructural de pavimento rígido como alternativa al pavimento flexible, permitirá mejorar el tramo de la Avenida Grau entre las progresivas [0+000 – 0+493] en el distrito de Pariñas – Talara – Piura? Y como preguntas específicas: ¿Cuáles son las cargas de transitabilidad en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]?, ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]?, ¿Cuáles son los espesores del paquete estructural para el diseño del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]? y ¿Cuál es el costo estimado de inversión por un pavimento rígido?

El presente tramo de 1km. Aproximadamente, constó de una doble vía con pavimento flexible totalmente deteriorado e inexistente por varios metros, el cual presentó daños como fisuras, grietas, baches, deformaciones y en la mayoría, desintegración de la carpeta asfáltica. Afectando directamente al flujo vehicular que transita por la Av. Grau. Del problema antes mencionado de ahí la finalidad del estudio, donde se evaluará y cuantificará la data procesada de cada objetivo y se llegará a los resultados obtenidos y de ellos poder determinar el diseño estructural de un pavimento que aborde su permanencia en el tiempo, adicionalmente a esto, se elaborará una propuesta económica evidenciando su costo de inversión.

Se considera que en la presente investigación existe una justificación social; debido que constituyó una propuesta de solución al problema del transporte en la Avenida Miguel Grau de la provincia de Talara, con el fin de mejorar las condiciones de circulación vehicular, ya que es una ruta de gran importancia usada por pobladores. Teóricamente; se justifica ya que en la provincia de Talara, no existe una gran cantidad de investigaciones con respecto a la ejecución de pavimentos rígidos que satisfagan con los requisitos establecidos en las normas. Metodológicamente se justifica; ya que es de manera compleja, donde se estará utilizando la recolección y análisis de datos. También, en la presente investigación, tiene una justificación de tipo práctico; porque compartió a la población un diseño de calidad que brindará una mejor Transitabilidad para los vehículos una vez se desarrolle.

En tal sentido, la presente investigación, tiene como objetivo general diseñar la estructura del pavimento rígido de la Avenida Grau [0+000 – 0+493] en el distrito de Pariñas – Talara – Piura, como una propuesta de solución. Y como objetivos específicos, determinar las cargas de Transitabilidad, las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, los espesores del paquete estructural para el diseño y el costo estimado de inversión del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 – 0+493] – Pariñas – Talara – Piura”

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los antecedentes a nivel internacional, se ha logrado localizar los siguientes:

NOVA MORENO, José Danian (2017). En su trabajo de grado titulado “Propuesta de rehabilitación del pavimento rígido en la Calle 127d entre Carreras 93f y Carrera 96 barrio el Rubí, de la localidad de Suba, Bogotá D.C, Colombia”, de la universidad Militar Nueva Granada, en la ciudad de Bogotá – Colombia. La cual tuvo como objetivo general presentar técnicamente una alternativa de rehabilitación con las variables y parámetros que influyen en el diseño de una estructura del pavimento rígido, en la Calle 127d entre Carreras 93f y Carrera 96 barrio el Rubí, de la localidad de Suba-Bogotá D.C. La metodología empleada fue de estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental y muestra representada por la Calle 127d entre Carreras 93f y Carrera 96 barrio el Rubí, de la localidad de Suba-Bogotá. El autor encontró como principal problema el deterioro de vías pavimentadas y su inadecuada resistencia, tanto en la carpeta de la losa de concreto, como en las bases. Este propuso como solución rehabilitar las calles afectadas en base a un nuevo diseño de pavimentación rígida, disminuyendo así la constante problemática de Transitabilidad que afectaba a la sociedad. Los resultados presentados, evidencian el adecuado diseño de la estructura, trayendo consigo un mejoramiento de todo aquel sector. El autor concluyó, que es de vital importancia realizar los estudios competentes de la manera más óptima y certera posible, ya que eso afectará directamente al diseño.

Por su parte, HURTADO ACUÑA, Randy Hurtado (2016), en su tesis titulada "Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal del Guarco" del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en la ciudad de Cartago. Tuvo como objetivo principal comparar el pavimento flexible con el pavimento rígido desde un punto de vista funcional, económico, y de durabilidad; mediante el diseño de la estructura de pavimento y de un modelo de costos y desempeño. La metodología empleada fue de estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental y muestra representada por la ruta cantonal del Guarco. El autor

concluyó que el pavimento rígido tiene una durabilidad mayor que la de un pavimento flexible, pero que, desde el punto económico, este necesita una mayor inversión de capital. Por consiguiente, optó por un pavimento flexible porque contiene menos gasto presupuestal.

MARTINEZ FAJARDO, Angela Paola (2019), en su tesis titulada “Diseño de pavimento rígido de la calle 7 entre carrera 7 y 5 del municipio de Puerto López Meta” de la Universidad Militar de Granada, en la ciudad de Bogotá. Tuvo como objetivo principal proponer un diseño para la construcción de un pavimento rígido para la calle 7 entre carrera 7 y 6 del municipio de Puerto López. La metodología empleada fue de estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental y muestra representada por la calle 7 entre carrera 7 y 5 del municipio de Puerto López Meta. El autor concluyó destacando la importancia del estudio de suelos, ya que ellos determinarán las condiciones del terreno. Ella recomienda que, en el caso de manifestarse fallos en la subrasante, debe ser cambiado el material defectuoso por material que contenga características más óptimas, como el afirmado.

DOMJNIC, Micheis. (2017). En su tesis: “Índice de condición del pavimento y análisis del costo de propiedad en proyectos de mantenimiento preventivo en Kentucky” de la Universidad de Kentucky, en la ciudad de Kentucky. Tuvo como objetivo principal analizar el estado de un pavimento y sus niveles de daños. La metodología empleada fue de estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental. Ya que el estudio se realizó mediante la manipulación de variables, es decir se obtuvo información de la actividad intencional como en laboratorio. La población para esta investigación son todas las vías de Kentucky y la muestra son las rutas KY0259/101 , KY 15, US 119 , KY 1500, KY 9, US0068, KY121X, US 62, KY 363, US 127, KY0178, US 127, US 127, KY0097, KY 80, KY 9, US 127, KY 363, KY0994, US 127, KY 11, KY0994, US 127, KY 461, KY 555, US 68, US 231, US 25, KY 92, KY 290, US 68, KY 11, US 68, KY 353, KY 192, US 31E, JC9003, KY 218, KY 801, KY 9, KY 10, US 23, KY 38, US 231, US 68, KY 52, KY 11, KY 9000, US 231 y US 231 . Tuvo como conclusión que el método ASTM D6433 conlleva una

alta efectividad para las evaluaciones de condiciones en los pavimentos debido a su imparcialidad y enfoque estadístico.

ESCUELA DE INGENIERIA DE CAMINOS DE MONTAÑA (1994). En su curso de actualización, "Diseño estructural de caminos Método AASHTO93" en la ciudad de Buenos Aires. Este nos afirma que para el diseño de un pavimento rígido existe la metodología AASHTO93 que tiene en función las siguientes variables: Tránsito , Factor de desviación Normal para el nivel de confiabilidad, Desvío estándar de todas las variables , Espesor de la losa, Pérdida de serviciabilidad, Serviciabilidad final, Módulo de rotura del hormigón, Coeficiente de transferencia de cargas, Coeficiente de drenaje, Módulo de elasticidad del hormigón , Módulo efectivo de reacción de la subrasante (psi/pulg). Para empezar a diseñar un pavimento rígido tenemos que tener el ESAL de diseño expresados en ejes equivalentes de las toneladas proyectadas al tiempo de periodo determinado; en ayuda del manual de carreteras (última versión – Perú) podemos encontrar los factores de las variables antes mencionadas como las desviaciones, serviciabilidad, etc. Acto seguido, determinamos la resistencia del suelo, del estudio de suelo proporcionado de la investigación y en apoyo de los monogramas en función a los drenajes y la topografía se realiza el diseño estructural del pavimento rígido.

FAREED, Karim, KHALED, Haleem and ALT, Saleh. En su artículo: "Evaluación y mantenimiento del índice de condición del pavimento de carreteras (PCI): Yemen, como caso de estudio." Tuvo como objetivo principal evaluar la condición del pavimento existente correspondiente al corredor vial que conecta la ciudad de Adén con las principales ciudades ubicadas en la región norte, mediante la metodo American Society for Testing and Materials (ASTM) D6433-09. Dentro de su metodología, el autor empleó un estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental. Esto se debe a que el estudio se realizó con la manipulación de variables. La población para esta investigación son todas las vías de la ciudad de Adén y la muestra todo el tramo de Al-Fiush. Tuvo como conclusión que la condición de este tramo es muy buena, con un PCI de 79.4. Teniendo valores que reflejan el buen comportamiento estructural del pavimento ante el flujo vehicular.

A nivel nacional, en el proceso de búsqueda de información se ha encontrado los siguientes

ORTIZ MEDINA, Birshy Alexandra y TOCTO ROMÁN, Edixon Gerónimo (2019), en su tesis “Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes” de la Universidad Cesar Vallejo, en la ciudad de Piura. Tuvieron como principal objetivo diseñar la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en el barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes. La metodología empleada fue de estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental y muestra representada por el barrio Señor de los Milagros. Finalmente los autores concluyeron que para el tramo de estudio, se empleará una losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de un espesor de 0.15 m., una base granular de espesor 0.20m. Estos datos serán relevantes para el presente informe, por la similitud geográfica (cercanía al océano pacífico). Asimismo, los autores han planteado un diseño típico propio de la zona de estudio, y en visualización de los expedientes actuales las alturas y los diseños son propios y coinciden con los realizados en los proyectos de inversión pública.

GARCIA FARÍAS, Javier Domingo (2015), en su tesis “Diseño de pavimento rígido en la habilitación urbana Las Dunas de Lambayeque” – Perú, de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, en la ciudad de Lambayeque. El investigador tuvo como objetivo general realizar el diseño de la pavimentación en la habilitación urbana Las Dunas de Lambayeque. La metodología empleada fue de estudio transversal, tipo descriptivo, de diseño cuasi experimental y muestra representada por la zona de Las Dunas de Lambayeque. El autor concluyó que la vida útil de un pavimento rígido es de 20 años y que debe considerarse mantenimientos periódicos con el fin de que se mantenga en buenas condiciones. Generalmente los diseños de pavimentos rígidos se diseñan a 20 años por la resistencia que tiene el concreto en deteriorarse a lo largo de los años. El aporte de la presente investigación beneficiará la elaboración de nuestra propuesta de solución en el presente estudio.

BAUTISTA VEGA, Joel (2018), en su tesis “Diseño del pavimento bicapa de la carretera entre Palo Blanco y Alto Perú, para mejorar la transitabilidad - Motupe” – Perú, de la Universidad Cesar vallejo, en la ciudad de Chiclayo. Tuvo como objetivo general realizar el diseño del Pavimento Bicapa Entre Palo Blanco y Alto, para lograr una transitabilidad permanente acorde a los requerimientos de uso solicitados, empleando el Manual de Diseño de Carreteras Diseño Geométrico 2014 y el Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito” cuyo diseño de investigación es no experimental, debido a que no tiene el manejo total de variable. De tipo Descriptivo. La población de su estudio fue conformada por siete mil doscientos cuatro kilómetros de carretera, como muestra solamente se tomó el tramo de estudio, entre dos centros poblados. Los resultados concluidos fueron que en un CBR que dio un promedio de 10.34 al 95%, se encontró 3 tipos de suelos arcillas orgánicas de baja a media plasticidad (CL), arenas limosas (SM) y arenas arcillosas (SC). Aquí el autor hace referencia a su resistencia de suelo ya que un C.B.R bordeando los 10.00% es un C.B.R. de porcentaje bajo. Como apreciación para esta investigación es tener en cuenta que no es recomendable realizar trabajos sobre un C.B.R con esa resistencia ya que los espesores del pavimento aumentan.

BRICEÑO ESTRADA, Carla Noelia y TELLO VÁSQUEZ, Pool Ulises, en su tesis “Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método ASSHTO-93, para la Av. Miguel Grau, Tres de Octubre, Nuevo Chimbote” – Perú, de la Universidad Cesar Vallejo, en la ciudad de Trujillo. Los tesisistas tuvieron como objetivo general analizar comparativamente el diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento flexible, rígido y adoquinado aplicando la metodología AASHTO-93 en la Av. Miguel Grau. Tuvieron como metodología descriptiva, de carácter Pre-Experimental, como investigadores ellos realizaron un diseño de investigación de campo; cuya población son las Vías terrestres del Pueblo Joven Tres de Octubre y como muestra es la Av. Miguel Grau. Tuvo como conclusión para el diseño del pavimento flexible y/o de carpeta asfáltica el E.A.L de diseño es de 682,941.94 TN., para el pavimento rígido, propiamente de concreto 777,519.26 TN. y para el pavimento adoquinado, en algunos casos espina de pescado 682,941.94 TN. Como

segunda conclusión para un pavimento rígido tiene una losa de concreto de 15cm. Una base de afirmado de 10 cm. Como apreciación para esta investigación es importante realizar el conteo de vehículos ya que las relaciones del diseño del paquete estructural, está en función de la resistencia de suelo y la carga que pase expresada en ejes equivalentes. Ya que cuantas más toneladas pases proyectadas al periodo de diseño aumenta los espesores de capa del pavimento rígido, de eso es menciono ya que el flujo vehicular de la zona de estudio de esta investigación es mayor que el EAL de la investigación presentada.

BRYAR AHMED. En su tesis “Developing of Pavement Management System (PMS) for EMU Campus Pavement in GIS Environment” – Gazimagusa, de la Eastern Mediterranean University en la ciudad de North Cyprus. Esta investigación tuvo como objetivo principal evaluar el pavimento a fase de encuesta de condición del pavimento por condición del pavimento (PCI) de acuerdo con la norma ASTM D6433. Y tuvo como resultado en su investigación un total de 79 secciones de la red del campus fueron inspeccionadas y evaluadas en junio de 2012, se puede observar que 37 secciones están en excelentes condiciones, 15 secciones están clasificadas como Muy buenas, 21 están clasificadas como Buenas, 4 de las secciones están en buenas condiciones y 2 secciones están clasificadas como deficientes. Además, no se observa ninguna sección en condición Muy deficiente o Fallida, y también el PCI promedio para toda la red de pavimento es 79. Por lo tanto, la salud del pavimento de todo el campus se puede clasificar como Muy buena. Siguiendo con los consecuentes otra fase de diseño auxiliares son los análisis de la condición del pavimento ya que en algunos casos según lo requiera al realizar mantenimientos se realiza esta metodología para determinar la severidad de daño de un pavimento rígido y/o flexible. Para la investigación presentada no ha tenido mucho daño o si lo ha tenido es de carácter superficial ya que el índice de condición es de carácter medio; el análisis de la condición del pavimento es la primera parte para realizar un diseño optimo, pero en el caso de la vía de estudio no existe o carece del gran porcentaje del pavimento por lo tanto se opta de un nuevo diseño.

CARRION Alva, Juan. COBEÑAS VIVAR, alexander, GUERRERO RODRIGUEZ, Irving German y LOYAGA ALVAREZ, Mirko. En su tesis “Factores que generan fisuras en los principales pavimentos rígidos de la urbanización Paseo del Mar, ciudad de Nuevo Chimbote-2018” de la Universidad Cesar Vallejo, en la ciudad de Nuevo Chimbote. Tuvieron como objetivo principal evaluar los factores que generan fisuras en los pavimentos rígidos. Tuvo una metodología de carácter de diseño descriptivo de corte transversal y tuvo como conclusión que las causas sobre las fallas provocadas en Paseo del Mar; se presenta por la fatiga en la estructura del pavimento, asentamiento del bloque, relación longitud / ancho de la losa. Cabe mencionar que el drenaje pluvial es muy importante para cualquier tipo de pavimento, ya que es el que encausa el agua pluvial asimismo le da durabilidad al pavimento y aumento del tiempo de vida. En algunas regiones la ausencia de un drenaje ocasiona erosión a los laterales del pavimento la base se dilata y produce espacios de vacíos dentro de la estructura del pavimento y al continuo pase de cargas lleva a fisurarse internamente hasta que llega a su rotura.

