



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación del diseño de pavimento flexible utilizando los métodos: AASHTO 93 y Racional, en la carretera Jauranga - Palpa - Ica 2021

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Bach. Tenorio Gavilán, Luis Antony (ORCID: [0000-0002-3155-5506](https://orcid.org/0000-0002-3155-5506))

**ASESOR:**

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: [0000-000186253989](https://orcid.org/0000-000186253989))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

CALLAO — PERÚ

2021

### **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, pues sin ellos no lo había logrado.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por su motivación y apoyo en el avance mi carrera profesional.

Además, agradecer al Ms Aybar Arriola Gustavo Adolfo por su instrucción en el avance progresivo de esta tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	3
III.METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos.....	11
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	12
IV.RESULTADOS.....	13
V.DISCUSIÓN.....	21
VI.CONCLUSIONES.....	23
VII.RECOMENDACIONES.....	25
REFERENCIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	30
ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	31

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables.....	34
ANEXO 3: Ficha de Validación Juicio de Expertos.....	36
ANEXO 4: ESTUDIO DE TRÁFICO.....	38
ANEXO 5: ESTUDIO DE SUELOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01. Cálculo de número estructural .....	14
Tabla N°03: Tabla de procesamiento de datos para hallar la Temperatura Media Anual .....	16
Tabla N°09: Matriz de Operacionalización de Variables.....	35
Tabla N°10: Ficha de Validación (Juicio de Expertos).....	37
Tabla N°11: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (12/09/2021) .....	39
Tabla N°12: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (13/09/2021) .....	40
Tabla N°13: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (14/09/2021) .....	41
Tabla N°14: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (15/09/2021) .....	42
Tabla N°15: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (16/09/2021) .....	43
Tabla N°16: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (17/09/2021) .....	44
Tabla N°17: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (18/09/2021) .....	45
Tabla N°18: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (13/09/2021) .....	46
Tabla N°19: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (14/09/2021) .....	47
Tabla N°20: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (15/09/2021) .....	48
Tabla N°21: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (16/09/2021) .....	49
Tabla N°22: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (17/09/2021) .....	50
Tabla N°23: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (18/09/2021) .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Situación actual de la carreta Jauranga-Palpa-Ica .....	1
<b>Figura 2:</b> Sección típica de un pavimento flexible.....	5
<b>Figura 3:</b> Sección multicapa de los esfuerzos en el pavimento .....	6
<b>Figura 4:</b> Procedimiento del Método AASHTO 1993 .....	7
<b>Figura 5:</b> Diagrama de deformaciones en un pavimento flexible .....	8
<b>Figura 6.</b> Ubicación del proyecto.....	10

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Comparación del diseño de pavimento flexible utilizando los métodos: AASHTO 93 y racional, en la carretera Jauranga - Palpa - Ica 2021”, tiene el fin de realizar la comparación de los diseños de pavimento flexible utilizando el método empírico (AASHTO 93) y el método mecanicista racional (Shell), para determinar que método presenta el diseño más óptimo para que pueda ser usado en la carretera Jauranga del distrito de Llipata de la Provincia de Palpa en el departamento de Ica.

En este sector la infraestructura vial se encuentra en malas condiciones, debido a esto a los pobladores le resulta difícil el tránsito vehicular y de los peatones, ocasionando a la vez accidentes, lo que constituye una limitante en el desarrollo de los distritos, puesto que se tiene el derecho de acceder a la modernidad vial con vías de acceso de calidad, hacia los transportistas y a la población en general.

De esta manera, podemos decir que el aporte del presente proyecto de investigación tendrá como beneficiarios a los habitantes de los centros poblados Llipata y Arenales pertenecientes al distrito de Llipata, ya que servirá para ejecutar un adecuado diseño de pavimento y de esta manera se optimice la vida útil de la infraestructura vial.

**Palabras clave: Pavimento, método AASHTO 93, método Shell.**



## **ABSTRACT**

The present thesis entitled "Comparison of flexible pavement design using the methods: AASHTO 93 and rational, on the Jauranga - Palpa - Ica 2021 highway", has the purpose of comparing flexible pavement designs using the empirical method (AASHTO 93) and the rational mechanistic method (Shell), to determine which method presents the most optimal design so that it can be used on the Jauranga highway in the Llipata district of the Palpa Province in the department of Ica.

In this sector, the road infrastructure is in poor condition, due to this, it is difficult for the residents to have vehicular and pedestrian traffic, causing accidents at the same time, which constitutes a limitation in the development of the districts, since It has the right to access modern roads with quality access roads, towards transporters and the population in general.

In this way, we can say that the contribution of this research project will have as beneficiaries the inhabitants of the Llipata and Arenales population centers belonging to the Llipata district, since it will serve to execute an adequate pavement design and in this way optimize the useful life of road infrastructure.

**Keywords: Pavement, AASHTO 93 method, Shell method.**

## I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática el problema se presenta en la carretera Jauranga de la localidad de Llipata-Palpa-Ica, en la que se evidencia que la infraestructura vial se encuentra en malas condiciones, debido a esto los pobladores se ven con la necesidad de transitar por el camino de trocha, lo cual hace difícil el tránsito vehicular y de los peatones, ocasionando a la vez accidentes; es así que a pesar de tener un camino existente que une los distritos de Llipata y Palpa existen serias deficiencias que impide una comunicación adecuada entre ambos centros poblados, lo que constituye una limitante en el desarrollo de los distritos, puesto que se tiene el derecho de acceder a la modernidad vial con vías de acceso de calidad, hacia los transportistas y a la población en general.



**Figura 1:** Situación actual de la carreta Jauranga-Palpa-Ica

Fuente: Elaboración Propia

De lo expuesto se formula la problemática con la siguiente pregunta general: ¿De qué manera podemos comparar los diseños de pavimento flexible obtenidos UTILIZANDO LOS MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO 93, EN LA CARRETERA JAURANGA - ICA 2021? Además, se plantea 3 problemas específicos, primer problema específico ¿Cuáles son los factores de diseño aplicando el método AASHTO 93, para determinar el diseño del pavimento flexible?, segundo problema específico ¿Cuáles son los factores de diseño aplicando el método

RACIONAL, para el diseño del pavimento flexible?, tercer problema específico ¿Cómo podemos comparar los factores de diseño del método RACIONAL y del METODO AASHTO 93?