CORDOVA WAJAJAY, Roberto Carlos (2019), en su tesis “Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco - Santiago de Cao, 2019”, de la Universidad Cesar Vallejo, en la ciudad de Santiago de Cao. Tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de la superficie de rodadura en la Carretera Huanchaco. Esta investigación tiene como diseño no experimental ya que no se realiza ningún experimento en laboratorio. De tipo descriptivo. Como población tuvo a todas las carreteras existentes en el departamento de La Libertad y como muestra 18.4 km de la Carretera LI-104 Tramo: Huanchaco – Santiago de Cao LI-103. Y como conclusión del diseño estructural de los componentes de la vía se definió que era capaz de soportar una demanda de I.M.D.A, menor a 401 veh/día y un E.S.A.L. menor a 75 000 EE. Se confirma y es sabido que el comportamiento del mortero asfaltico está cumpliendo, con total eficacia. Se interpreta que existen algunos mantenimientos mediante diseños de mortero asfaltico sobre superficies de rodadura dañadas que se le conoce como recapeo, la actividad ya conocida en la industria de la colocación de una carpeta

asfáltica nueva sobre una carpeta asfáltica existente. Mediante un ligante a base de material pétreo.

CUSIHUALLPA MOLLINEDO, Raúl Basilio (2009), en su tesis “Evaluación superficial de la carretera Cañete - Yauyos - Chupaca con el método del PCI tramo km. 84+000 - km. 89+000” de la Universidad Cesar Vallejo, en la ciudad de Chupaca. Tuvo como objetivo principal desarrollar la evaluación superficial del pavimento, usando el método Índice de Condición de Pavimento PCI. Como población es la carretera de cañete Yauyos y Chupaca y como muestra es el subtramo km 84+000 al km 89+000. Esta investigación tuvo como metodología de carácter descriptiva de tipo de diseño no experimental, ya que todo se base en el análisis documental y se emplea mucho la observación para determinar la severidad de la condición del pavimento y el análisis documental. En el análisis del PCI, dio como resultado que el tramo comprendido del margen derecho pudimos encontrar ausencia de finos en la carpeta de rodadura, ya que esta ha sido colocada en febrero y marzo del 2009. Se encontraron fallas como fisuras y grietas producto de la fatiga del material asfáltico como cemento asfáltico de la zona y la pérdida de finos. De esta investigación, se afirma que las carreteras a base de cemento asfáltico de materiales pétreos sino cuentan con un adecuado drenaje pluvial y/o a los cambios bruscos de temperatura, son susceptibles a formarse deformaciones, estas deformaciones pueden ser de carácter estructural, como fallas de piel de cocodrilo, ahuellamientos, fisuras longitudinales, fisuras transversales, etc. De apoyo positivo a la investigación es que como pavimento flexible los costos de mantenimiento son altos con respecto a un mantenimiento de un pavimento rígido.

CHAMBI CHAMBILLA, Marco Antonio y ISIDRO CHAGUA, Rolando (2017). En su tesis titulada: “Estudio comparativo técnico-económico entre pavimento rígido y pavimento flexible como alternativa de pavimentación de la Avenida Circunvalación del distrito de Yunguyo, provincia de Yunguyo – Puno” de la Universidad Nacional del Altiplano, en la ciudad de Yunguyo. Tuvo como objetivo principal comparar técnica y económicamente los pavimentos flexible y rígido, usando metodologías de diseño AASHTO 93 y Racional. Tuvo como metodología, de tipo correlacional de nivel aplicada. Según su primera conclusión usando las metodologías de diseño

AASHTO 93 y Racional se puede afirmar que en los diseños obtenidos por la metodología racional (mecanísticos-empírico) se tiene espesores menores a las mismas condiciones de tráfico y suelo. Es muy importante recalcar que el buen mantenimiento y diseño de estructuras de drenaje ayudará a cumplir su periodo de diseño. Desde el punto de vista económico como primera instancia prepara un material a base de materiales pétreos resulta más beneficioso ya que el pavimento flexible es una alternativa económica, frente a un pavimento rígido. Pero su punto de quiebre es el beneficio del otro, ya que el mantenimiento de un pavimento flexible representa un costo mayor que el de un pavimento rígido. Del estudio de pluviómetros de la zona para un índice de precipitación alto, de forma nativa el concreto tiene mayor resistencia por encima que un pavimento flexible.

CHAPOÑAN CUEVA, José Miguel y QUISPE CIRILO, Joel. (2017). En su tesis: "Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria - Nuevo Chimbote". Tuvo como objetivo principal analizar el comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico en el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibra de polipropileno. La cual ha empleado una metodología de diseño experimental. Ya que es debido que el estudio se realizara con la manipulación de variables, es decir se obtendrá información de la actividad intensional como en laboratorio. La población para esta investigación es todas las vías de nuevo Chimbote y la muestra es la Av. Villa María - Nuevo Chimbote. Tuvo como conclusión que la resistencia promedio y la resistencia característica a la compresión, obtenidas en los 7 y 28 días en todos los porcentajes (0%,75%,100%,115%,125% de lo recomendado por el fabricante), presentan una desviación estándar promedio, 3.2 kg/cm². Teniendo como valores al más bajo de 1.01% y el mayor de 3.75%. Para lo cual se ha considerado un límite BUENO de control de testigos. Considerándose los datos confiables/aceptables. El concreto hidráulico es una nueva metodología que tiene poca acogida en la región del común denominador de la zona aledaña, pero es una gran alternativa como sistema de drenaje pluvial, al ser probado para un pavimento rígido, la resistencia obtenida en

su investigación aumenta la probabilidad de presentar un diseño óptimo, a base de pruebas de resistencia en forma nativa y pilotos.

MACÍAS VELIZ Byron Omar, MENDOZA CHINGA Marian Auxiliadora, MERA ESMERALDAS Evelyn Denisse, MONGE VILLAFUERTE Jean Pierre, MONTES MONTES Emily Monserrate y MOREIRA MEDRANDA Cristhian Andreé (2019). En su artículo científico publicado con título: “Análisis del concreto sin cemento” cuyo objetivo principal fue fundamentar la elaboración de concreto con escoria de acero, sin utilizar cemento. El proyecto se sustentó metodológicamente en el tipo de investigación descriptiva-analítica y aplicó los métodos descriptivos y deductivos. Se tuvo como resultados La más evidente conclusión es que la resistencia a la compresión ($f'c$) aumenta conforme la relación Agua/Cemento (w/c) va disminuyendo, sin importar el slump ni la tecnología de despacho de concreto usada. Asimismo, las mezclas de concreto elaboradas con relaciones agua/cemento altas, nos dan resultados de resistencia muy aproximados entre sí, sin importar, como se dijo antes, la tecnología, ni el slump. De esta investigación antes mencionada se afirma que podemos tener un material resistente como el concreto sin el material aglomerante. Desde el punto de vista científico las aplicaciones son infinitas y desde el punto de vista de ingeniería civil para una siguiente investigación podría ser el caso de probar la mezcla con aditivos plastificantes, pues la relación de agua cemento tienen intervalos, altos y mínimos y al menos para que se considere concreto, debe de cumplir con los parámetros requeridos. (humedad – densidad – resistencia a compresión)

Solís, R. G.; Moreno, E. I.; Arjona, E. (2012), en su artículo científico titulado: “Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c” de la Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Cuyo objetivo principal fue responder a la pregunta sobre cuál sería la máxima resistencia de diseño que se podría utilizar para concretos fabricados con un tipo específico de agregados obtenidos a partir de la trituración de roca caliza de alta absorción. En este artículo se llegó a la conclusión que, utilizando los agregados calizos bajo estudio, la máxima $f'c$ que se

podría utilizar para el diseño de estructuras de concreto, sin considerar adiciones puzolánicas, es aproximadamente de 500 kg/cm². De la investigación antes mencionada y de su estudio revisado, de concretos de alta resistencia son utilizados para estructuras de gran envergadura, ejemplo los pilares de un puente o los muros de contención de un río, plataformas donde estarán motores de turbinas de perforación, las propiedades de la roca calcita por medio de análisis químico podríamos determinar la agresividad o no agresividad que tiene como concreto al ser expuesto sobre un terreno in situ salitroso.

BEYODA, Carlos y DZUL, Luis. (2015), en su artículo científico titulado: “El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana” de la Revista Ingeniería de Construcción RIC, cuyo objetivo principal fue confeccionar de un concreto usando agregados reciclados obtenidos de la valorización de escombros de concreto y mampostería. Como conclusión del trabajo del artículo científico se confirma que los agregados obtenidos del reciclaje de escombros, aunque presentan algunas diferentes características, pueden ser susceptibles de emplearse como materias primas, Sin embargo, es factible confeccionar concretos de uso estructural si se observa que la mezcla con sustituciones del 25 % se mantiene prácticamente igual en su desempeño –resistencia, porosidad y costos. De forma internacional se identifican trabajos que sustituyen solo el agregado grueso o el fino por reciclados, como también otros que sustituyen ambos agregados, concluyendo en general que la densidad de éstos disminuye entre un 5.00 % y 10.00 % y que la absorción aumenta dramáticamente. Para nuestra región y aplicación de estudio, existe literatura de las universidades como dice BEDOYA que han reemplazo el agregado fino o grueso por agregado reciclado, mas literaturas existen del fino, como por ejemplo, papel reciclado en gránulos, vidrio de botella y plástico en diferentes tipos de tamaño y los resultados han sido favorables, aun está en base de desarrollo ya que de forma piloto o para un estacionamiento o parque se puede realizar pero la evaluación macroeconómica de esta relación debe ser evaluada de forma exponencial para la producción en masa o de cantidades industriales de cualquier forma de agregado reciclado.

FATTOUM Kharchi, MAURICE Arnaud y MICHEL Lorrain. (2003), en su artículo científico titulado: "DISERTACIÓN SOBRE EL FUTURO DEL CONCRETO ARMADO" de la revista Scielo. Como objetivo general es considerar sobre las bases amplias, interceptando calidad y cantidad de los dos materiales obtener una respuesta satisfactoria para que acero usar de acuerdo al tipo de concreto. Como conclusión de artículo científico tenemos que de las dos curvas consideradas tanto para vigas y losas, en la primera concierne la armonía del esfuerzo y del concreto y la otra concierne en la búsqueda del valor más adecuado para la relación calidad / cantidad. Podemos inferir en esta investigación que según la norma ACI: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, la norma ACI indica que las cuantías máxima y mínima de una columna debe estar entre 8.00% y 1.00. Del análisis de un elemento estructural no debe contener menos del 1.00% de cuantía de acero ni más del 8.00% desde el análisis de cargas y dimensionamiento pre-dimensionamiento de una columna y/o elemento estructural. Para eso existe una cuantía balanceada es una relación geométrica de acero respecto al concreto por colocar.

A nivel local, en el proceso de búsqueda de información se ha encontrado los siguientes:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TALARA (2020), Estudio Geotécnico y de Mecánica de Suelos para el proyecto: “Mejoramiento del servicios de transitabilidad vehicular y peatonal de los parques 70 – 71 – 72, distrito de Pariñas provincia de Talara, Piura” - Perú. Tuvo como objetivo general determinar las características del suelo en el tramo de los parques 70, 71 y 72. La metodología empleada fue de estudio transeccional, tipo aplicativo, y una muestra representada por los tramos de vía del parque 70,71 y 72. El autor concluyó que en dicha zona a una profundidad de 1.50m. se puede hallar un tipo de suelo Arenas limosas (SM).

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TALARA (2020), Estudio Geotécnico y de Mecánica de Suelos para el proyecto: “Reparación de pavimento en las calles de la urbanización Sacobsa, distrito Pariñas, provincia de Talara y departamento de Piura” - Perú. Tuvo como objetivo general determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, estratos que conforman el subsuelo en estudio y capacidad portante del terreno natural. La metodología empleada fue de estudio transeccional, tipo aplicativo, y una muestra representada por los tramos en la calle de la urbanización Sacobsa. El autor concluyó que en dicha zona se observaron estratos que representan arenas arcillosas, gravas limosas de arcillosas, hormigón y gravas arcillosas de regular resistencia que aumenta con la profundidad a la deformación al esfuerzo cortante.

Para el presente trabajo de investigación, considero la incorporación de las siguientes teorías y/o conceptos que beneficiarán a comprender teorías que se emplearán en la presente investigación. Partimos desde la premisa que los pavimentos rígidos, la literatura estudiada e investigada estipula que están conformadas por losas de concreto y una base o sub base granular como lo requiera el estudio, se utiliza en su mayoría para las zonas donde existen precipitaciones de moderada intensidad como la zona de estudio de este proyecto. Se parte de la premisa del estudio de suelos, ya que para diseñar un pavimento está en función de la carga soportada de los ejes equivalentes considerados y de la resistencia del

suelo expresado en porcentaje para la determinación de los espesores por AASHTO 93. Del manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos como ensayos primarios tenemos los siguientes:

Afirmando del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 36). La Granulometría por tamizado, es el ensayo donde separa el material por mallas de diámetros diferentes, a partir de esto se puede estimar, el agregado fino y agregado grueso y las demás propiedades que puedan tener.

Para el manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 45). Una de las características más importantes es la humedad natural, mediante este ensayo se realiza para determinar en porcentaje, esta misma humedad es comparada con la humedad óptima del proctor modificado o estándar para determinar una coherencia de resultados.

Del Manual de Carreteras: Suelos y Pavimentos (2014, p. 42), hace mención los límites del ensayo por Atterberg los cuales establecen el comportamiento de un suelo mediante su contenido de humedad (agua), definiendo los límites correspondientes en 03 estados: líquido plástico y sólido. Los límites más usados son el límite plástico y el límite líquido para los ensayos de mecánica de suelos.

Asimismo, el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 157), nos habla del ensayo de California Bearing Ratio (CBR), es un ensayo donde se identifica la resistencia del suelo en porcentaje, se toma para las muestras de diseño la máxima densidad seca a compresión de 0.1" al 95%. El valor en porcentaje se reemplaza directamente a la fórmula del AASHTO 93, según su clasificación en porcentajes se clasifican en CBR baja, media, alta y muy alta. En una consideración especial es que CBR % menores al 6.00% el manual de carreteras nos recomienda estabilizar el suelo a criterio del proyectista.

En el presente proyecto de investigación, para llegar a los objetivos propuestos es importante la realización del estudio de tráfico o la determinación del ESAL-Diseñado. De donde las cargas de transitabilidad de acuerdo al Manual AASHTO 93, deben ser calculadas mediante una serie de fórmulas las cuales se expondrán

a continuación con la finalidad de hallar el ESAL (proyectado), dato de vital importancia para el cálculo de espesores del pavimento rígido.

La determinación del Índice Diario Anual (I.M.D.A) consiste en calcular el volumen vehicular clasificado de manera anual, para cual se empleará la siguiente formula

$$IMD_{ANUAL} = IMD_{SEMANAL} * FC_{MES}$$
$$IMD_{SEMANAL} = \frac{\Sigma V_{LABORAL} + V_{NO LABORAL}}{7}$$

Donde:

$IMD_{SEMANAL}$: Volumen promedio en la semana.

$V_{LABORAL}$: Volumen clasificado días laborales (lunes a viernes)

$V_{NO LABORAL}$: Volumen clasificado días no laborales (sábado y domingo).

FC_{MES} : Factor de corrección correspondiente al mes de trabajo.

La determinación de cargas en un eje equivalente, mediante el método AASHTOO93, se realiza en concordancia a las cargas otorgadas en el Reglamento Nacional de Vehículos, los cuales deberán ser consideradas en Kips.

Dentro de la determinación de pérdida de serviciabilidad en AASHTO93, tenemos que generalmente para pavimentos rígidos existe una pérdida de serviciabilidad inicial de 4.2 y para el índice de serviciabilidad final, de 2. Además, deberá ser determinada por la siguiente formula:

$$G_1 = Log * \frac{4.2 * P_t}{4.2 * 1.5}$$

Donde: P_t = Serviciabilidad Final

La determinación de la ecuación de diseño, mediante el método AASHTO93 estará expresada mediante la siguiente formula:

$$LogW = Log_p + \frac{G}{\beta}$$

Donde:

$$\text{Log}_p = 5.85 + 7.35 * \log(D + 1) - 4.62 * \log(L_1 + L_2) + 3.28 * \log L_2$$

$$\beta = 1.00 + \frac{3.63(L_1 + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} * L_2^{3.52}}$$

Siendo:

D: Espesor de losa.

L_1 = Carga por ejes.

L_2 = Código de ejes.