El presente estudio plantea mejorar la servicialidad de la vía Jauranga – Palpa – Ica; de esta manera el tráfico vehicular y peatonal va aminorar en las horas de viaje; del mismo modo, se logrará aminorar el padecimiento de los males de la piel y de los pulmones, es así que mediante el diseño comparativo de los diseños de pavimentos flexibles utilizando los métodos: RACIONAL y AASHTO 93 del tramo de la carretera Jauranga – Palpa – Ica.

El objetivo general del presente proyecto de tesis es determinar la comparación de diseño de pavimento flexible entre el método RACIONAL y el método AASHTO 93. Como objetivos específicos tenemos: **OE1:** Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método AASHTO 93 y calcular el número estructural para la determinación de los espesores de la estructura del pavimento, **OE2:** Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método Racional para calcular las deformaciones a tracción y compresión en el pavimento.

Como hipótesis general se tiene: El método de diseño RACIONAL, presenta mejor características técnicas que el método de diseño AASHTO 93.

Además, se plantea las siguientes hipótesis específicas: HE1: De los factores de diseño aplicando el método AASHTO 93 se puede calcular el número estructural para la determinación de los espesores de la estructura del pavimento, HE2: de los factores de diseño aplicando el método RACIONAL se pueden calcular las deformaciones a tracción y compresión en el pavimento, HE3: comparación de los factores de diseño aplicando los métodos RACIONAL y AASHTO 93.

## II. MARCO TEÓRICO

Para desarrollar el Marco Teórico presento como antecedentes internacionales, Según Rodríguez (2013) en su proyecto de investigación, Análisis comparativo de Métodos de Diseño de Pavimento Flexible, llega a la conclusión, que al realizar la comparación de los métodos de diseño se observó que hay diferencias con respecto a la información requerida por cada método y los modelos de deterioro que se usan para calcular los espesores de la estructura del pavimento.

Según Izquierdo Velásquez Carolina (2019) en su tesis titulada Análisis mecanicista para evaluar el pavimento de la trocha 12-vía de acceso al pozo Trogon, Municipio de Guamal-Meta, llego a la conclusión, que en el proyecto de investigación se empleó la aplicación de metodologías mecanísticas – empíricas para la evaluación y propuesta de rehabilitación del pavimento. El concepto mecanicista se basó en el comportamiento del pavimento, ante las acciones del clima, el tránsito, las características de los materiales y la condición existente del pavimento. Lo anterior, permite calcular y determinar el comportamiento de la estructura del pavimento para los diferentes niveles de daños por fatiga y ahuellamiento, en el desarrollo del periodo de diseño. Los conceptos empíricos fueron aplicados mediante el uso de formulaciones de la guía metodológica MEPDG basado en el método AASHTO y que emplea el programa CR-ME versión Beta para obtener el diseño del pavimento flexible bajo la condición de rehabilitación.

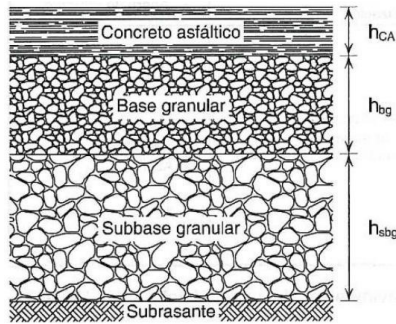
Según, García, Gutiérrez y Hernández (2014) en su trabajo de investigación, Análisis comparativo para diseño de pavimentos flexibles mediante las alternativas: IMT-PAVE y CR-ME del método mecanicista empírico, con el Método AASHTO 93, en la cual realizan la comparación de los parámetros de diseño de cada método mencionado, concluyen que los espesores calculados por los métodos mecanicistas presentan una mayor precisión con respecto al método empírico, ya que por el método IMT-PAVE, utilizan una cuantificación real del tránsito proyectado, por consiguiente, permite obtener resultados más realistas traducidos en los espectros de carga; luego mediante el método CR-ME, se basa en las deformaciones (tomando puntos más críticos) en la conformación del pavimento, haciendo uso además del factor clima, lo cual le otorga más confiabilidad en comparación con la metodología de diseño

empírico AASHTO 93, obteniendo de esta manera más opciones de métodos para el diseño, y un período de vida útil más eficiente.

Como antecedentes nacionales se tiene, según, Mendoza (2019) en su proyecto de investigación, Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecánico ASSHTO 93 y SHELL para determinar la vida útil del pavimento, determinó el tiempo de vida útil, utilizando el método racional Shell y el método empírico AASHTO 93, en el área de estudio, obteniendo mediante el método empírico una estructura de pavimento en base al número estructural, luego utilizó la metodología Shell, la cual es un método racional, en donde los parámetros de diseño utilizados son las propiedades mecánicas de los materiales traducidos al módulo resiliente de las ya mencionadas, añadiéndose el factor de la temperatura del lugar, obteniendo así, mediante fórmulas los valores de las deformaciones en el pavimento, luego haciendo uso de modelos estructurales pudo calcular el tiempo de vida útil, concluyendo así que mediante el método AASHTO existe un sobredimensionamiento con respecto al método Shell.

Según, Escobar (2017) en su proyecto de investigación, “Diseño de pavimento flexible, bajo la influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en San Rosa- Sachapite, Huancavelica-2017”, como objetivo identificó y cuantificó la influencia que tienen los parámetros de diseño en el pavimento flexible y así poder determinar la vida útil que tendrá la vía en estudio. Sobre todo, el investigador tomo en cuenta una evaluación al pavimento actual debido a la estructura encontrada como sus deterioros, con el diseño del año 2017 para de esa manera determinar la influencia de los parámetros. Además, identificó aquellos parámetros de diseño más influyentes en el diseño del pavimento flexible actual en Huancavelica en el tamo Santa Rosa-Sachapite

Como base teórica, vinculada al proyecto de investigación se tiene,  
El pavimento flexible es aquella que está conformada por una capa bituminosa apoyada, puede ser por una o más capas (base y subbase) que transmiten los esfuerzos al terreno de fundación mediante la disipación de tensiones, las cuales las cuales disminuyen conforme a la profundidad. En la Figura 2 el corte típico.



**Figura 2:** Sección típica de un pavimento flexible

**Fuente:** (Higuera, 2011)

Entre las diversas funciones se puede mencionar:

La función de la capa subrasante en los pavimentos flexibles es de servir como base del pavimento.

La función de la capa Subbase es principalmente en la parte económica ya que, en efecto, el espesor total requerido para que el nivel de compactación en el suelo de cimentación, se puede construir con materiales de buena calidad; pero de preferencia, es ideal que se distribuyan las capas de mayor calidad en la parte superior y en la parte inferior colocar las de menor calidad en la carretera. (Higuera, 2011).

En lo que corresponde a la capa Base, se puede mencionar las siguientes funciones:

La función económica de la base en relación con la carpeta de rodadura, tiene una función similar a la que tiene la subbase.

La resistencia es la función principal de la capa de pavimento, que es proporcionar un agente que transfiera al suelo y al suelo los esfuerzos generados por el tráfico de una densidad adecuada.

La Impermeabilidad en la medida de lo posible, evitar que entre agua.

Los esfuerzos en la capa de rodadura, está expuesta principalmente a tensiones de compresión y tracción. Su prioridad es esparcir las tensiones tangenciales provocadas por la carga del vehículo, y pasar del valor de la fuerza de compresión que se aplica en la superficie a un valor de la fuerza de tracción que se aplica en la capa inferior; para que de esa manera no suceda el agrietamiento.

Entre los principales factores a considerar para poder diseñar las estructuras de pavimento tenemos los siguientes:

Estructurales, el pavimento constituido por capas con unos espesores calculados y obteniendo de cada capa las características mecánicas. (Higuera, 2011).

El tránsito, teniendo en cuenta la clase, el peso, tipo de ejes, cargas y la presión de las llantas.

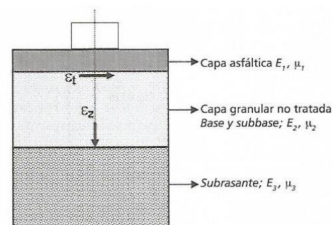
El Clima, teniendo como datos la temperatura, e indicadores correspondientes a cada región.

**El diseño mediante el método empírico en pavimento flexible** se correlaciona el comportamiento, mediante la observación y medición in situ. Los parámetros más influyentes son el tránsito, el tipo de suelo y las condiciones ambientales.

Este método plantea que la subrasante es la más vulnerable a las deformaciones en contraste con las demás capas del pavimento, por su baja rigidez. En otras palabras, la metodología empírica no tiene consideración en que cada capa que conforma el pavimento de diseño tiene un papel influyente en la deformación permanente. En este tipo de diseño las carpetas de rodaduras no cumplen una tarea estructural.

**Para el método de diseño racional**, calculamos las deformaciones en las estructuras del diseño del pavimento, debido al tránsito proyectado, luego por los modelos estructurales, con la ayuda de softwares (WinDepav) se realiza una comparación con los efectos de la fatiga (Higuera,2011).

El presente método toma a consideración las variables de diseño como, tránsito de diseño, condiciones climáticas, propiedades de los materiales, cálculo del módulo resiliente, carpeta de rodadura, relación de Poisson y el cálculo de esfuerzos y deformaciones.



**Figura 3:** Sección multicapa de los esfuerzos en el pavimento

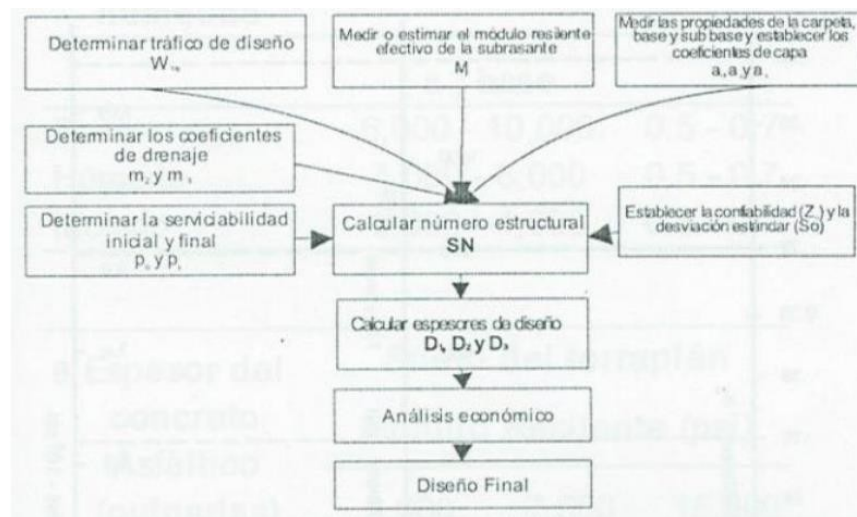
**Fuente:** (Rondón & Reyes, 2015)

Método AASHTO 93. El procedimiento se basa en los resultados obtenidos mediante los ensayos del AASHTO, los cuales fueron hechos en la ciudad de Ottawa.

Estos resultados del desempeño empírico son usados como una guía. Pero cabe decir que, al tratarse de una metodología empírica, presenta diversas limitaciones. Así mismo, se evidenció que el método AASHTO no representa de una forma adecuada el desempeño de pavimento.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) del Perú, realizó la publicación de un manual que establece parámetros y variables para realizar el diseño de pavimentos. Es de importancia resaltar que dicho manual publicado por el MTC propone diversas alternativas para seleccionar valores de diseño en razón del tráfico.

La forma de diseño tiene por finalidad calcular los espesores de las capas de pavimento. En la Figura 3 se observa los pasos del diseño se puede desagregar en los siguientes pasos: Cálculo del número de ejes equivalentes ( $W_{18}$ ), determinación del valor de la desviación estándar  $S_o$ , calcular el módulo resiliente de la Subrasante ( $M_r$ ), además se debe realizar la determinación de la pérdida de serviciabilidad de diseño, así de esta manera, de todos los parámetros mencionados nos servirán para la obtención del número estructural SN.



**Figura 4:** Procedimiento del Método AASHTO 1993

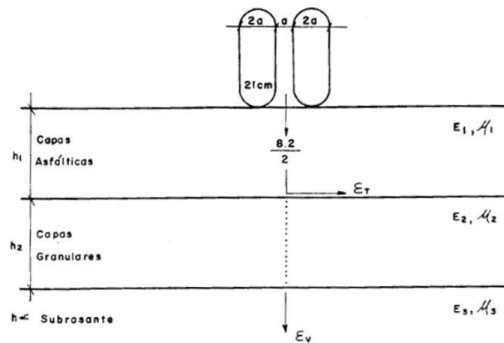
**Fuente:** (Meléndez, 2016)



**El método Shell**, este método plantea un sistema multicapa del pavimento debido a las cargas de tránsito, mediante la cual se calcula los esfuerzos, deflexiones y deformaciones en cualquier parte de la estructura del pavimento. (Higuera, 2011).