El factor de crecimiento representa el crecimiento promedio anual de los vehículos, según la AASHTO, se calculará para el flujo vehicular en toda la etapa de diseño, empleando la siguiente formula:

$$GF = \frac{(1 + TC)^{n-1}}{TC}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento.

N = Tiempo de diseño.

Para la determinación del ESAL, se empleará la fórmula encontrada en el manual AASHTO93, el cual considera un procedimiento reducido porque usa un factor de camión promedio en vez de factores de camión para cada tipo.

$$ESAL = ADT.TKS.GF.DD.LD.TF.365$$

Donde:

ADT = Flujo vehicular diario inicial promedio.

TKS = Porcentaje de camiones pesados.

GF = Factor de crecimiento.

DD = Factor de distribución direccional

LD = Factor de distribución por trocha

TF = Factor de camiones.

Con respecto a la metodología de diseño AASHTO93, determinará las propiedades físico-mecánicas de la subrasante mediante el valor del CBR, el cual será de gran aporte para el cálculo de espesores del pavimento rígido. Este valor resultará del procesamiento de muestras en un laboratorio de suelos según el procedimiento encontrado en las normas AASHTO T99 Y AASHTO T180

Con respecto a la metodología de diseño AASHTO93, para el cálculo de espesores de pavimentos rígidos se dice lo siguiente:

“El método AASHTO 93 calcula que, para una creación reciente, el pavimento empieza con un servicio de nivel elevado. A medida que avanza el tiempo, y con él las diferentes cargas del flujo vehicular, el grado de servicio disminuye. El método propone un nivel de servicio final que se estima cuidar al finalizar la temporada de diseño.”(2014, p.224).

“Por medio de un desarrollo repetitivo, se toman espesores de losa de concreto hasta que la formula AASHTO93 llegue a la igualdad. El espesor de concreto estimado finalmente debe tolerar el traslado de una cantidad determinada de cargas sin que se genere un desgaste del nivel de servicio menor al esperado.” (2014, p.224).

La Confiabilidad o nivel de confianza es la probabilidad de que el sistema estructural que incorpora el pavimento ejecute su fin previsto dentro de su vida útil. Se asignará en porcentaje con un criterio en base a la siguiente tabla.

Tabla 1. Niveles de Confiabilidad Recomendadas por AASHTO-93

| Tipo de cambio | Confiabilidad Recomendada |
|----------------|---------------------------|
|----------------|---------------------------|

| | Zona | |
|----------------------------|---------|------------|
| | urbana | Zona Rural |
| Rutas Interdepartamentales | 85-99.9 | 80-99.9 |
| Arterias Principales | 80-99 | 75-99 |
| Colectoras | 89-95 | 75-95 |
| Locales | 50-80 | 50-80 |

Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

Los resultados del diseño para el nivel de confianza optados tendrán que ser enmendados empleando un factor de corrección, que figura la desviación estándar (S_0) y estima los valores dispersos que crean la curva real de comportamiento del pavimento. Se sugiere para pavimentos rígidos, los valores de desviación estándar deben encontrarse entre los límites:

$$0,30 \leq S_0 \leq 0,40$$

El valor del factor de desviación normal es producto de la desviación estándar, los cuales se tomarán de la siguiente tabla:

Tabla 2. *Desviación Normal de la Confiabilidad*

| Confiabilidad | Z_r |
|---------------|--------|
| 50 | 0 |
| 80 | -0.841 |
| 85 | -1.037 |
| 90 | -1.282 |
| 95 | -1.645 |
| 99 | -2.327 |

Fuente: Guía para el Diseño y la Construcción de Pavimentos Rígidos.

Ing. Aurelio Salazar Rodríguez, 1998.

La serviciabilidad de un pavimento se conceptualiza como la cabida de beneficiar al tipo de flujo vehicular para el cual ha sido elaborado. Tiene una cabida de

calificación de 1 a 5. Los valores del Índice de Serviciabilidad sugeridos por la metodología son los siguientes:

Serviciabilidad Inicial $p_0 = 4,5$ (Pavimentos rígidos)

Serviciabilidad Final $p_t = 2,5$ (Para caminos muy importantes)

$p_t = 2,0$ Para caminos de menor tránsito

El módulo elástico del pavimento simboliza la rigidez y la cabida de repartir cargas que tienen la capa de rodadura del pavimento. Es un valor que representará la conexión entre la tensión y la deformación. Se determinará por la siguiente formula:

$$E_c = 15000 (f'c)^{0.5}$$

El método para hallar el espesor de losa de pavimento rígido corresponde a las cualidades de diseño y que se puede cuantificar mediante la fórmula encontrada en el manual AASHTO93. Obedece a la formula general como es la que vemos a continuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \times \log_{10} \left[\frac{(S'_e)(C_d)(D^{0.75} - 1.132)}{215.63(J) \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}} \right)} \right]$$

Donde:

W_{18} = Tránsito considerado para el periodo de vida útil en ejes equivalentes de 18 kips (80 kN) "ESALs".

18 kips (80 kN) "ESALs".

Z_R = Factor de desviación Normal para el nivel de confiabilidad R .

Z_0 = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa en pulgadas.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

P_t = Serviciabilidad final.

$Z'C$ = Módulo de rotura del hormigón en (psi).

J = Coeficiente de transferencia de cargas.

P_d = Coeficiente de drenaje.

E_c = Módulo de elasticidad del hormigón en (psi).

K = Módulo efectivo de reacción de la subrasante (psi/pulg).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

“El tipo de investigación de investigación es aplicada pues busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática, pues está más interesada en la aplicación inmediata sobre una problemática antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal” (BORJA, 2012, p. 10).

Esta investigación es de tipo Descriptivo - Explicativo, ya que se plantea resolver un problema mediante un Diseño de Estructural de Pavimento Rígido por la metodología de AASHTO 93 para la zona de estudio.

Enfoque de Investigación

“Un enfoque cuantitativo es aquel que usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la mediación numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento” (Hernández, 2003, p. 06).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se pudo medir las variables en términos numéricos y valores, en consecuencia, se podrá comprobar los resultados mediante términos numéricos y secuenciales. De tipo descriptivo – explicativa.

Diseño de Investigación

“Diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad” (Sampieri, 2014, p. 141).

Esta investigación presenta un No experimental - transversal, debido a que no existe manipulación de la variable, y transversal, porque se realizó en un tiempo único.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente

Nuestra variable independiente es el diseño estructural de un Pavimento Rígido. Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. (MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia, y pavimentos, 2014, p.261). dentro de las dimensiones representan el estudio de mecánica de suelos, el estudio de tráfico y el diseño del paquete estructural. Como dimensiones tenemos los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, humedad natural, densidad, proctor y California Bearing Ratio, para el estudio de mecánica de suelos. Como indicadores tenemos el índice medio diario y el conteo vehicular para el estudio de tráfico y como indicador de los espesores del paquete estructural tenemos los monogramas de la metodología de diseño por AASTHO 93.

Variable dependiente

No tiene variable dependiente

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

- Criterios de inclusión:

Para la presente investigación, la población de estudio considerada fueron todas las vías del distrito de Pariñas, provincia de Talara, departamento de Piura,

- Criterios de Exclusión:

No se tomarán los tramos que no estén comprendidos entre las progresivas de los tramos de estudio.

Muestra

Nuestra muestra va desde la progresiva [0+000 – 0+493], perteneciente a la Avenida Grau.

Muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico, por conveniencia. Siendo esta última elegida debido a la facilidad de acceso a la información.

Unidad de Análisis

El tramo de estudio implicado en la población tiene la misma característica seleccionada en la población de conformación de muestra.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se empleó en la presente investigación fue el análisis documental, un ámbito importante fue la obtención veraz de la información, pues de esto depende la confiabilidad y validez de este proyecto; como también; la observación para poder identificar los déficits encontrados en el tramo que se investigó.

Para el primer objetivo, que fue hallar las cargas de Transitabilidad, la técnica de recolección de datos fue el análisis documental y la observación. Se utilizó como instrumento de medición Fichas de Recolección de Datos como las de IMD que son elaboradas por el Ministerios de Transportes y Telecomunicaciones la cual es la ficha del conteo vehicular. Donde se clasifica a los vehículos por tipo de vehículos a cantidad de ejes y tonelaje.

Para el segundo objetivo, que fue determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, su técnica de recolección de datos fue el análisis documental. Se utilizó como instrumento de medición Fichas de Recolección de Datos y modelos técnicos de acuerdo a ensayos de laboratorio, para este primer objetivo la recolección de datos se realizan con fichas técnicas del laboratorio del estudio de suelo determinado donde nos regimos a los siguientes ensayos Tamizado (MTC E 107-ASTM D422) Humedad Natural (MTC E 108-ASTM D2216) Límites de Atterberg L. Liquido (MTC E 110) L. Plástico (MTC E 111) Clasificación SUCS (ASTM D2487)

AASHTO (ASTM D 3282) (MTC E 115-ASTMD1557) California Bearing Ratio-CBR (MTC E 132-ASTM D1883).

Para el tercer objetivo, que fue determinar los espesores del paquete estructural, la técnica de recolección de datos fue el análisis documental. Se utilizó como instrumento de medición Fichas de Recolección de Datos dentro de los parámetros de AASHTO 93.

Para el cuarto objetivo, que fue determinar el presupuesto estimado del pavimento rígido en la avenida Grau, la técnica de recolección de datos fue el análisis documental debido a que se evaluó otros presupuestos de obras similares a nuestra propuesta. Se utilizó como instrumento de medición Fichas de Recolección de Datos

3.5 Procedimientos

Para esta investigación, el procedimiento realizado para el primer objetivo, en el caso de las fichas correspondientes al Volumen del tráfico para hallar el IMDA, se obtuvieron mediante un conteo vehicular, el cual tiene como finalidad cuantificar el volumen vehicular y clasificar según tipo de vehículos. Mediante conteos de 24 horas por 7 días según normas del MTC. Luego de realizar el conteo de las 24 horas se determina el factor de correlación de vehículos para los vehículos pesados y para los vehículos livianos, y de esa manera se determina el índice medio semanal y el anual. Luego se define el tipo y el periodo de diseño, para proceder a la determinación del ESALD mediante las formulas del manual de las EG-2013 Especificaciones Técnicas donde desarrolla una formula determinada por la cantidad de eje equivalente que está en función de eje simple de ruedas simples dobles, etc. Tanto para los ejes delanteros y los ejes traseros. Luego se determina la tasa de crecimiento y proyección. Así mediante las formulas indicadas es importante tomar el PBI más actualizado que se tenga en la fecha. Para determinar la carga calculada (T_n -Proyectado). Luego ya se reemplaza los valores en función de los factores de dirección, los factores carriles, los factores de presión de los neumáticos. Para por fin determinar la cantidad de ejes equivalentes proyectado expresado en toneladas, y será el dato referencial clasificado según las tablas del manual de suelos, geología, geotécnica y pavimentos, 2014.

Para esta investigación, como parte del procedimiento realizado para segundo objetivo, fue elaborar un estudio de Mecánica de Suelos. Las fichas correspondientes al análisis granulométrico por tamizado, tuvo como objetivo hallar la relación de los elementos que incluyen dichos suelos calificándolos en relación a su tamaño. Cabe resaltar que el presente ensayo y los demás que se realizaron corresponden al suelo sin ninguna clase de estabilización. Las fichas del ensayo de Humedad natural, nos determinó la humedad propia de cada tipo diferente de suelo, debido a que la resistencia de suelos de Sub-Rasante, sobre todo de los finos, está unida con las características de humedad y densidad que estos suelos contienen. En las fichas del ensayo de los llamados Límites de Atterberg como son el límite líquido y el límite plástico, se pudo hallar respectivamente cómo altera la humedad que hay en un suelo a las cualidades de este en tres diferentes estados de consistencia: Líquido, plástico o sólido. Las fichas del ensayo de Proctor Modificado se generaron gracias a procedimientos de compactación, la relación efectiva entre el contenido de humedad y peso unitario seco del terreno natural en estudio, que consistió en retirar estratos del suelo e ingresarlo por tamices de diferentes tamaños luego de que las muestras se situaran en un molde y con una herramienta denominada pisón se dará de 25 o 56 golpes por cada capa el cual comprimirá los estratos, finalmente se pesó la muestra no considerando el peso del molde y así se obtendrá los resultados que nos arroje nuestra muestra del terreno natural. Las fichas del estudio del California Bearing Ratio (CBR) determinaron el valor de soporte o resistencia del suelo, que estará en relación a la Máxima Densidad Seca y a una penetración de carga. Este ensayo de laboratorio midió la carga correspondiente para exponerla a un pisón de dimensiones establecidas a una velocidad estipulada según el modo (A, B, C y D) de ejecución del ensayo, en un estrato de suelo compactado, después de haberla sumergido en agua durante un tiempo que oscila de 3 horas a cuatro días a la saturación más desfavorable y luego de haber medido su hinchamiento se obtuvo la capacidad de resistencia del suelo In Situ.

Para esta investigación, como parte del procedimiento realizado para el tercer objetivo, en el caso del cálculo del diseño de capas estructurales, se realizó mediante las matrices y las hojas del AASTHO 93 para pavimento rígido. Primero se determinó el tránsito considerado para el periodo de vida útil en ejes equivalentes de 18 kips (80 kn) "ESALS". Luego se determinó el factor de desviación normal para el nivel de confiabilidad r . asimismo el desvío estándar de todas las variables. para poder determinar mediante el monograma el espesor de la losa en pulgadas. La formula general está en función de la pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño. se consideró el módulo de rotura del hormigón en (psi), al igual que el coeficiente de transferencia de cargas. Se le acompaña también un coeficiente de drenaje. de acuerdo al módulo de elasticidad del hormigón en expresado en psi.

Para esta investigación, como parte del procedimiento realizado para el cuarto objetivo, para el caso del costo estimado del pavimento rígido, fue evaluar presupuestos ya existentes de obras referentes a pavimentos rígidos. Luego se procesó la información en conjunto al metrado del tramo de estudio. Obteniendo un presupuesto estimado de inversión.

3.6 Método de Análisis de Datos

Para la presente investigación, los procedimientos se realizaron en concordancia con El Manual de "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, 2014" admitido por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles que se encuentra en los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión e Infraestructura Vial aprobado por el D.S. N° 034-2008-MTC. Este Manual toma como guía la normatividad de las instituciones técnicas destacadas internacionalmente tales como American Association of State Highway (AASHTO), American Society of Testing Materials (ASTM), Normas Técnicas Peruanas (NTP) entre otras. La metodología para los ensayos será evaluada en una matriz del programa Microsoft Excel 2016, con las normativas mencionadas en El Manual de "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, 2014".

Para el primer objetivo de esta investigación, la determinación de cargas de transitabilidad, el método de análisis de datos se realizó por el programa Microsoft Excel, donde se emplearon las matrices y las fórmulas para determinar el ESAL de Diseño de los ejes equivalentes proyectados. Asimismo, para los resultados de los datos, se cotejaron en tablas de resumen y/o gráficos de barras o de pasteles tales como corresponda. Debidamente interpretados y analizados para un mejor entendimiento.

Para el segundo objetivo de esta investigación, el procesamiento de la base de datos para el estudio de mecánica de suelos, fue empleando fichas de laboratorio para los diferentes ensayos mencionados en esta investigación, el procesamiento que se dará es en Microsoft Excel, de forma en orden para poder visualizar y medir mejor el contexto los estudios de los ensayos realizados en la mecánica suelos como tablas de resumen, diagramas de pasteles y diagramas varios según corresponda.

Para el tercer objetivo de esta investigación, El método de análisis de datos, fue empleando monogramas impresos de la metodología AASTHO 93. Estos monogramas son los que nos ayudaran a llegar a nuestro objetivo general que es el diseño estructural de pavimento rígido. Seguido de la serie de tablas que se encuentran en el manual de suelos geología geotécnica y pavimentos, estas últimas también nos ayudaran a tener los datos más precisos y exactos para esta investigación. Finalmente, esta investigación acoge las normas de International Organization for Standardization (ISO) 690 II y también se rige con La guía de productos de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, dando acreditación y reconociendo las fuentes y autores que se han utilizado para este informe de investigación.

Para el cuarto objetivo de esta investigación, la determinación costo estimado del pavimento rígido, el método de análisis de datos se realizó por el programa Microsoft Excel, donde se emplearon fórmulas en función a los costos y metrados.