En el planteamiento del método las capas consideradas son 3, de las que se describen, la subrasante la cual soporta la fundación de la estructura, luego sigue a la composición de los materiales granulares conformadas por la base y subbase; teniendo por último la carpeta asfáltica. (Higuera, 2011).

Para el diseño del método se puede elegir entre los diferentes ábacos que engloban la combinación de espesores y materiales granulares las que deben ser consistentes con las especificaciones del período de diseño y lo requerido por el tránsito estudiado. (Higuera, 2011).



**Figura 5:** Diagrama de deformaciones en un pavimento flexible

**Los parámetros de diseño**, ah considerarse son el tránsito, la temperatura, los módulos resilientes de las capas de la estructura del pavimento y las propiedades de la mezcla asfáltica.

Mediante el **software WinDepav**, que es un programa que permite analizar una comparación de los métodos AASHTO y RACIONAL. Se procede a determinar las variables de diseño para calcular las deformaciones ocasionadas en cada en capa del pavimento, donde se podrá obtener la deformación a tracción originado en la carpeta de rodadura y una deformación en compresión originado bajo la capa de la subrasante.

Para los datos del cuadro de entrada del programa, en los espesores de la capa de pavimento, se tomará como referencia la estructura del pavimento que se obtuvo por la realización del método AASHTO 93.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación:**

Para este proyecto de tesis la investigación es Aplicada, porque nos centramos de manera directa tanto en el objetivo general, así como los objetivos específicos de una metodología que ya se encuentra establecida.

Así mismo en este proyecto de tesis se expone un enfoque mixto, puesto que se realiza la aplicación de métodos cuantitativos y cualitativos, esto sucede porque las hipótesis se basan en valores calculados mediante las variables e indicadores establecidas.

##### **3.1.2. Diseño de Investigación:**

Se presenta un diseño experimental, puesto que no se cuenta con la información para determinar los parámetros de diseño, es por ello que se llevaron a cabo los estudios de suelos y de tráfico, con la finalidad de obtener los parámetros de diseño que establecen las metodologías RACIONAL y AASHTO 93.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Se trabajará con dos variables los cuales son:

Variable 1: Método AASHTO 93

Variable 2: Método Racional

#### **3.3. Población, muestra y muestreo**

##### **3.3.1. Población:**

Para el presente proyecto de tesis se tomó a consideración a la totalidad del fenómeno estudiado como población, que es la carretera Jauranga-Palpa-Ica con una longitud de cinco kilómetros, de este tramo de estudio se recogerán la información de estudios de tráfico, suelos y demás, para el proceso y análisis de los datos.

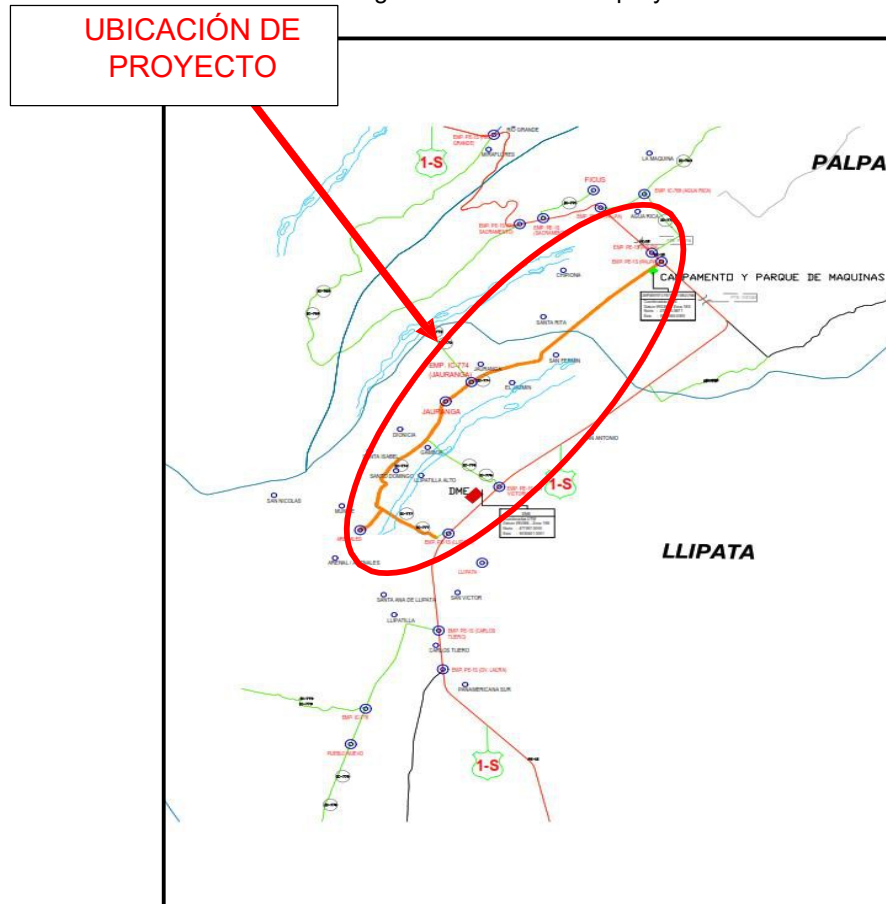
### 3.3.2. Muestra:

Para la muestra de este proyecto de tesis, se consideró 10 sitios escogidos para realizar la exploración mediante calicatas en el sector de la vía Jauranga-Palpa-Ica, teniendo como guía lo que se establece el Manual de Carreteras del M.T.C.

## UBICACIÓN DEL PROYECTO

La carretera Jauranga se encuentra en la circunscripción de la localidad de Llipata, en la Provincia de Palpa, Departamento de Ica, el tramo que se eligió comprende la carretera Jauranga cuya longitud es de 5 km la cual conecta los Centros poblados de Llipata y Arenales con la Provincia de Palpa.

Figura 6. Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Para el muestreo se toma como área de estudio la longitud de los 5 km que comprende la Carretera Jauranga.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la determinación de los parámetros de diseño de las metodologías RACIONAL y AASHTO 93, se utilizó la técnica de recolección de información de la muestra definida para la Carretera Jauranga, realizando trabajos de campo y laboratorio.

Además, se realizó la observación para recolectar los datos, para realizar el estudio de tráfico y así proyectar la cantidad de vehículos que transitarán en la Carretera Jauranga para para esta forma calcular el ESAL que nos servirá para realizar los diseños respectivos.

En lo que corresponde al estudio de suelos se utilizó técnica experimental mediante los ensayos de laboratorio que se realizaron en el tramo de la muestra, cumpliendo con lo que indica el Manual de Carreteras del M.T.C. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), según las normativas de los ensayos de Materiales.

### **3.5. Procedimientos**

Del procedimiento a realizar:

- Analizar y observar la zona de muestra para la detección de posibles interferencias en el estudio.
- Realizar el conteo de vehículos en el área de estudio para el procesamiento del estudio de tráfico y obtener los datos solicitados para la aplicación de los métodos a desarrollar.
- Información bibliográfica de las metodologías a aplicar para la recolección de datos y así poder realizar el presente proyecto de investigación.
- Excavación de calicatas en el área de estudio para realizar ensayos de laboratorio y obtener los datos necesarios para la obtención de las características del suelo.
- Aplicación de los parámetros de diseño de las metodologías para la obtención de resultados para dar las conclusiones de la investigación.

### **3.6. Métodos de Análisis de datos**

Los métodos utilizados para interpretar los datos obtenidos se hace uso de ecuaciones matemáticas parametrizadas en los métodos RACIONAL y AAHSTO 93, en algunos casos debido a la complejidad de las ecuaciones se sustituyen por ábacos. Para realizar el método AASHTO 93 utilizamos el proceso que se establece en el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos, del M.T.C. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones); en lo que corresponde al método RACIONAL se tomó como referencia el procedimiento establecido en el Shell Pavement Design Manual.

#### **IV. RESULTADOS**

En el presente trabajo de investigación se tuvo como resultados según los objetivos planteados.

##### **Resultado del Objetivo específico**

**1: Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método AASHTO 93 y calcular el número estructural para la determinación de los espesores de la estructura del pavimento.**

Para desarrollar este objetivo se ha identificado los factores de diseño del método AASHTO 93 para calcular el SN (Número Estructural).

El tráfico de diseño fue calculado a partir del trabajo realizado en campo a partir de las estaciones ubicadas en el área de estudio.

Del estudio de tráfico realizado utilizamos los valores de los ejes equivalentes para un período de 20 años:

$$\text{Número de Ejes Equivalentes} = \mathbf{1.96 \cdot 10^6 \text{ EE}}$$

Luego calculamos el módulo resiliente ( $M_R$ ) como medida de la rigidez de la subrasante, teniendo al valor del CBR igual a 10.4%, dicho valor al introducirlo en la fórmula obtendremos el valor de  $M_R$ .

$$M_R (\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64} = 2555 * 14.20^{0.64} = 13,959.04$$

Se realiza la determinación del nivel de confiabilidad (%R) que para este caso se usará el valor recomendado de acuerdo al Manual de carreteras del MTC, de Nivel de Confiabilidad

$$R\% = 75\%$$

Para la definición de la desviación estándar normal ( $Z_r$ ) se toma el valor de -1.036, de acuerdo al Manual de Carreteras del M.T.C.

$$Z_r = -1.036$$

Para hallar la Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ ) lo haremos de acuerdo a la probabilidad del tránsito estudiado, para pavimentos flexibles se toma el siguiente valor:

$$S_o = -0.674$$

Para calcular el índice de servicialidad (PSI) resultara de la variación entre la Servicialidad inicial, y el índice de servicialidad final.

Para hallar el valor de la servicialidad inicial se procedió a tomar el valor de acuerdo al Manual de Carreteras del MTC (2014).

$$P_i = 4.0$$

Para hallar el valor de la servicialidad inicial se procedió a tomar el valor de acuerdo al Manual de Carreteras del MTC (2014).

$$P_f = 2.5$$

De los resultados obtenidos anteriormente procedemos a hallar el valor del diferencial de servicialidad para diseñar el pavimento flexible

$$\Delta \text{PSI} = 1.5$$

Una vez obtenidos los parámetros calculados, realizando el procesamiento de los mismos, para calcular el número estructural (SN), nos da el siguiente resultado:

Tabla N°01. Cálculo de número estructural



The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It is a window with a blue title bar. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '85 % Zr=-1.037' and a text input for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text inputs for 'PSI inicial' (value '4') and 'PSI final' (value '2.5').
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text input for 'Mr' with the value '21300' and the unit 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text input fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text input for 'W18' has the value '1962945.02'.
- Número Estructural:** A large text input showing the result 'SN = 2.53'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

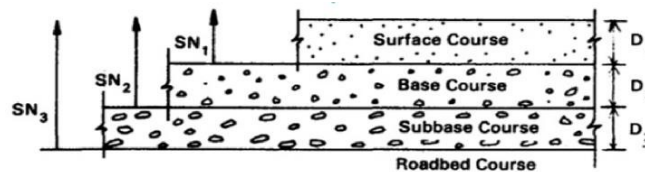
Fuente elaboración propia

Para la determinación del valor del **coeficiente de drenaje**, se considera el valor de BUENO, en el intervalo de los valores 1.25-1.15, para lo cual se escogió 1.25.

Para el **calcular el diseño de espesores**, se realizó mediante el método AASHTO mediante la siguiente fórmula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta PSI}{(4.2-1.5)})}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 7: Composición de estructura de pavimento Método AASHTO 93



$$SN = a_1.D_1 + a_2.D_2.m_2 + a_3.D_3.m_3$$

Tabla N°02: Dimensiones de la estructura del pavimento por el Método AASHTO 93

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) C.A.	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.53	2.64	5	20	15

Fuente: Elaboración propia

### 1. Resultado del Objetivo específico 2:

**Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método Racional para calcular las deformaciones a tracción y compresión en el pavimento.**

Se realizó el método Racional utilizando la metodología Shell, en la cual se verificó las deformaciones admisibles, de los espesores de la estructura del pavimento tomando como referencia el diseño obtenido en el método del AASHTO 93.