3.7 Aspectos Éticos

Para la realización del trabajo de investigación, se consideró como valor principal, el respeto a los principios de originalidad, respetando las fuentes y los autores. Es por ello, que para asegurar la veracidad de las fuentes mediante la citación de autores de acuerdo a lo estipulado por las normas ISO. Ya que este informe está basado en teorías e investigaciones ya publicadas, las cuales fueron debidamente analizadas e incluidas para el beneficio de la presente investigación y así poder llegar a nuestra propuesta de solución.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinación de las cargas de Transitabilidad

Para la presente investigación se realizó un conteo vehicular con el fin de determinar el flujo vehicular de 24 horas por 7 días. Utilizando una matriz ya establecida por el MTC. Se obtuvieron los siguientes valores:

TABLA 3

CONTEO VEHICULAR DÍA LUNES

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 2 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 4 | 1 | 14 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | 7 | 0 | 21 | 0 | 51 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 07-08 | 12 | 1 | 46 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 08-09 | 35 | 4 | 60 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 09-10 | 31 | 2 | 31 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 10-11 | 28 | 7 | 25 | 0 | 50 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 11-12 | 35 | 6 | 28 | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 12-13 | 25 | 6 | 35 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 13-14 | 28 | 7 | 32 | 0 | 78 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 14-15 | 10 | 4 | 28 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 |
| 15-16 | 38 | 4 | 35 | 0 | 71 | 1 | 0 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 |
| 16-17 | 42 | 8 | 42 | 0 | 68 | 0 | 1 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 |
| 17-18 | 39 | 4 | 55 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 13 | 4 | 0 | 0 |
| 18-19 | 47 | 8 | 62 | 0 | 74 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| 19-20 | 42 | 7 | 51 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 |
| 20-21 | 35 | 4 | 38 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 21-22 | 20 | 1 | 32 | 0 | 29 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | 12 | 3 | 19 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | 7 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 507 | 80 | 662 | 0 | 939 | 7 | 2 | 0 | 85 | 34 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021.

TABLA 4

CONTEO VEHICULAR DÍA MARTES

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 1 | 0 | 8 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | 3 | 3 | 14 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | 15 | 2 | 34 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 08-09 | 26 | 4 | 30 | 0 | 55 | 1 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 09-10 | 31 | 2 | 31 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 10-11 | 28 | 7 | 25 | 0 | 50 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 11-12 | 35 | 6 | 28 | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 12-13 | 25 | 6 | 35 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 13-14 | 28 | 7 | 32 | 0 | 78 | 2 | 0 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 14-15 | 32 | 7 | 30 | 0 | 81 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 |
| 15-16 | 38 | 9 | 35 | 0 | 72 | 1 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| 16-17 | 42 | 4 | 42 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 | 0 |
| 17-18 | 39 | 3 | 55 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 9 | 5 | 0 | 0 |
| 18-19 | 47 | 3 | 62 | 0 | 74 | 2 | 0 | 0 | 6 | 4 | 0 | 0 |
| 19-20 | 42 | 2 | 51 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 20-21 | 35 | 1 | 38 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 21-22 | 20 | 2 | 32 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | 12 | 1 | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | 9 | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 515 | 71 | 613 | 0 | 849 | 8 | 0 | 0 | 66 | 36 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021.

TABLA 5

CONTEO VEHICULAR DÍA MIÉRCOLES

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 1 | 0 | 8 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 06-07 | 3 | 3 | 14 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| 07-08 | 15 | 2 | 34 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 08-09 | 4 | 1 | 28 | 0 | 14 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 09-10 | 31 | 2 | 31 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 10-11 | 28 | 7 | 25 | 0 | 50 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 11-12 | 35 | 6 | 28 | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 12-13 | 25 | 6 | 35 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 13-14 | 28 | 7 | 32 | 0 | 78 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 14-15 | 28 | 6 | 32 | 0 | 80 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 15-16 | 38 | 9 | 35 | 0 | 71 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 16-17 | 42 | 4 | 42 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 17-18 | 39 | 3 | 55 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| 18-19 | 47 | 3 | 62 | 0 | 74 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 19-20 | 42 | 2 | 51 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | 35 | 1 | 38 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | 20 | 2 | 32 | 0 | 29 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | 12 | 1 | 19 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | 9 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 490 | 67 | 615 | 0 | 865 | 7 | 3 | 0 | 39 | 28 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021

TABLA 6

CONTEO VEHICULAR DÍA JUEVES

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 4 | 0 | 14 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 06-07 | 0 | 0 | 21 | 0 | 51 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| 07-08 | 12 | 1 | 46 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 08-09 | 35 | 4 | 60 | 0 | 68 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| 09-10 | 31 | 2 | 31 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10-11 | 28 | 7 | 25 | 0 | 50 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11-12 | 35 | 6 | 28 | 0 | 62 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 12-13 | 25 | 6 | 35 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 13-14 | 28 | 7 | 32 | 0 | 78 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 14-15 | 10 | 4 | 28 | 0 | 16 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 15-16 | 38 | 9 | 35 | 0 | 71 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 16-17 | 42 | 4 | 42 | 0 | 68 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 17-18 | 39 | 3 | 55 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 |
| 18-19 | 47 | 3 | 62 | 0 | 74 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| 19-20 | 42 | 2 | 51 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 20-21 | 35 | 1 | 38 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 21-22 | 20 | 2 | 32 | 0 | 29 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | 12 | 1 | 19 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | 7 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 506 | 67 | 665 | 0 | 928 | 7 | 7 | 0 | 32 | 25 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021.

TABLA 7

CONTEO VEHICULAR DÍA VIERNES

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 2 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 17 | 1 | 30 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | 25 | 0 | 40 | 0 | 34 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 07-08 | 32 | 1 | 46 | 0 | 48 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 | 0 |
| 08-09 | 33 | 5 | 60 | 0 | 65 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 09-10 | 34 | 3 | 62 | 0 | 53 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 |
| 10-11 | 31 | 7 | 63 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 11-12 | 35 | 4 | 62 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12-13 | 32 | 6 | 61 | 0 | 70 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 13-14 | 33 | 2 | 67 | 0 | 65 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| 14-15 | 31 | 4 | 58 | 0 | 64 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 15-16 | 38 | 3 | 62 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 16-17 | 42 | 7 | 59 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 17-18 | 39 | 4 | 60 | 0 | 67 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 |
| 18-19 | 45 | 7 | 62 | 0 | 72 | 2 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 |
| 19-20 | 42 | 6 | 61 | 0 | 64 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0 |
| 20-21 | 35 | 4 | 40 | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 21-22 | 32 | 3 | 31 | 0 | 63 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 22-23 | 17 | 1 | 15 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 23-24 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 601 | 69 | 959 | 0 | 1027 | 6 | 3 | 0 | 46 | 49 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021.

TABLA 8

CONTEO VEHICULAR - DÍA SÁBADO

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 13 | 2 | 20 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | 15 | 0 | 32 | 0 | 51 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 0 |
| 07-08 | 12 | 1 | 44 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 0 |
| 08-09 | 32 | 4 | 58 | 0 | 68 | 1 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 |
| 09-10 | 35 | 5 | 55 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 |
| 10-11 | 29 | 7 | 54 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 |
| 11-12 | 33 | 8 | 52 | 0 | 62 | 0 | 0 | 1 | 6 | 4 | 0 |
| 12-13 | 32 | 6 | 41 | 0 | 69 | 2 | 0 | 0 | 5 | 6 | 0 |
| 13-14 | 20 | 7 | 32 | 0 | 78 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 0 |
| 14-15 | 10 | 1 | 28 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 |
| 15-16 | 12 | 3 | 25 | 0 | 71 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 |
| 16-17 | 15 | 4 | 21 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 0 |
| 17-18 | 17 | 2 | 23 | 0 | 69 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 0 |
| 18-19 | 18 | 2 | 22 | 0 | 67 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 19-20 | 16 | 3 | 24 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| 20-21 | 17 | 4 | 18 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 21-22 | 20 | 3 | 14 | 0 | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | 21 | 4 | 12 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | 17 | 5 | 7 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 389 | 73 | 582 | 0 | 987 | 4 | 2 | 3 | 74 | 65 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021

TABLA 9

CONTEO VEHICULAR - DÍA DOMINGO

| | | DÍA: DOMINGO | | | | | FECHA: 08-OCT-2017 | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | |
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E |
| DIAGRA. VEH. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | 1 | 0 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | 8 | 2 | 13 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | 20 | 0 | 11 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 8 | 9 | 0 |
| 07-08 | 10 | 1 | 14 | 0 | 41 | 0 | 0 | 0 | 9 | 7 | 0 |
| 08-09 | 22 | 4 | 21 | 0 | 42 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 | 0 |
| 09-10 | 21 | 2 | 15 | 0 | 47 | 0 | 1 | 0 | 8 | 9 | 0 |
| 10-11 | 29 | 7 | 17 | 0 | 46 | 1 | 1 | 0 | 5 | 7 | 0 |
| 11-12 | 26 | 5 | 23 | 0 | 42 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 | 0 |
| 12-13 | 28 | 6 | 21 | 0 | 48 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 0 |
| 13-14 | 20 | 5 | 25 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 0 |
| 14-15 | 22 | 1 | 28 | 0 | 59 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| 15-16 | 12 | 3 | 25 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| 16-17 | 15 | 4 | 21 | 0 | 40 | 1 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 |
| 17-18 | 17 | 2 | 23 | 0 | 36 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 18-19 | 21 | 2 | 22 | 0 | 21 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 19-20 | 16 | 3 | 24 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 20-21 | 14 | 4 | 18 | 0 | 25 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 21-22 | 19 | 3 | 14 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 22-23 | 22 | 4 | 12 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | 16 | 2 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | 364 | 61 | 376 | 0 | 654 | 2 | 4 | 1 | 68 | 78 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia- Talara , 2021

En las tablas 3,4,5,6,7,8 y 9, se observa el conteo vehicular realizado el cual nos detalle la tipo y cantidad de vehículos que transitaron por la vía durante las 24 horas de cada día de la semana.

Para este procedimiento se tomó como valores del Factor de corrección promedio de una estación, en vehículos livianos de 1.082971 y en pesados de 1.076486, según los datos del ministerio de transportes.

A continuación, se procedió a hallar el valor del IMDA el cual se refleja en la siguiente tabla:

TABLA 10

CÁLCULO DEL IMDA

| Tipo de Vehículo | Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día | | | | | | | TOTAL SEMANA | IMD _s | FC | IMD _a |
|-------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------|------------------|
| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo | | | | |
| Automovil | 515 | 507 | 490 | 506 | 601 | 389 | 364 | 3,372.00 | 481.71 | 1.082971 | 522.00 |
| Station Wagon | 71 | 80 | 67 | 118 | 69 | 73 | 61 | 539.00 | 77.00 | 1.082971 | 83.00 |
| Pick Up | 613 | 662 | 615 | 665 | 959 | 582 | 376 | 4,472.00 | 638.86 | 1.082971 | 692.00 |
| Panel Rural combi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 1.082971 | - |
| Micro | 849 | 939 | 865 | 928 | 1027 | 987 | 654 | 6,249.00 | 892.71 | 1.082971 | 967.00 |
| Bus 2E | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 4 | 2 | 41.00 | 5.86 | 1.082971 | 6.00 |
| Bus 3 E | 0 | 2 | 3 | 7 | 3 | 2 | 4 | 21.00 | 3.00 | 1.082971 | 3.00 |
| Camión 2E | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 3 | 1 | 32.00 | 4.57 | 1.082971 | 5.00 |
| Camión 3E | 66 | 85 | 39 | 32 | 46 | 74 | 68 | 410.00 | 58.57 | 1.076486 | 63.00 |
| TOTAL | 36 | 34 | 28 | 25 | 49 | 65 | 78 | 315.00 | 45.00 | 1.076486 | 48.00 |
| TOTAL | 2,158.00 | 2,316.00 | 2,142.00 | 2,288.00 | 2,760.00 | 2,179.00 | 1,608.00 | 15,451.00 | 2,207.29 | | 2,389.00 |

Fuente: Elaboración Propia ,2021

Para hallar el cálculo del ESAL, previamente se procedió a calcular los valores de las cargas equivalentes, pérdida de serviciabilidad, ecuación de diseño y factor de crecimiento. Existieron consideraciones exclusivamente del proyecto, que fueron escogidos a criterio del investigador como un espesor tentativo de 200mm., un factor

direcciona (FD) de 0.5 y un Factor Carril (FC) de 1. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 11

CÁLCULO ESAL

| Tipo de vehiculo | BUS | | | | CAMION | | | |
|------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | 2E | | 3E | | 2E | | 3E | |
| | Eje Del. Delantero | Eje Pos. Simple | Eje Del. Delantero | Eje Pos. Tandem | Eje Del. Delantero | Eje Pos. Simple | Eje Del. Delantero | Eje Pos. Tandem |
| CARGA (Ton) | 7 | 11 | 7 | 16 | 7 | 11 | 7 | 18 |
| LX (kips) | 15.432 | 24.251 | 15.432 | 35.274 | 15.432 | 24.251 | 15.432 | 39.683 |
| IMDA | 3.000 | 3.000 | 5.000 | 5.000 | 63.000 | 63.000 | 48.000 | 48.000 |
| GT | -0.079 | -0.079 | -0.079 | -0.079 | -0.079 | -0.079 | -0.079 | -0.079 |
| L2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 2.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 2.000 |
| B18 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| B(x) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Log(Wtx/Wt) | 0.291 | -0.571 | 0.291 | -0.365 | 0.291 | -0.571 | 0.291 | -0.589 |
| G = Wt/Wtx | 0.511 | 3.721 | 0.511 | 2.316 | 0.511 | 3.721 | 0.511 | 3.881 |
| TC% | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 |
| GF | 39.249 | 39.249 | 39.249 | 39.249 | 39.249 | 39.249 | 39.249 | 39.249 |
| ESAL | 10987.055 | 79958.086 | 18311.759 | 82930.003 | 230728.165 | 1679119.814 | 175792.888 | 1334472.200 |
| PARCIAL | | 192186.904 | | | | 3420113.067 | | |
| TOTAL | | | | 3,612,299.971 | | | | |

Fuente: Elaboración Propia ,2021

4.2 Determinación de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante

Para la presente investigación se realizó el estudio de mecánica de suelos para encontrar las propiedades de la subrasante. Esto consistió en la realización de una calicata, cuya prueba extraída fue sometida al contenido de Humedad, Granulometría, Limite Liquido y Limite Plástico (Para la determinación de su clasificación) y California Bearing Ratio (CBR). Los datos obtenidos fueron los siguientes:

La identificación y clasificación se realizó de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM-2487-69, Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS". En todas las muestras, se hicieron los análisis granulométricos por tamizado y los límites de Atterberg (Limite líquido y plástico) para determinar su clasificación.

El subsuelo evaluado con fines de cimentación pertenece a Arena limosa de baja plasticidad (SM).

TABLA 12

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

| Calicata/Profundidad | 0.00-0.20m. | 0.20-1.50m. |
|-----------------------------|---|---|
| | Suelo que corresponde a un material fino compuesto de arena y limos. Estrato de tipo afirmado de color beige claro. | Estrato de suelo que corresponde a una: Arena limosa de baja plasticidad, con 21.34 % de finos que pasa por la malla N°200. Estrato color beige claro. Clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SM", clasificado en el sistema AASHTO, como un suelo "A-1-b (0)". Con una humedad natural de 2.83% , Máxima densidad seca de 1.780 gr/cm ³ , un óptimo contenido de humedad de 8.10% |
| Calicata 1 | | |

Fuente: Elaboración Propia , 2021.

De la tabla 12, podemos apreciar que en el perfil estratigráfico de la calicata 1 donde se tomó la muestra para el presente ensayo, tuvo un compuesto de arena y limos en una profundidad de 0.20m., capa a la cual se le consideró el relleno. Y en la profundidad de 0.20m a 1.50m. una arena limosa de baja plasticidad, material óptimo para la ejecución de proyectos.

TABLA 13**PROCTOR MODIFICADO**

| Calicata/Profundidad | 0.20-1.50m. |
|-----------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Máxima densidad seca gr/cm³: 1.780 ✓ Optimo contenido de humedad: 8.10% |
| Calicata 1 | |

Fuente: Elaboración Propia , 2021.

En la tabla 13, podemos observar que en la muestra tomada entre la profundidad 0.20m. y 1.50m. para el ensayo de proctor modificado, arrojaron resultados de 1.780 para la máxima densidad seca y 8.10% de optimo contenido de humedad, valores dentro de lo normal en la zona de estudio.