Para el factor **tráfico** se toma como referencia el calculado en el diseño por el Método

AASHTO 93, teniendo el siguiente valor:

Número de Ejes Equivalentes: **1.96\*10<sup>6</sup> EE**



Para el cálculo de la **Temperatura Media Anual** se calculó mediante los registros históricos que nos proporciona el SENAMHI, para esto se tomó la estación meteorológica ubicada en Río Grande-Palpa, el sector más cercano al área de estudio, de los datos obtenidos se calcula el factor de ponderación, haciendo uso del ábaco del manual de la metodología Shell, y se obtiene los siguientes resultados:

Tabla N°03: Tabla de procesamiento de datos para hallar la Temperatura Media Anual

MES	T °C	FACTOR DE PONDERACIÓN
ENERO	30.30	3.66
FEBRERO	30.37	3.72
MARZO	30.54	3.80
ABRIL	28.64	2.60
MAYO	28.92	2.81
JUNIO	25.71	2.31
JULIO	26.30	2.41
AGOSTO	26.83	2.52
SETIEMBRE	25.16	2.22
OCTUBRE	29.46	3.21
NOVIEMBRE	29.75	3.34
DICIEMBRE	30.11	3.51
	<b>PROMEDIO</b>	3.01

Fuente: Elaboración Propia

Del Factor de ponderación promedio calculado, utilizando el ábaco se obtiene una Temperatura Media Anual =28.20°c

Para el Método Racional Shell establece que las **propiedades de las capas granulares**, se debe tener el módulo dinámico de elasticidad, lo que conocemos como Módulo de Resiliencia.

Según el Manual de Carreteras permite calcular el Módulo de Resiliencia mediante la siguiente fórmula:

$$M_R = 10^7 * CBR \quad N/m^2$$

Con la aplicación de la fórmula mencionada tendremos los siguientes resultados para las capas granulares:

- Para la Sub rasante:

$$M_R = 10^7 * 40 \text{ N/m}^2 \text{ (Valor CBR de acuerdo al Manual de Carreteras 2013)}$$

$$M_R = 4 * 10^8 \text{ N/m}^2$$

- Para la Sub Base:

$$M_R = 10^7 * 40 \text{ N/m}^2$$

$$M_R = 4 * 10^8 \text{ N/m}^2$$

- Para la Base:

$$M_R = 10^7 * 14.20 \text{ N/m}^2$$

$$M_R = 1.42 * 10^8 \text{ N/m}^2$$

La Mezcla asfáltica que se utilizó para este diseño es PEN 60/70 debido a que nos encontramos en una zona cálida.

Para lo cual mediante el ENSAYO MARSHALL, de determinó una composición volumétrica de 11%.

Para la aplicación del Método Racional Shell fue necesario calcular el módulo resiliente de la carpeta asfáltica,  $2.5 * 10^7 \text{ N/m}^2$ .

#### e) Deformación unitaria a tracción.

$$\epsilon_t = (0.856 * V_b + 1.08) * E_1^{0.0886} * (E_{E8.2} / K)^{0.0220}$$

Siendo: El  $V_b$  es del 11%, para el valor de  $E_1$  es igual a  $2.5 * 10^7$ , para el valor de  $E_{E8.2}$  es igual a  $1.96 * 10^6$  y para el valor de  $K$  es igual a 10.

$$\epsilon_t = 1.99 * 10^{-3}$$

#### f) Deformación unitaria a compresión.

$$\epsilon_v = K * 10^{-2} * (E_{E8.2})^{-0.25}$$

Siendo: El valor de  $K$  igual a 1.8

$$\epsilon_v = 4.81 * 10^{-4}$$

## 2. Resultado del Objetivo general:

**Determinar la comparación del diseño de pavimento flexible entre el método**

**AASHTO 93 y el método RACIONAL**

Para desarrollar el Objetivo General se aplicó el Software denominado WinDepav, el cual es una herramienta que nos permite integrar las metodologías AASHTO 93 y Racional, ya que cuenta con un mecanismo que nos permite procesar los parámetros hallados para cada metodología de diseño.

Tabla N°04: Interfaz del programa WinDepav

Capa	E (kgf/cm <sup>2</sup> )	v	h (cm)	Liga	Daño por tensión			Daño por compresión		
					C*k1*(1/E)*k3	k2	N esperado	k4	k5	N esperado
1	25159	0.3	5	<input checked="" type="checkbox"/>	8.1619E-13	5.0000	1960000			
2	1448	0.35	20	<input checked="" type="checkbox"/>						
3	4079	0.35	15	<input checked="" type="checkbox"/>						
4	4079	0.4		<input checked="" type="checkbox"/>				6.1500E-07	4.0000	1960000

Radio del área de contacto (cm): 10.50  
 Distancia entre ruedas (cm): 31.50  
 Presión de contacto (kgf/cm<sup>2</sup>): 5.887

**IMPORTANTE:** Para el correcto funcionamiento de WinDEPAV es necesario que el sistema operativo reconozca el punto (.) como símbolo decimal y la coma (,) como separador de listas.  
 Este programa requiere el software DOSBox para funcionar en sistemas operativos de 64 bits.  
 Escriba al correo electrónico: ingepav@gmail.com, si requiere algún tipo de asistencia en el uso de WinDEPAV.  
 Luis Ricardo Vásquez Varela, 2018.

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla n°04 se aprecia los datos de entrada que nos solicita el programa WinDepav, para determinar la comparación de diseños vamos a tomar como referencia los espesores de pavimentos calculado por el método de diseño AASHTO 93, para luego mediante la aplicación del programa calcular la deformación en tracción y la deformación en compresión actuantes y compararlos con las deformaciones en tracción y compresión admisibles calculados por el Método Racional-Shell

Tabla N°05: Procesamiento de datos del programa WinDepav

Resultados del análisis

Archivo: C:\Users\USER\Desktop\WinDEPAV 2.6 Dic 2018\COMPROBACIÓN MÉTODO RACIONAL SHELL.pav

Descripción del proyecto: COMPROBACION METODO RACIONAL SHELL

Sistema de carga: Radio de las ruedas (cm) 10.50, Distancia entre los centros de las ruedas (cm) 31.50, Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²) 5.887

Posición del valor máximo para una carga: A Bajo una rueda simple, B Bajo una de las ruedas de la carga, C Al centro de la carga

Gráficos de respuesta, Exportar resultados a Excel (csv)

**Respuestas estructurales en las interfases y evaluación del comportamiento por fatiga y ahuellamiento.**

Número de capas: 4

No.	E (kgf/cm²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm²)		Sigma Z (kgf/cm²)		Tracción (fatiga)			Compresión				
								Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)	N admisible	Factor de daño		
1	2.516E+04	0.30	0.00	1.999E+01	B	5.884E+00	A	512.0	B	3.0103E+04	65.110	-240.0	A		
				Continúa	5.00	-1.519E+01	A	3.528E+00	B			-486.0	B		
2	1.448E+03	0.35	5.00	8.770E-01	B	3.528E+00	B	-486.0	B			2010.0	A		
				Continúa	25.00	5.313E-01	C	1.428E+00	C			-129.0	C		
3	4.079E+03	0.35	25.00	9.799E-02	C	1.428E+00	C	-129.0	C			311.0	C		
				Continúa	40.00	-3.518E-02	C	8.810E-01	C			-89.5	C		
4	4.079E+03	0.40	40.00	4.109E-02	C	8.810E-01	C	-89.5	C			199.0	C	3.9216E+08	0.005

Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm) 33.44

Radio de curvatura (m) 59.38

Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100) 1985.9

Salir y descartar los resultados

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla n°05 adjunta se aprecia el resultado de los datos procesados, lo que permitió tener el valor de la deformación por tracción= $4.86 \cdot 10^{-4}$  (falla por fatiga) y el valor de la deformación por compresión= $1.99 \cdot 10^{-4}$  (falla por ahuellamiento).

Tabla N°06: Cuadro comparativo del cálculo de las deformaciones

	Deformación a tracción- Método Racional-Shell (admisible)	Deformación a tracción- WinDepav (actuante)
$\epsilon_t$	$1.99 \cdot 10^{-3}$	$4.86 \cdot 10^{-4}$

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n°06 se determina que la deformación a tracción actuante es menor a la deformación a tracción admisible, de esta manera se considera que el cálculo de los espesores del pavimento flexible por el método AASHTO 93 es adecuado.

Tabla N°07: Cuadro comparativo del cálculo de las deformaciones

	Deformación a compresión- Método Racional-Shell (admisible)	Deformación a compresión- WinDepav (actuante)
$\epsilon_v$	$4.81 \cdot 10^{-4}$	$1.99 \cdot 10^{-4}$

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n°07 se determina que la deformación a compresión actuante es menor a la deformación a compresión admisible, de esta manera se considera que el cálculo de los espesores del pavimento flexible por el método AASHTO 93 es adecuado.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se desarrollaron los objetivos planteados en la investigación.

Del objetivo específico 1, Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método AASHTO 93 y calcular el número estructural para diseñar el pavimento, de acuerdo al método AASHTO 93, según Jiménez y Valverde, en su proyecto de investigación “Diseño comparativo entre pavimento flexible y rígido en el tramo de Parihuanca-San Miguel de Aco, Ancash 2018”, utilizando parámetros como tráfico de diseño, confiabilidad, desviación estándar combinada, servicialidad logró obtener el número estructural para el cálculo de los espesores de la estructura del pavimento, por lo que se aplicó el mismo método en la presente tesis debido que al hallar dichos parámetros nos permitió calcular espesores, dándonos una estructura de la siguiente manera: Sub base de 15cm, una base de 20 cm y una carpeta asfáltica de 5cm.

Del objetivo específico 2, Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método Racional para calcular las deformaciones a tracción y compresión en el pavimento, se aplicó la metodología racional – Shell, según Mendoza (2019) en su tesis “Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecánico AASHTO 93 y Shell para determinar la vida útil del pavimento” utilizó los parámetros de la metodología racional-Shell para calcular las deformaciones en tracción y en compresión, dichos parámetros los desarrolló en su área de estudio, para lo cual el factor del clima es determinante debido a que la zona presenta un clima frío, arrojando una temperatura media anual de 11°C, debido a esto utilizó la mezcla asfáltica 120/150 PEN, la cual mediante los cálculos del método de diseño Shell se pudo hallar las deformaciones a tracción (que se genera por fatiga) y compresión (que se genera por ahuellamiento) admisible, para este caso se desarrolló en la localidad de Palpa-Ica, al ser un clima cálido de una temperatura promedio anual de 28.20 °C, se seleccionó el cemento asfáltico 60/70 PEN, este componente mediante el ensayo Marshall permitió conocer sus propiedades mecánicas, las cuales fueron útiles para desarrollar la metodología en mención, dando como resultado una deformación en tracción  $= 1.99 \cdot 10^{-3}$ , y una deformación en compresión  $= 4.81 \cdot 10^{-4}$ .

Del objetivo general, determinar la comparación del diseño de pavimento flexible entre el método AASHTO 93 y el método RACIONAL, según Sierra (2017) en su tesis titulada “Propuesta para el diseño de la estructura del pavimento de la vía puente Piedra-Colón-Variante Madrid, Cundinamarca”, analiza el diseño del pavimento aplicando diversos métodos entre los cuales resaltan el método AASHTO 93 y el método Racional, la cual es un método mecanicista, ya que para el diseño requiere de las propiedades mecánicas de los materiales, entre diversos métodos mecanicistas opto por el método Shell, mediante el método AASHTO 93 logró calcular los espesores de la estructura del pavimento y por el método Shell pudo calcular las deformaciones en tracción y compresión admisibles, luego de obtenido los resultados mencionados procedió a utilizar el software Depav, dicho programa le permitió comprobar el diseño obtenido por el Método AASHTO 93, calculando para esos diseños de espesores, las deformaciones actuantes y comparándolas con las deformaciones admisibles del método Shell. Para la presente investigación se realizaron ambos métodos, obteniendo por el método empírico una estructura de pavimento de Sub base, base y carpeta asfáltica de 15cm, 20 cm y 5cm respectivamente, y por el método racional la deformación en resulta  $1.99 \cdot 10^{-3}$ , y una deformación en compresión igual a  $4.81 \cdot 10^{-4}$ , para realizar la comparación de diseño de ambos métodos se utilizó el Software WinDepav, ya que mediante los datos de entrada permitió analizar el diseño obtenido del AASHTO 93, obteniendo los resultados actuantes de la deformación en tracción igual a  $4.86 \cdot 10^{-4}$ , y una deformación en compresión igual a  $1.99 \cdot 10^{-4}$ , los cuales realizando la comparación son menores a las deformaciones admisibles, resultando el diseño de la estructura dimensionada por el método AASHTO 93 apropiada.