TABLA 14**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

| Calicata/Profundidad | 0.20-1.50m. |
|-----------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Método de compactación: ASTM D1557 ✓ 100% Máxima Densidad Seca (gr./cm³): 1.780 ✓ 95% Máxima Densidad Seca (gr. /cm³): 1.691 ✓ ÓPTIMO Contenido de Humedad: 8.10% ✓ C.B.R. al 100% de la Máxima Densidad Seca: 10.91% |
| Calicata 1 | |

- ✓ C.B.R. al 95% de la Máxima Densidad
Seca: 9.10%

Fuente: Elaboración Propia , 2021

En la tabla 14, podemos observar que en la muestra tomada entre la profundidad 0.20m. y 1.50m. para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), arrojó el resultado de 10.91% de la máxima densidad seca, valor tomado para el cálculo en espesores del pavimento.

4.3 Determinación de los espesores del paquete estructural del pavimento rígido

Para determinar los espesores mediante el método de AASHTO 93, se tomaron las siguientes consideraciones que fueron de criterio del investigador, valores como la vida útil del diseño estructural con una estimación a 20 años, un nivel de confiabilidad del 80%, una desviación normal de 0.35, un índice de serviciabilidad inicial de 4.5 y un índice de serviciabilidad final de 2. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 15

CÁLCULO DE ESPESORES DEL PAVIMENTO RÍGIDO

| | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|
| DATOS DE DISEÑO: | | |
| Ejes Equivalentes: | 3,612,299.971 | EE |
| CBR: | 10.91 | % |
| Periodo de Analisis | 20 | AÑOS |
| F'c : | 210 | Kg/cm ² |
| DATOS DEL PROYECTO: | | |
| Nivel de Confiabilidad | 80 | % |
| Desviación Normal | 0.35 | |
| Indice de Serviabilidad Inicial (Pi) | 4.5 | |
| Indice de Serviabilidad Final (Pf) | 2 | |

PARAMETROS DE DISEÑO:

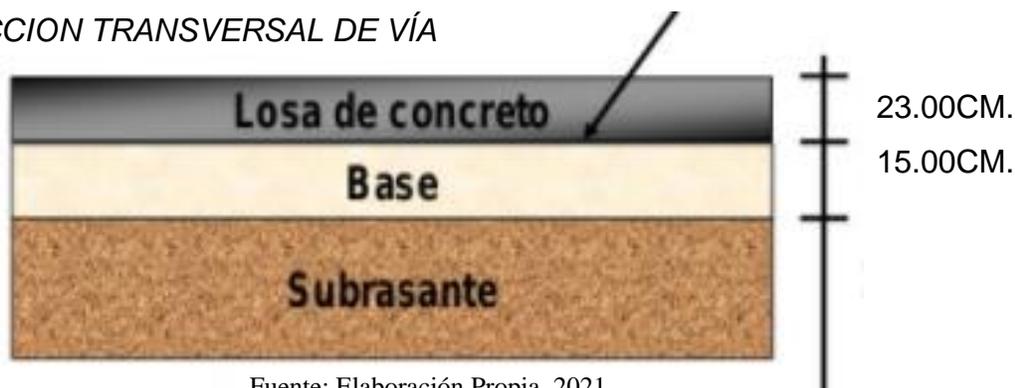
| | | |
|-------------------------------------|-------|-------|
| Espesor Subbase Granular | 15 | cm |
| CBR Subbase Granular | 40 | % |
| Módulo de Reacción Combinado | 63.40 | MPa/m |
| Coefficiente de Drenaje | 0.9 | |
| Resistencia Media Flexotracción | 4.5 | MPa |
| Modulo Elástico | 2153 | MPa |
| Coefficiente Transferencia de carga | 3.2 | |

DISEÑO DEL PAVIMENTO:

| | | |
|------------------------------|----------|----|
| Espesor Hormigón | 23 | cm |
| Espesor Subbase Granular | 15 | cm |
| Ejes Equivalente de Servicio | 4.68E+07 | EE |

Fuente: Elaboración Propia ,2021

En la tabla 15 se pueda apreciar como resultado final que el espesor de losa de concreto para nuestro proyecto es de 23cm o 9", con un espesor de base compuesta de material afirmado de 15cm o 6"

Gráfico 01**SECCION TRANSVERSAL DE VÍA**

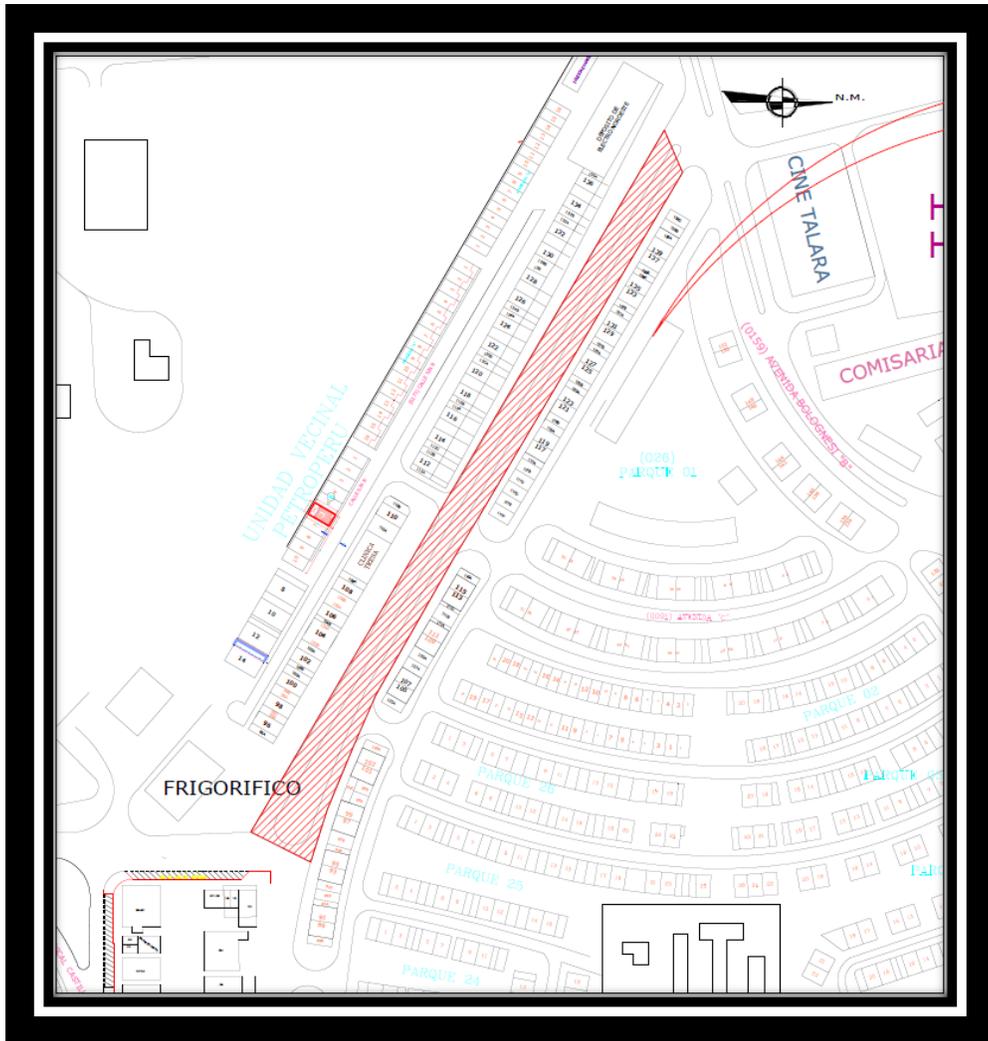
Fuente: Elaboración Propia ,2021

4.4 Determinación el costo estimado de inversión del pavimento rígido

Para determinar el costo estimado de inversión del pavimento rígido, como primer paso se procedió a tomar las medidas reales de la sección de vía existente y plasmarlas en el programa AutoCad. Teniendo como resultado nuestro plano vista planta y secciones.

Gráfico 02

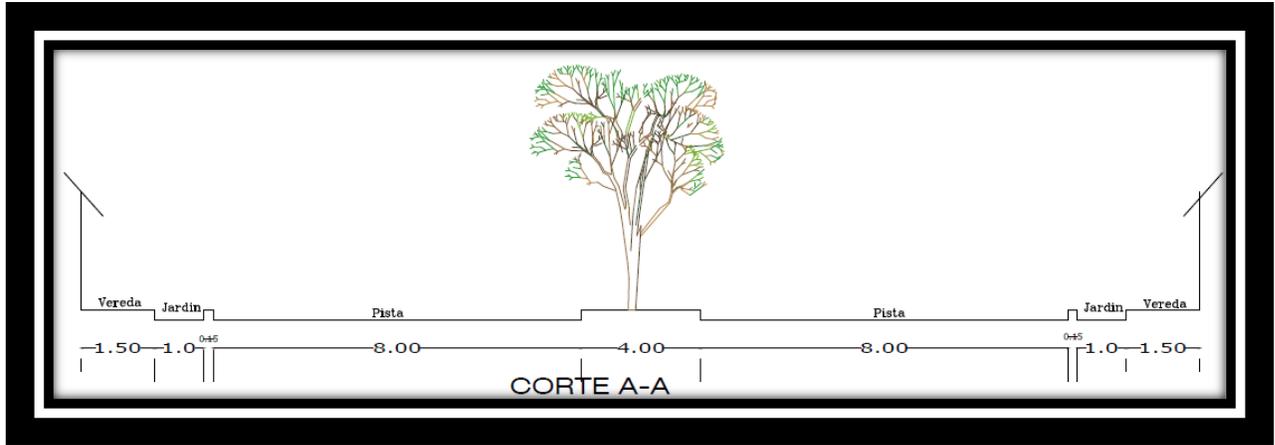
PLANO DE UBICACIÓN DE VISTA EN PLANTA



Fuente: Elaboración Propia ,2021

Gráfico 3

PLANO DE SECCIÓN A-A



Fuente: Elaboración Propia ,2021

Posteriormente a esto, se cuantificaron los metrados en dicha calle. Para finalmente determinar nuestro costo estimado de inversión por el pavimento rígido el cual asciende al monto de S/1,447,032.34 soles (Un millón cuatrocientos cuarenta y siete mil treinta y dos con treinta y cuatro centésimos).

TABLA 16

PRESUPUESTO ESTIMADO POR PAVIMENTO RÍGIDO

| Item | Descripción | Unidad | Metrado | Precio S/ | Parcial |
|-------|--|--------|----------|-----------|--------------|
| 01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | |
| 01.01 | TRAZO NIVELES Y REPLANTEO C/EQUIPO | M | 7,888.00 | 1.46 | S/11,516.48 |
| 01.02 | CORTE DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUB RASANTE CON EQUIPO | M3 | 3155.2 | 5.37 | S/16,943.42 |
| 01.03 | REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO | M2 | 7,888.00 | 3.41 | S/26,898.08 |
| 01.04 | CONFORMACION DE BASE GRANULAR e=0.15M C/EQUIPO, INC.COMPACTACION | M2 | 7,888.00 | 12.77 | S/100,729.76 |

| | | | | | |
|-------|---|----|-----------|-------|-----------------------|
| 02 | PAVIMENTO RIGIDO | | | | |
| 02.01 | CONCRETO F'C=210KG/CM2 - E=0.25M | M2 | 7,888.00 | 88.83 | S/700,691.04 |
| 02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M2 | 590.80 | 51.87 | S/30,644.80 |
| 02.03 | ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 | Kg | 96,040.00 | 5.19 | S/498,447.60 |
| 02.04 | CURADO DE CONCRETO C/ ADITIVO | M2 | 7,888.00 | 3.07 | S/24,216.16 |
| 02.05 | JUNTA DE DILATACION C/ASFALTO | M | 4,926.00 | 7.50 | S/36,945.00 |
| | COSTO DIRECTO | | | | S/1,447,032.34 |

Fuente: Elaboración Propia ,2021

Tabla 17

PLANILLA DE METRADOS

| Partida: | 01.01.00 Trazo, Nivel y Replanteo c/equipo | | | | Unidad | M2 |
|----------------------------------|--|-----------|----------|----------|--------------------|------------------------|
| Descripcion | Cantidad | Largo (m) | Alto (m) | Alto (m) | Area (m2) | Subtotal Volumen Corte |
| PAVIMENTO RÍGIDO | | | | | | |
| EJE-1-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| EJE-2-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| Total | | | | | | 7,888.00 |
| Partida: | 01.02.00 CORTE DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUB-RASANTE | | | | Unidad | M3 |
| Descripcion | Cantidad | Largo (m) | Alto (m) | Alto (m) | Volumen Corte (m3) | Subtotal Volumen Corte |
| PAVIMENTO RÍGIDO | | | | | | |
| EJE-1-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | 0.40 | - | 1577.6 |
| EJE-2-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | 0.40 | | 1577.6 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Total | | | | | | 3,155.20 |
| Partida: | 01.03.00 Refine, nivelación y compactación de Sub rasante c/equipo | | | | Unidad | M2 |
| Descripción | Cantidad | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Area (m²) | Subtotal |
| PAVIMENTO RÍGIDO | | | | | | |
| EJE-1-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| EJE-2-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| Total | | | | | | 7,888.00 |
| Partida: | 01.04.00 Conformación de Base granular Pavimento e = 0.15m. c/equipo incluye compactacion | | | | Unidad | M2 |
| Descripción | Cantidad | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Area (m²) | |
| PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | |
| EJE-1-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| EJE-2-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| Total | | | | | | 7,888.00 |
| Partida: | 02.01.00 Losa de Concreto - Concreto f'c=210kg/cm2. | | | | Unidad | M2 |
| PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | |
| VIENE DE PLANO PG01 | | | | | | |
| EJE-1-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| EJE-2-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | 8.00 | | 3,944.00 | 3944.00 |
| Total | | | | | | 7,888.00 |
| Partida: | 02.02.00 Losa de Concreto - Encofrado y Desencofrado | | | | Unidad | M2 |
| Descripción | Cantidad | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Area (m²) | Subtotal |
| LONGITUDINAL | | | | | | |
| LOSA CONCRETO | | | | | | |
| EJE-1-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | | 0.20 | | 98.60 |
| EJE-2-CARRIL 1 (0+000-493.00) | 1.00 | 493.00 | | 0.20 | | 98.60 |
| TRANSVERSAL | | | | | | |
| LOSA CONCRETO | | | | | | |
| EJE-2-P1(0+000-167.51) | 123.00 | 8.00 | | 0.20 | 196.80 | 196.80 |

| | | | | | | |
|--|---|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| EJE-2- P2(0+167.51+0+188.51) | 123.00 | 8.00 | | 0.20 | 196.80 | 196.80 |
| Total | | | | | | 590.80 |
| Partida: | 02.03.00 Losa de Concreto - Acero f'y=4200kg/cm2. | | | | Unidad | KG |
| Descripción | Cantidad | Largo (m) | Ancho (m) | Peso (kg) | N° Repetic | Subtotal |
| LOSA CONCRETO | | | | | | |
| EJE-1-As. Longitudinal Φ1/2" | 493.00 | | | 1.00 | 50.00 | 24650.00 |
| EJE-1-As. Transversal Φ1/2" | 123.00 | 7.60 | | 1.00 | 25.00 | 23370.00 |
| EJE-2-As. Longitudinal Φ1/2" | 493.00 | | | 1.00 | 50.00 | 24650.00 |
| EJE-2-As. Transversal Φ1/2" | 123.00 | 7.60 | | 1.00 | 25.00 | 23370.00 |
| Total | | | | | | 96,040.00 |
| Partida: | 02.04.00 Losa de concreto - Curado | | | | Unidad | M2 |
| Descripción | Cantidad | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Area (m²) | Subtotal |
| LOSA CONCRETO | | | | | | |
| EJE 1-2 | | | | | | |
| MC | 1.00 | | | | | 7888.00 |
| Total | | | | | | 7,888.00 |
| Partida: | 02.05.00 Junta Dilatación c/Asfalto | | | | Unidad | M |
| Descripción | Cantidad | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | N° Repetic | Subtotal |
| EJE1-2 | | | | | | |
| LOSA CONCRETO | | | | | | |
| LONGITUDINAL | 1.00 | 986.00 | | | 3.00 | 2958.00 |
| TRANSVERSAL | | | | | | |
| EJE-1-P1(0+000-493.00) | 1.00 | 8.00 | | | 123.00 | 984.00 |
| EJE-2-P2(0+000-493.00) | 1.00 | 8.00 | | | 123.00 | 984.00 |
| Total | | | | | | 4,926.00 |

V. DISCUSIÓN

En “los Factores que generan fisuras en los principales pavimentos rígidos de la urbanización Paseo del Mar, ciudad de Nuevo Chimbote-2018” según Carrión Alva, llegó a la conclusión que la causa daños hallados en la Urb. Paseo del Mar, se dieron en parte de la disminución del CBR según las propiedades del suelo. En el caso de la presente investigación, se realizó un exhaustivo análisis de acuerdo a lo normado en el manual de Suelos y Pavimentos. Con respecto a la información extraída, el cual tuvo un valor de CBR del 10.91%, fue tomado para el cálculo del diseño de espesores. Dato que, en conjunto a las demás pruebas realizadas, se determinó no mejorar la calidad de la subrasante debido a estar dentro de los parámetros accesibles.

Chávez Vergara en su tesis “Análisis comparativo entre el pavimento flexible y pavimento rígido en el tramo Mullaca a Chavín - Huaraz - 2018” determinó los espesores de un pavimento rígido para la ciudad Huaraz. El cual empleó metodología aprobada por el Ministerio de transportes y Telecomunicaciones. A su vez, tomó valores como una tasa de crecimiento del 2%, un periodo de diseño de 20 años, un factor de dirección de 1, un factor carril de 1. Calculando un valor ESAL de 297,445.89. Y para el cálculo de espesores del pavimento rígido, tomó valores CBR de 9.40%, una confiabilidad del 85%, Una desviación estándar de -1.036, un índice de serviciabilidad de 1.80, un módulo elástico de 3,597,300.66 PSI, un coeficiente de transferencia de carga de 3.80 y un W18 o ejes equivalentes de servicio de 297,445.89. Finalmente llegó a la conclusión de un espesor de 20cm o 8” de losa de concreto y un espesor para la base de 10cm. o 4” con material de afirmado.

Para la presente investigación se trabajó en base la metodología establecida en el manual AASHTOO93, y para el cual se tomó valores de una tasa de crecimiento del 6% lo que corresponde al departamento de Piura según el Instituto de Nacional de estadística e informática en su último reporte del 2018, un periodo de diseño de 20 años, un factor de dirección de 0.5, un factor carril de 1. Calculando un valor ESAL de 3,612,299.97. Y para el cálculo de espesores del pavimento rígido, tomó valores

CBR del 10.91%, una confiabilidad del 80%, una desviación normal de 0.35, un índice de serviciabilidad de 2.5, un módulo elástico de 308,909 Mpa, un coeficiente de transferencia de carga de 3.2 y un W18 o ejes equivalentes de servicio de 3,935,379. Finalmente se llegó a la conclusión de un espesor de 23cm. o 9" de losa de concreto y un espesor para la base de 15cm. o 5", con un material de afirmado. Parámetros dentro de lo normal correspondiente a los valores obtenidos en los estudios.

Chapoñan Cueva en su tesis "Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaría – Nuevo Chimbote" define que las ventajas de emplear un pavimento rígido en su proyecto fueron evitar interrupciones de tránsito por trabajos de mantenimiento, una iluminación en la superficie del 30% en ventaja a otros pavimentos, genera menor calor en la capa de rodadura, es resistente al ataque de hidrocarburos, es persistente al fuego, contiene una menor impacto ambiental, contiene una menor contaminación de carbono, contiene un menor uso de combustible, contiene una menor estabilidad del índice de irregularidad y una mejor adherencia bajo la lluvia.

En la presente investigación tuvo presente las múltiples ventajas que existen en la incorporación de un diseño de un pavimento rígido, agregándole también a las ventajas antes mencionadas, un adecuado comportamiento en zonas de constante contacto con el elemento hídrico. Ya que la ciudad de Talara, es una zona de constante lluvia entre los meses de noviembre y Marzo (Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú).

Ortiz Medina, en su tesis "Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018" determinó los espesores de un pavimento rígido para el Distrito Canoas de Punta Sal. El cual empleó metodología establecida en el manual AASHTO93. A su vez, tomó valores como el del factor de confiabilidad de 70%, una desviación estándar de general de 0.35, un módulo de reacción de la subrasante de 68.28 Mpa., Una serviciabilidad

inicial de 4.10 y una serviciabilidad final de 2, una transferencia de carga de 2.8, un coeficiente de drenaje de 1 , un período de diseño de 20 años y un número de ejes equivalentes total o W18, de 236,659, un valor de CBR del 8.5%.

Finalmente llegó a la conclusión de un espesor de 15cm. de losa de concreto y un espesor para la base de 20cm.

La presente investigación se encontró en una zona costera al igual que en la zona de estudio de la tesis antes mencionada, se evidencia la notable diferencia de espesores del pavimento rígido, teniendo en cuenta que el presente diseño llegó a la conclusión de un espesor de 23cm. o 9" de losa de concreto y un espesor para la base de 15cm. o 5", con un material de afirmado. Esta diferencia probablemente se debió a las mayores cargas de transitabilidad, ya que, en la presente zona de estudio, se evidencia una mayor afluencia vehicular. Otro valor importante, es el del CBR, el cual resultó con un valor 10.91%, valor óptimo para esta investigación.

En la tesis "Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Gongora, Municipio de Honda – Tolima", Mora Cano, demostró un diseño de pavimento rígido en base a ábacos ya establecidos dentro del manual AASHTO93, los cuales son de gran aporte para el análisis, pero que mantiene cierto margen de error en algunos casos. Mora Cano, obtuvo un resultado de 4,8" en espesor de losa de concreto, dato que en el Perú es muy improbable. Dicha inexactitud puede darse por las diferentes condiciones de tráfico o las diferentes características del suelo.

Cabe resaltar que el éxito del presente estudio, se dio gracias a la veracidad y exactitud de los estudios realizados. Esto traerá un gran aporte en beneficio a la población talareña.

VI. CONCLUSIONES

- Las propiedades las propiedades físico-mecánicas de la subrasante se determinaron mediante estudios de mecánica de suelos ya realizados en zonas aledañas al tramo a investigar, en los cuales se concluyó, que la subrasante del tramo investigado pertenece a un tipo de suelo Arena limosa de baja plasticidad, con 21.34 % de finos que pasa por la malla N°200, una máxima densidad seca de 1.780 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 8.10%, una Máxima Densidad Seca al 100% de 1.780 gr./cm³ , una Máxima Densidad Seca al 95% de 1.691 gr. /cm³ , un Contenido de Humedad óptimo del 8.10% y un C.B.R. al 100% de Máxima Densidad Seca del 10.91%.
- Las cargas de Transitabilidad se determinaron en base al estudio de tráfico realizado en la ciudad de Talara, en el cual se obtuvo una IMDA total de 2,389.00, y un valor ESAL de 3,612,299.971.
- Los espesores del paquete estructural del pavimento rígido obtenidos fueron, 23cm. o 9" de losa de concreto y 15cm. o 5" de espesor de base compuesta con material de afirmado.
- El costo estimado de inversión por el pavimento rígido fue S/1,447,032.34 soles (Un millón cuatrocientos cuarenta y siete mil treinta y dos con treinta y cuatro centésimos).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar de manera óptima los estudios previos al diseño de un pavimento rígido, ya que de eso dependerá el éxito de los cálculos a emplearse.
- Se debe tener en cuenta el adecuado proceso constructivo a emplearse, con una dirección profesional de calidad, como también mano de obra calificada y materiales adecuados.
- Por ser una vía urbana, se recomienda que este tipo de proyectos, sean acompañados por un diseño de drenaje pluvial a fin de que garantice la pronta evacuación de aguas superficiales.

REFERENCIAS

ASTM INTERNATIONAL. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. [en línea]. United States: West Conshohocken, 2018. 47 pp. [Fecha de consulta: 23 de Octubre del 2020].

ISBN: 194282959

NOVA, José Danian. "Propuesta de rehabilitación del pavimento rígido en la Calle 127d entre Carreras 93f y Carrera 96 barrio el Rubí, de la localidad de Suba, Bogotá D.C, Colombia", [en línea]. Tesis (Trabajo de Grado). Bogota: Universidad Militar Nueva Granada, 2017. 63 pp.

Disponible en: <https://docplayer.es/122396622-Propuesta-de-rehabilitacion-del-pavimento-rigido-en-la-calle-127d-entre-carreras-93f-y-carrera-96-barrio-el-rubi-de-la-localidad-de-suba-bogota.htm>

HURTADO, Randy. "Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal del Guarco" [en línea]. Tesis (Trabajo para obtener la licenciatura). Costarica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2016. 255.pp.

Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7271>

MARTINEZ, Angela. "Diseño de pavimento rígido de la calle 7 entre carrera 7 y 5 del municipio de Puerto López Meta" [en línea]. Tesis (Trabajo para obtener el título en especialista en pavimentos). Bogotá: Universidad Militar de Granada, 2019. 39 pp.

Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32237/MartinezFajardoAngelaPaola2019.pdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

GARCIA, Javier. "Diseño de pavimento rígido en la habilitación urbana Las Dunas de Lambayeque" [en línea]. Tesis (Trabajo para obtener el título de Ingeniero Civil) Perú: Universidad Pedro Ruiz Gallo, 2015. 147 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/327/BC-TES-4343.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAUTISTA, Jermis. Diseño del pavimento bicapa de la carretera entre Palo Blanco y Alto Perú, para mejorar la transitabilidad - Motupe [en línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 431 pp.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/hand1e/UCV/16755>

BRICEÑO Estrada, Carla. Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método AASHTO-93, para la Av. Miguel Grau, Tres de Octubre, Nuevo Chimbote”. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil) Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 97pp.

BRYAR, Ahmed. Developing of pavement management system (PMS) for EMU Campus pavement in GIS environment [en línea]. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). Gazimagusa: Eastern Mediterranean University, College of Engineering, 2013. 202 pp. .

CARRION Alva, Juan. COBEÑAS VIVAR, alexander, GUERRERO RODRIGUEZ, Irving German y LOYAGA ALVAREZ, Mirko. “Factores que generan fisuras en los principales pavimentos rígidos de la urbanización Paseo del Mar, ciudad de Nuevo Chimbote-2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote, Universidad Cesar Vallejo ,2019. 43pp.

ORTIZ medina, Birshy. Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes - 2018. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil). Canoas de Punta Sal, Universidad Cesar Vallejo ,2018. 44pp.

MACÍAS VELIZ Byron Omar, MENDOZA CHINGA Marian Auxiliadora, MERA ESMERALDAS Evelyn Denisse, MONGE VILLAFUERTE Jean Pierre, MONTES MONTES Emily Monserrate y MOREIRA MEDRANDA Cristhian Andréé. Análisis del concreto sin cemento. Revista Research-Gate [en línea]. Diciembre 2019, n° 1 [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/337828564_ARTICULO_CIENTIFICO_-_Analisis_del_concreto_sin_cemento . ISSN: 3378-28564

Solís, R. G.; Moreno, E. I.; Arjona, E. Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción [en línea] enero-abril, 2012. vol. 2, núm. 1. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639586004.pdf> . E-ISSN: 2007-6835

BEYODA, Carlos y DZUL, Luis. El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. Revista Ingeniería de Construcción RIC [en línea] julio,2015, num. 2. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020].

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v30n2/art02.pdf> ISSN: 20215-1472

FATTOUM Kharchi, MAURICE Arnaud, MICHEL Lorrain. DISERTACIÓN SOBRE EL FUTURO DEL CONCRETO ARMADO. Revista Scielon [en línea] marzo, 2003, vol.41 num.1. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020].

Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2003000100003 ISSN 0376-723X

CORDOVA Wajajay, Roberto. Evaluación del comportamiento del mortero asfáltico como capa de protección de superficie de rodadura: Carretera Huanchaco - Santiago de Cao, 2019. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil). Trujillo, Universidad Cesar Vallejo ,2019. 196pp.

CUSIHUALLPA, Raúl. Evaluación superficial de la carretera Cañete - Yauyos Chupaca con el método del PCI tramo KM 84 + 000 - KM 89 + 000. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2009. 128 pp.

Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/hand1e/uni/16368>

CHAMBI Chambilla, Marco. Estudio comparativo técnico–económico entre pavimento rígido y pavimento flexible como alternativa de pavimentación de la avenida circunvalación del distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo –Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil) Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 227pp.

CHAPOÑAN cueva, José. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidraulico para el diseño de pavimentos rigidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria-Nuevo Chimbote. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote, Universidad Nacional de Santa ,2017. 214pp.

DOMJNIC, Micheis. Pavement Condition Index and cost of ownership analysis on preventative maintenance projects in Kentucky [en línea]. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). Lexington: University of Kentucky, College of Engineering, 2017. 60 pp.

ESCUELA DE INGENIERIA DE CAMINOS DE MONTAÑA (Argentina). Of20. Diseño estructural de caminos Método AASHTO93. San Juan, 1994. 330pp.

FAREED, Karim, KHALED, Haleem and ALT, Saleh. The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A case Study of Yemen. Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal [en línea]. Vol. 8 (1): pp.1446 - 1455. December 2016. [Fecha de consulta: 23 de Junio del 2020]. ISBN: 1847-6228.

FLORES Tandaypán, Orlando. Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío de Markahuamachuco - Sangorán - Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 156pp.

FONDO EDITORIAL UCV (Perú). Of 18. Referencias Estilos ISO 690 Y 690-2. Lima, 2018. 36pp.

FONDO EDITORIAL UCV (Perú). Of 20. Guía de productos de investigación. Lima, 2020. 34pp.

HANCCO larico, Henry. Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil) Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 190pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos Y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6. Ta. ed. México: México, D.F., 2014. 634pp.

C.P. 01376

HILQUIN, Mariana. Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 221 pp.

Disponible en http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream1t.JPT/1_57/1/Hilquin-Bra%C3%B1ez-Mariana.pdf.

LUNA Marallano, David. Diseño Estructural del Pavimento Rígido para el Mejoramiento de las Obras Viales Yauli - Oroya, 2016. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de empresas de la Construcción). Oroya: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 114pp.

MINISTERIO de Transportes y comunicaciones (Perú). Of 14. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima, 2014.355pp.

MINISTERIO de Transportes y comunicaciones (Perú). Of 18. Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG.2018. Lima, 2018.355pp.

MINISTERIO de Transportes y comunicaciones (Perú). Of 16. Manual de Ensayo de Materiales. Lima, 2016. 1269pp.

MIT, Singh, ANTRIKSH, Sharma, RAUINAK, Mishra, MAKRAND, Waggle y A.K. Sarkar. Pavement condition assessment using soft computing techniques. International Journal of Engineering Development and Research [en línea]. Vol. 11(6), November 2018: pp. 564-581. [Fecha de consulta: 28 de Septiembre del 2020].

ISSN: 1996-6814

MOHAMMAD, Tariq, y S. S. Pimplikar. A comparative study on pavement condition rating methods for flexible roads. International Journal of Engineering Development and Research [en línea]. Vol. 5 (3), 2017: 1255 - 1260. [Fecha de consulta: 23 de Octubre del 2020].

ISSN: 2321 —9939

MOHAMMED, Al-Neami, RASHA, A1-Rubae y ZAINAB, Kareem. Evaluation of pavement condition index for roads of Al-Kut city. *International Journal of Engineering Development and Research* [en línea]. Vol. 7(4): 1461 - 1467. August 2017. [Fecha de consulta: 7 de Octubre de 2020].

MCKENZIE, Shawn. Application of pavement condition index (PCI) assessment method for rural road maintenance in Kuching - Samarahan area [en línea]. Thesis (Master of Engineering Civil). Malaysia: University Malaysia Sarawak, Faculty of Engineering, 2012.

OGRA'S, Milestones. Pavement Condition Index 101. *Ogra 's Milestones* [en línea] Vol.9 (4): December 2009. [Fecha de consulta: 20 de Octubre de 2020]. Oakville: Ogra's milestones.

VIVAR, German y GUTIÉRREZ, Wilfredo. Pavimentos de concreto y asfalto: mantenimiento y reparación. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 1996. 76 pp.

ZELADA Rojas, Luis. Diseño de 1km. de pavimento, carretera Juliaca – Puno (Km. 44+000- Km. 45+000). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil) Puno: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 90pp.

ANEXOS

ANEXO 1: DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, Tobías Orlando Murga Gil, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo - Piura, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado: “Diseño estructural del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 – 0+493] – Pariñas – Talara – Piura” es de mi autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. 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 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.

Piura 20 de Julio de 2021

| | |
|---|--|
| Apellidos y Nombres del Autor: Murga Gil, Tobías Orlando | |
| DNI: 72360453 | |
| ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6306-8668 | Firma  |

ANEXO 2. DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Medina Carbajal, Lucio docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional / de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Piura asesor del Trabajo de Investigación titulado:

“Diseño estructural del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 – 0+493] – Pariñas – Talara – Piura”, del autor Murga Gil, Tobías Orlando, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo 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.

Piura 20 de Julio del 2021

| | |
|------------------------------|--|
| Ing. Medina Carbajal, Lucio | |
| DNI: 40534510 | |
| (ORCID: 0000-0001-5707-4421) | |

ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TABLA 18. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|-------------------------------|---|---|
| DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO | Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. (MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología , Geotecnia, y pavimentos, 2014, p.261) | “El estudio de la mecánica de suelo [...] determina las características del suelo, para el correcto diseño de la estructura del pavimento” MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 35) | ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS | . Calicatas .Granulometría . Límites de Atterberg .Humedad y densidad .California Bearing Ratio (CBR) | .Razón .Nominal . Razón . Intervalo . Razón |
| | Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante. (MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología , Geotecnia, y pavimentos, 2014, p.261) | "Proporciona la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos” Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la construcción (2014, p. 73) | ESTUDIO DE TRÁFICO | .IMDA .ESAL | .Razón . Razón |
| | | La estructura del pavimento tiene el propósito de proteger la subrasante por medio de la provisión de capas de diferentes materiales con el fin de alcanzar el nivel de servicio deseado”. Montejo (1998, p. 161) | PAQUETE ESTRUCTURAL | . ESPESOR DE LO DE CONCRETO . BASE GRANULAR . ACERO DE REFUERZO .PROPUESTA ECONÓMICA | .Razón . Razón . Razón . Razón |
| | | Es la estimativa detallada de todos los costos necesarios para completar las tareas del proyecto | COSTO ESTIMADO | . PRESUPUESTO | .RAZON |

ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TABLA 19. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

| PROBLEMA CENTRAL Y ESPECÍFICOS | OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS | VARIABLE E INDICADORES | METODOLOGÍA | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|---|---|---|---|---|
| <p>¿Cuál será el diseño estructural del pavimento rígido para la Avenida Grau entre las progresivas [0+000 – 0+493] en el distrito de Pariñas – Talara – Piura ¿</p> <p style="text-align: center;">Específicos:</p> <p>¿Cuáles son las cargas de transitabilidad en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]?</p> <p>¿Cuáles son los espesores del paquete estructural para el diseño del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]?</p> <p>¿Cuáles son los espesores del paquete estructural para el diseño del pavimento rígido en la Avenida Grau [0+000 – 0+493]?</p> | <p>Diseñar la estructura del pavimento rígido para la Avenida Grau, entre las progresivas [0+000 – 0+493] en el distrito de Pariñas – Talara – Piura</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las cargas de transitabilidad • Determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante. • Determinar los espesores del paquete estructural. • Determinar el costo estimado de inversión por el pavimento rígido | <p style="text-align: center;">DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calicatas • Granulometría • Límites de Atterberg • Humedad y densidad • California Bearing Ratio (CBR) • IMDA • ESAL • ESPESOR DE LO DE CONCRETO • BASE GRANULAR • ACERO DE REFUERZO • PROPUESTA ECONÓMICA | <p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicada <p>Diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No experimental - transversal. ▪ Nivel descriptivo. <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p><input type="checkbox"/> Población:</p> <p>Todas las vías en el distrito de Pariñas</p> <p><input type="checkbox"/> Muestra:</p> <p>Progresiva [0+000 – 0+493] , Avenida Grau</p> <p><input type="checkbox"/> Muestreo:</p> <p>Tipo No Probabilístico por conveniencia (juicio o intencional).</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnica de recolección de datos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis documental. ➤ Observación directa. ➤ Estructuración. ▪ Instrumentos de recolección de datos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guía documental. ➤ Guía de observación. ➤ Ficha técnica de recolección de datos. ➤ Programas computacionales |

ANEXO 5. ESCENARIO DE ESTUDIO



Figura 1. Estado actual de la Avenida Grau 1.



Figura 2. Estado Actual de la Avenida Grau 2



Figura 3. Estado de la Avenida Grau Progresiva 0+200



Figura 4. Estado de la Avenida Grau Progresiva 0+200

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 5. Ficha Técnica del Conteo Vehicular – MTC

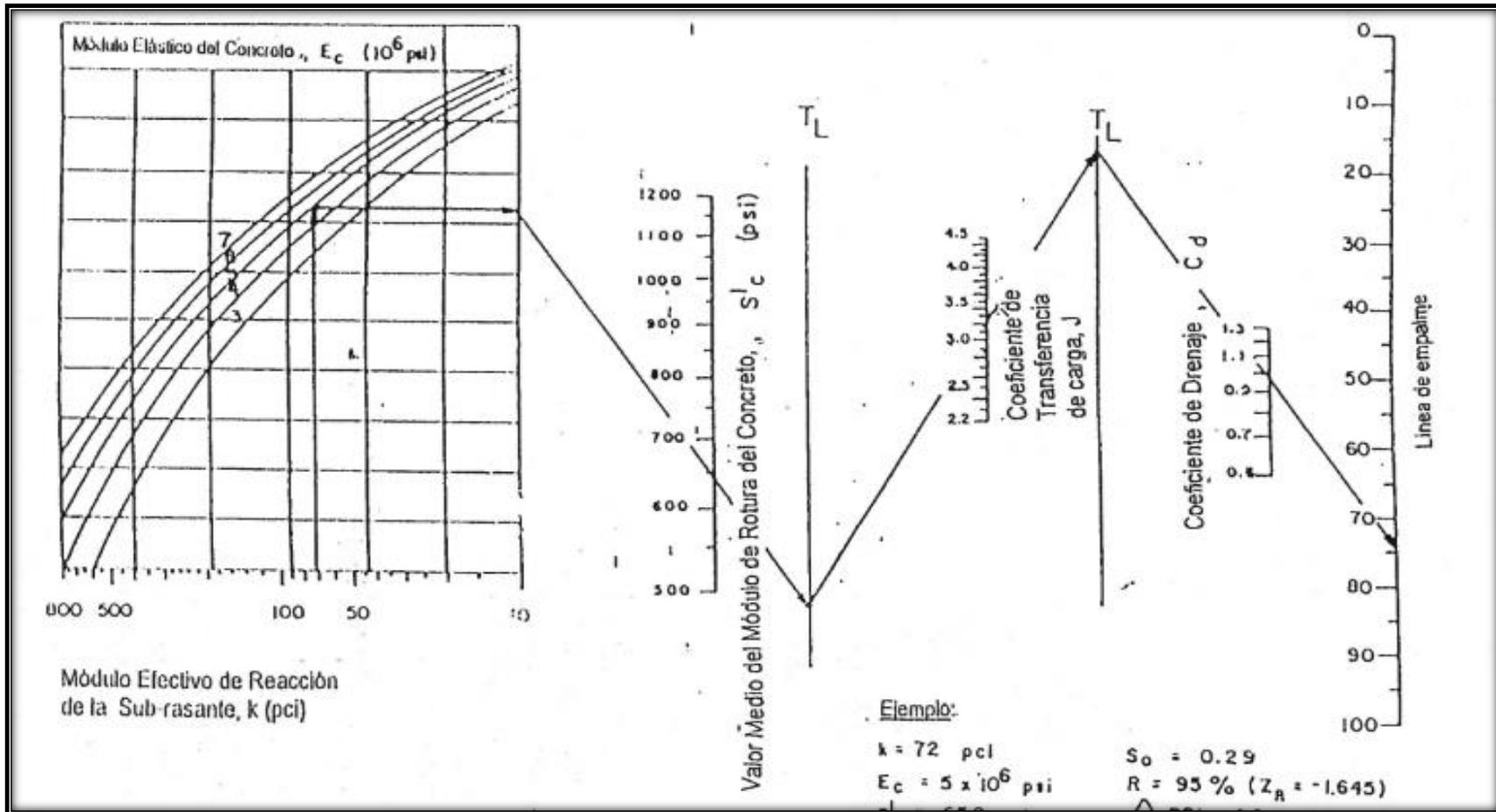


Figura 6. monogramas de la metodología AASHTO 93, para el diseño de pavimentos rígidos.

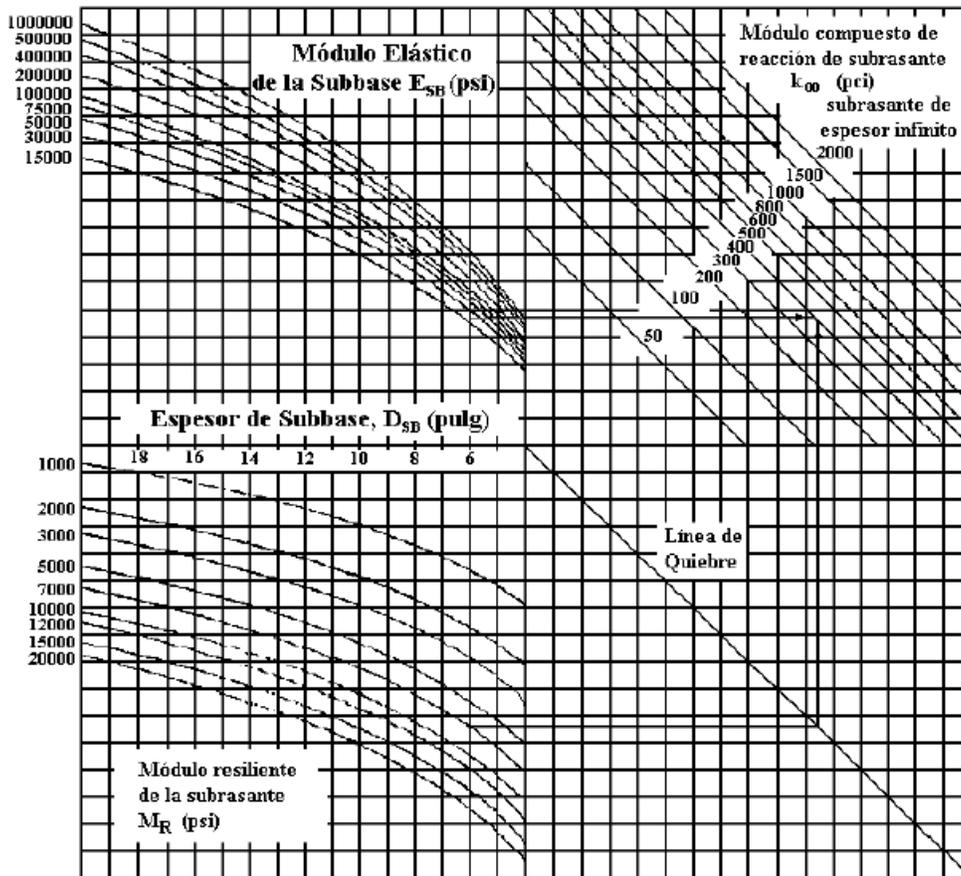


Figura 7. Módulo compuesto de reacción de la subrasante.

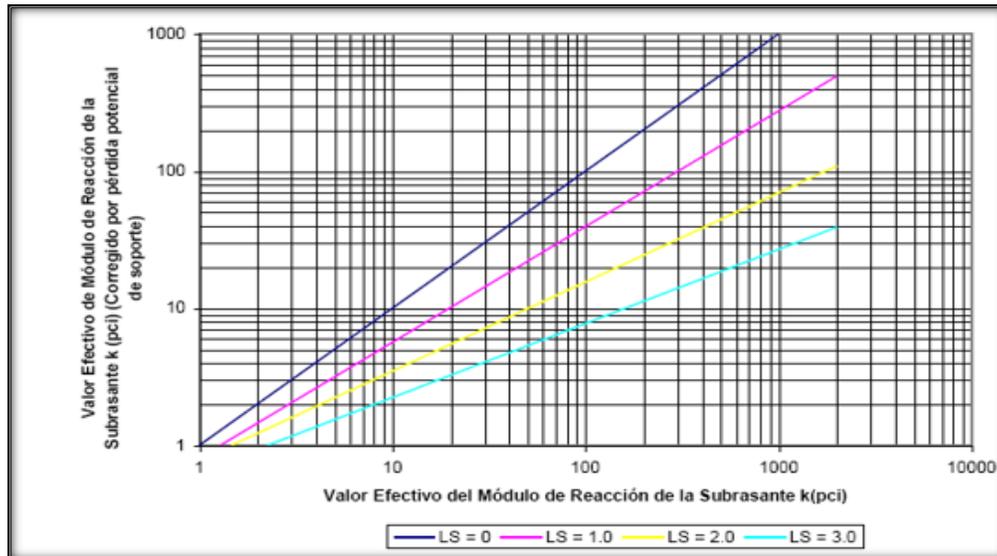


Figura 8. Módulo de Reacción de la Sub Rasante (K)

| Diámetros y Longitudes recomendados en pasadores | | | | |
|--|----------|---------|--|------------------------------------|
| RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM) | DIÁMETRO | | LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM) | SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM) |
| | MM | PULGADA | | |
| 150 - 200 | 25 | 1" | 410 | 300 |
| 200 - 300 | 32 | 1 ¼" | 460 | 300 |
| 300 - 430 | 38 | 1 ½" | 510 | 380 |

Figura 9. Diámetro de Longitud Recomendado de los Pasadores.

ANEXO 6: ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136



INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES

CONTRATO N°

CÓDIGO

HOJA

1

DE

1

REGISTRO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA GRAU (0+000-0+493) PARÍÑAS - TALARA - PERU

SOLICITADO POR : TOBIAS ORLANDO MURGA GIL

MUESTRA : M - 1

UBICACIÓN : AV. GRAU - TALARA (0+247)

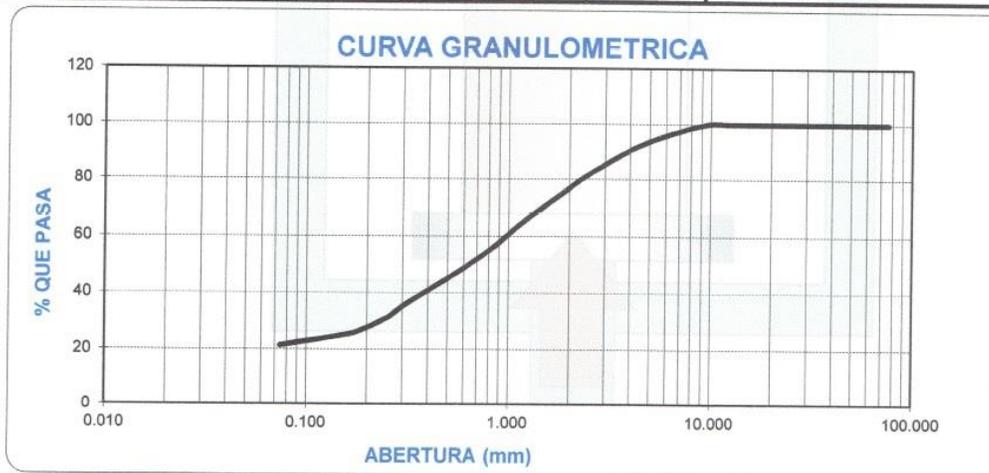
FECHA : TALARA 15 DE JUNIO DEL 2021

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | Límites e Indices de Consistencia |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------------------|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | L. Líquido : 22.00 |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | L. Plástico : 19.06 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Ind. Plástico : 2.94 |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Clas. SUCS : SM |
| 3/4" | 19.050 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Clas. AASHTO : A-1-b (0) |
| 1/2" | 12.700 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1/4" | 6.350 | 28.36 | 3.55 | 3.55 | 96.46 | |
| No4 | 4.170 | 41.44 | 5.18 | 8.73 | 91.28 | |
| 8 | 2.360 | 84.16 | 10.52 | 19.25 | 80.76 | |
| 10 | 2.000 | 30.25 | 3.78 | 23.03 | 76.97 | |
| 16 | 1.180 | 95.24 | 11.91 | 34.93 | 65.07 | |
| 20 | 0.850 | 68.93 | 8.62 | 43.55 | 56.45 | |
| 30 | 0.600 | 61.15 | 7.64 | 51.19 | 48.81 | |
| 40 | 0.420 | 55.90 | 6.99 | 58.18 | 41.82 | |
| 50 | 0.300 | 53.10 | 6.64 | 64.82 | 35.18 | |
| 60 | 0.250 | 32.44 | 4.06 | 68.87 | 31.13 | |
| 80 | 0.180 | 38.32 | 4.79 | 73.66 | 26.34 | |
| 100 | 0.150 | 11.12 | 1.39 | 75.05 | 24.95 | |
| 200 | 0.074 | 28.84 | 3.61 | 78.66 | 21.34 | |
| < 200 | | 170.75 | 21.34 | 100.00 | 0.00 | |
| Total | | 800.00 | | | | |

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Arena limosa de baja plasticidad, con 21.34% de finos que pasa la malla N° 200. Estrato de color beige claro.

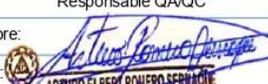
OBSERVACIÓN



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio
Nombre: 
Firma: 

D: _____
M: _____
A: _____

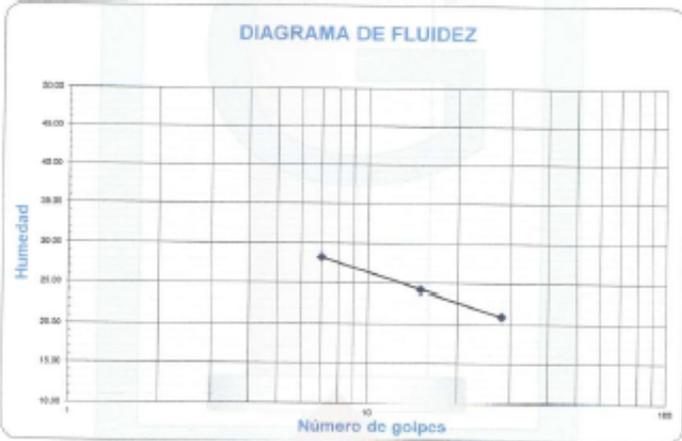
Responsable QA/QC
Nombre: 
Firma: 

D: _____
M: _____
A: _____

Responsable QA
Nombre: MESA INGENIEROS S.A.C.
Firma: 


D: _____
M: _____
A: _____

ANEXO 7: LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 43418

|  INGENIERIA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES | | | | | | | | |
|--|--|--|----------------------------|---|--------------|--------------|-------------|--------------|
| CONTRATO N° | CÓDIGO | HOJA 1 DE 1 | REGISTRO | | | | | |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | | | | | |
| LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318 | | | | | | | | |
| OBRA: | <i>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA GRAU (0+000- 0+493) PARIÑAS - TALARA - PERU</i> | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | <i>MESA INGENIEROS SAC</i> | | | | | | | |
| MUESTRA: | M-1 | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | <i>AV. GRAU - TALARA (0+247)</i> | | | | | | | |
| FECHA: | <i>TALARA 15 DE JUNIO DEL 2021</i> | | | | | | | |
| SOLICITA: | <i>TOBIAS ORLANDO MURGA GIL</i> | | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | PESO TARA | PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | PESO TARA + SUELO SECO (g) | HUMEDAD % | | | | |
| 7 | 10 | 15.25 | 14.06 | 28.20 | | | | |
| 15 | 11 | 17.36 | 16.14 | 24.21 | | | | |
| 28 | 11 | 17.45 | 16.35 | 21.03 | | | | |
| LIMITE PLASTICO | | | | | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | PESO TARA | PESO TARA + SUELO HUMEDO (g) | PESO TARA + SUELO SECO (g) | HUMEDAD % | | | | |
| - | 9.83 | 14.80 | 14.00 | 19.18 | | | | |
| - | 9.30 | 13.95 | 13.20 | 19.23 | | | | |
| - | 9.15 | 13.96 | 13.2 | 18.77 | | | | |
|  | | | | <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>LL. =</td> <td>22.00</td> </tr> <tr> <td>IP =</td> <td>19.06</td> </tr> </table> | LL. = | 22.00 | IP = | 19.06 |
| LL. = | 22.00 | | | | | | | |
| IP = | 19.06 | | | | | | | |
| MESA INGENIEROS S.A.C. | | | | | | | | |
| Técnico de Laboratorio Nombre:  Firma:  | D: M: A: | Responsable QA/QC Nombre:  Firma:  | D: M: A: | | | | | |
| Responsable QA Nombre:  Firma:  | D: M: A: | | | | | | | |

ANEXO 8: ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO



INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES

CONTRATO

CÓDIGO

HOJA 1 1

REGISTRO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA GRAU (0+000-0+493) PARIÑAS - TALARA - PERU
SOLICITA : TOBIAS ORLANDO MURGA GIL
LUGAR : AV. GRAU - TALARA (0+247)
MUESTRA : M - 1
FECHA : TALARA 15 DE JUNIO DEL 2021

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

| ESTADO | SIN SATURAR | | SATURADO | | SIN SATURAR | | SATURADO | |
|---|-------------|--|----------|--|-------------|--|----------|--|
| | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | | | |
| MOLDE | 56 | | 25 | | 12 | | | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | | | |
| SOBRECARGA (gr.) | 4530 | | 4530 | | 4530 | | | |
| Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.) | 10349.00 | | 10149.00 | | 9947.00 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 6285.00 | | 6285.00 | | 6285.00 | | | |
| Peso del suelo Húmedo (gr.) | 4084.00 | | 3864.00 | | 3662.00 | | | |
| Volumen de Molde (cm3) | 2095.00 | | 2095.00 | | 2095.00 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm3) | 1.940 | | 1.844 | | 1.748 | | | |
| CAPSULA N° | | | | | | | | |
| Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 54.92 | | 51.86 | | 50.90 | | | |
| Peso de suelo seco + Cápsula (gr.) | 51.94 | | 49.15 | | 48.27 | | | |
| Peso de Agua (gr) | 2.98 | | 2.71 | | 2.63 | | | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 15.42 | | 16.13 | | 16.22 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 36.52 | | 33.02 | | 32.05 | | | |
| % de Humedad | 8.16 | | 8.21 | | 8.21 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm3) | 1.794 | | 1.704 | | 1.615 | | | |

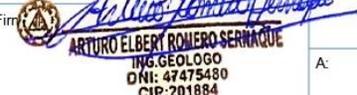
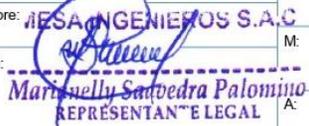
ENSAYO DE EXPANSION

| FECHA | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | |
|--------|------------|-----------|-------|------------|-----------|-------|------------|-----------|-------|
| | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 0 hrs | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 |
| 24 hrs | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 |
| 48 hrs | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 |
| 72 hrs | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 |
| 96 hrs | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 |

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

| NSAYO DE CARG | LECTURA DIAL | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | 26 GOLPES | | LECTURA DIAL | MOLDE 3 | | 12 GOLPES |
|---------------|--------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------|--|-----------|
| | | lbs. | lbs/pulg2 | lbs. | lbs/pulg2 | lbs. | lbs/pulg2 | | | | |
| 0.025 | 9 | 53.4 | 17.8 | 7 | 35.2 | 11.7 | 5 | 17.0 | 5.7 | | |
| 0.050 | 18 | 135.5 | 45.2 | 15 | 108.1 | 36.0 | 10 | 62.6 | 20.9 | | |
| 0.075 | 27 | 217.5 | 72.5 | 23 | 181.1 | 60.4 | 18 | 135.5 | 45.2 | | |
| 0.100 | 40 | 336.0 | 112.0 | 34 | 281.3 | 93.8 | 28 | 226.6 | 75.5 | | |
| 0.125 | 54 | 463.7 | 154.6 | 44 | 372.5 | 124.2 | 37 | 308.7 | 102.9 | | |
| 0.150 | 69 | 600.4 | 200.1 | 57 | 491.0 | 163.7 | 46 | 390.7 | 130.2 | | |
| 0.200 | 95 | 837.4 | 279.1 | 77 | 673.3 | 224.4 | 60 | 518.3 | 172.8 | | |
| 0.300 | 132 | 1174.7 | 391.6 | 110 | 974.1 | 324.7 | 76 | 664.2 | 221.4 | | |
| 0.400 | 155 | 1384.3 | 461.4 | 130 | 1156.4 | 385.5 | 88 | 773.6 | 257.9 | | |
| 0.500 | 170 | 1521.1 | 507.0 | 142 | 1265.8 | 421.9 | 97 | 855.6 | 285.2 | | |

MESA INGENIEROS S.A.C.

| | | |
|---|--|---|
| <p>Técnico de Laboratorio</p> <p>Nombre: </p> <p>Firma: </p> | <p>Responsable QA/QC</p> <p>Nombre: </p> <p>Firma:  ARTURO ELBERT ROMERO SERNAQUE ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884</p> | <p>Responsable QA</p> <p>Nombre: MESA INGENIEROS S.A.C.</p> <p>Firma:  Marijelly Saavedra Palomino REPRESENTANTE LEGAL</p> |
|---|--|---|

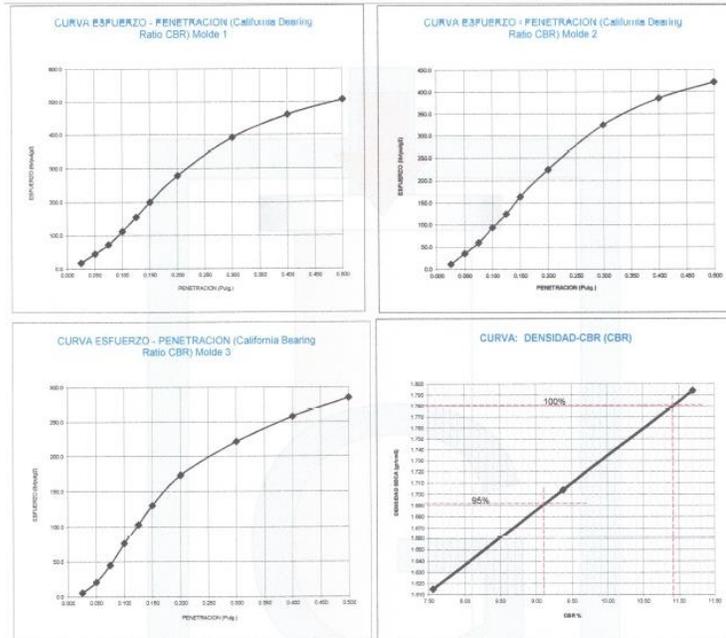


**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

CONTRATO CÓDIGO HOJA REGISTRO

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO

OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA GRAU (0+000-0+493) PARIÑAS - TALARA - PERU
SOLICITA : TOBIAS ORLANDO MURGA GIL
LUGAR : AV. GRAU - TALARA (0+247)
MUESTRA : M - 1
FECHA : TALARA 15 DE JUNIO DEL 2021



Valores Corregidos

| MOLDE N° | PENETRACION (pulg) | PRESION APLICADA (lbs/pulg2) | PRESION PATRÓN (Lb/pulg2) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm3) |
|----------|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------------------------|
| 1 | 0.1 | 112.0 | 1000 | 11.20 | 1.794 |
| 2 | 0.1 | 93.8 | 1000 | 9.38 | 1.704 |
| 3 | 0.1 | 75.5 | 1000 | 7.55 | 1.615 |

| MOLDE N° | PENETRACION (pulg) | PRESION APLICADA (lbs/pulg2) | PRESION PATRÓN (Lb/pulg2) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm3) |
|----------|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------------------------|
| 1 | 0.2 | 279.1 | 1500 | 18.61 | 1.794 |
| 2 | 0.2 | 224.4 | 1500 | 14.96 | 1.704 |
| 3 | 0.2 | 172.8 | 1500 | 11.52 | 1.615 |

| METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557 | |
|---|--------|
| 100% Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | 1.780 |
| 95% Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | 1.691 |
| ÓPTIMO Contenido de Humedad | 8.10% |
| C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca | 10.91% |
| C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca | 9.10% |

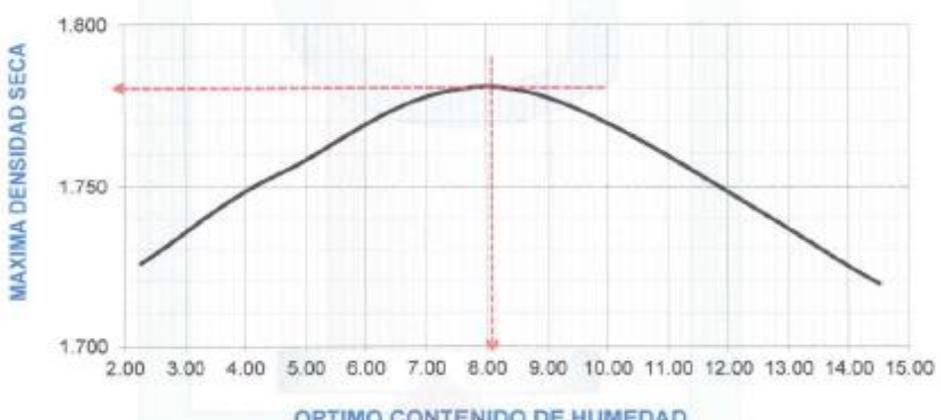
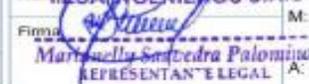
MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio
 Nombre:
 Firma:

Responsable QA/QC
 Nombre:
 Firma:
 ARTURO ELBERT ROMERO SERRAQUE
 ING. GEÓLOGO
 ONI: 47475480
 CIP: 201884

Responsable QA
 Nombre: MESA INGENIEROS S.A.C.
 Firma:
 Marijelly Saavedra Palomino
 REPRESENTANTE LEGAL

ANEXO 9: ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180

|  INGENIERIA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES | | | | |
|--|---|--|-------------------------------|--------|
| CONTRATO N° | CÓDIGO | HOJA <input type="text"/> DE <input type="text"/> | REGISTRO <input type="text"/> | |
| ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 | | | | |
| OBRA: | DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA GRAU (0+000- 0+493) PARINAS - TALARA - PERU | | | |
| UBICACION: | AV. GRAU - TALARA (0+493) | | | |
| MUESTRA: | M - 1 | | | |
| FECHA: | TALARA 15 DE JUNIO DEL 2021 | | | |
| SOLICITA: | TOBIAS ORLANDO MURGA GIL | | | |
| Compactación | | | | |
| Prueba N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Numero de capas | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Numero de golpes | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso suelo + molde (gr.) | 5849 | 5914 | 6000 | 6033 |
| Peso molde (gr.) | 4255.0 | 4255.0 | 4255.0 | 4255.0 |
| Peso suelo compactado (gr.) | 3519.7 | 3669.7 | 3919.7 | 3754.7 |
| Volumen del molde (cm ³) | 903.2 | 903.2 | 903.2 | 903.2 |
| Densidad humeda (gr/cm ³) | 1.760 | 1.840 | 1.930 | 1.970 |
| Humedad (%) | | | | |
| Tara N° | A-11 | A-28 | A-25 | A-32 |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 81.17 | 86.35 | 83.55 | 82.76 |
| Tara + suelo seco (gr.) | 79.80 | 83.37 | 78.52 | 74.70 |
| Peso de agua (gr.) | 1.37 | 2.98 | 5.03 | 8.06 |
| Peso de tara (gr.) | 19.35 | 19.45 | 19.82 | 19.16 |
| Peso de suelo seco (gr.) | 60.45 | 63.92 | 58.70 | 55.54 |
| Humedad (%) | 2.27 | 4.66 | 8.57 | 14.51 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.726 | 1.755 | 1.780 | 1.719 |
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | : 1.78 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : 8.10 | | | |
| CURVA DE COMPACTACION | | | | |
|  | | | | |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| MESA INGENIEROS S.A.C. | | | | |
| Técnico de Laboratorio Nombre: Firma:  | D: M: A: | Responsable QA/QC Nombre: Firma:  ARTURO ELBER ROMERO BERMUDEZ ING. GEÓLOGO DNI: 43475480 CIP: 201884 | D: M: A: | |
| | | Responsable QA Nombre: Firma:  Mariyella Saavedra Palomino REPRESENTANTE LEGAL | D: M: A: | |

ANEXO 10: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