## VI. CONCLUSIONES

1. Con respecto a la pregunta ¿De qué manera podemos comparar los diseños de pavimento flexible obtenidos UTILIZANDO LOS MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO 93, EN LA CARRETERA JAURANGA - ICA 2021? Para poder realizar la metodología empírica mediante el método AASHTO 93 tomamos como referencia lo que se establece en el Manual de Carreteras del M.T.C.; por otro lado, para poder realizar la metodología Racional haciendo uso del método RACIONAL nos basamos en el en el Shell Pavement Design Manual.
2. Respecto a la primera pregunta específica Cuáles son los factores de diseño aplicando el método RACIONAL, para el diseño del pavimento flexible?, tercer problema específico los factores de diseño para calcular las deformaciones a tracción y compresión del pavimento, utilizó los factores del método Shell para calcular la deformación en tracción y en compresión, para el caso de la presente investigación se desarrolló en la ciudad de Palpa, departamento de Ica, al ser un clima cálido de una temperatura promedio anual de 28.20 °C, se seleccionó el cemento asfáltico 60/70 PEN, este componente mediante el ensayo Marshall permitió conocer sus propiedades mecánicas, las cuales fueron útiles para desarrollar la metodología en mención, dando como resultado una deformación en tracción =  $1.99 \cdot 10^{-3}$ , y una deformación en compresión =  $4.81 \cdot 10^{-4}$ .
3. ¿Cuáles son los factores de diseño aplicando el método AASHTO 93, para determinar el diseño del pavimento flexible? Utilizando parámetros como tráfico de diseño, confiabilidad, desviación estándar combinada, servicialidad se logró calcular el SN(número estructural) para la determinación de los espesores de la estructura del pavimento, por lo que se permitió calcular espesores, dándonos una estructura de la siguiente manera: Sub base de 15cm, una base de 20 cm y una carpeta asfáltica de 5cm.
4. ¿Cómo podemos comparar los factores de diseño del método RACIONAL y el método AASHTO 93? Del objetivo general, determinar la comparación del diseño de pavimento flexible entre el método AASHTO 93 y el método RACIONAL, mediante el método AASHTO 93 logró calcular los espesores de



la estructura del pavimento conformado por la Sub base, base y carpeta asfáltica de 15cm, 20 cm y 5cm respectivamente y por el método Shell pudo calcular las deformaciones en tracción y compresión admisibles, la deformación en tracción resulta  $1.99 \cdot 10^{-3}$ , y una deformación en compresión igual a  $4.81 \cdot 10^{-4}$ . Luego para realizar la comparación de diseño de ambos métodos se utilizó el Software WinDepav, ya que mediante los datos de entrada permitió analizar el diseño obtenido del AASHTO 93, obteniendo los resultados actuales de la deformación en tracción igual a  $4.86 \cdot 10^{-4}$ , y una deformación en compresión igual a  $1.99 \cdot 10^{-4}$ , los cuales realizando la comparación son menores a las deformaciones admisibles, resultando el diseño de la estructura dimensionada por el método AASHTO 93 apropiada.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un adecuado estudio de tráfico, además de que es un factor importante en el diseño de pavimentos ya que nos permite calcular el volumen de tránsito de diseño mediante el ESAL, este dato interviene en las dos metodologías (AASHTO 93 y Racional) que se han trabajado en la presente tesis.

Para realizar esta comparación de los métodos para poder diseñar el pavimento flexible se debe considerar el clima del área estudiada, como sucedió en la presente investigación, se hizo la recolección de datos de una estación meteorológica del SENAMHI, cercana a nuestra área de estudio.

Realizar una difusión e investigación más extensa, con respecto a las propiedades de los materiales, y considerar las deformaciones en tracción y compresión para futuros diseños de pavimentos, ya que sería ideal que se complementen los diseños aplicando una metodología empírico- mecanicista, en los proyectos inversión pública de nuestro país, y de esa manera se puedan ejecutar diseños más óptimos y cumpla con la vida útil para la cual fue diseñado.

Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio, siguiendo la norma respectiva para cada ensayo y así poder determinar las características y propiedades de cada material, y tener datos más precisos y que se asemejen a la realidad.

## REFERENCIAS

Castro, A. (2013) Diseño de pavimento flexible de la carrera 8° entre calles 64 y 67 Barrio Pinales – Torremolino en el Municipio de Ibagué, mediante el uso del método SHELL (Tesis de posgrado) Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería civil – especialización en ingeniería de pavimentos. Bogotá, Colombia.

Cedeño, J. (2014) Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93 (Tesis de pregrado) Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de ingeniería civil. Guayaquil, Ecuador.

García, A., Gutiérrez, F. & Hernández, J. (2014) Análisis comparativo para diseño de pavimentos flexibles mediante las alternativas: IMT-PAVE y CR-ME del método mecanicista empírico, con el método AASHTO 93 (Tesis de posgrado) Universidad de El Salvador. Facultad de ingeniería civil. San Salvador, El Salvador.

Higuera, C. (2011) Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras: Principios fundamentales, el tránsito, factores climáticos y geotecnia vial (1ra ed.) Boyacá, Colombia: Dirección de investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Humpiri, K. (2015) Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno (Tesis de posgrado) Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”. Escuela de posgrado, maestría en ingeniería civil. Puno, Perú.

Jana, C. (2016) Implementación de la guía de diseño mecanístico – empírico AASHTO 2008 en la Región Piura (Tesis de posgrado) Universidad de Piura. Facultad de ingeniería. Piura, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007) Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) Manual de Ensayo de Materiales. Lima: MTC.

Montejo, A. (2006) Ingeniería de pavimentos: fundamentos, estudios básicos y diseño (3ra ed.) Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.

Olivas, R. (2016) Aplicación de método empírico mecanicista para la evaluación de probables fallas del pavimento flexible diseñado con AASHTO 93 de la rehabilitación urbana Los Anitos – Barranca (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de ingeniería. Ancash, Perú.

Reyes, F. (2003) Diseño racional de pavimentos (1ra ed.) Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Rondón, H. & Reyes, F. (2015) Pavimentos: materiales, construcción y diseño (1ra ed.) Bogotá, Colombia: Editorial Macro.

Chen, W. & Liew, R. (2003) The Civil Engineering Handbook (2da ed.) Florida, Estados Unidos: Editorial CRC Press.

Yang H. (2004) Pavement Analysis and Design (2da ed.) Nueva Jersey, Estados Unidos: Editorial Pearson.

SARMIENTO y ARIAS (2015). Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima. Perú, 2015.

TAMAYO, (1997). El Proceso de la Investigación científica. Editorial Limusa S.A. [en línea]. 4a ed. México.

VARGAS, (2009). La Investigación Aplicada: Una Forma De Conocer Las Realidades Con Evidencia Científica. Revista educación. Costa Rica.

RODRIGUEZ, Lunes (2014). Técnicas de recolección y análisis de datos. Editorial Lima.

REYES, Fredy y RONDON, Hugo (2015). Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño. Eco Ediciones. Bogotá, 2015.

QUIROZ, Rosalía (2013). Metodología de la investigación, Lima.

MTC (2016). Manual de ensayo de materiales, Perú.

MTC (2018). Índice Medio Diaria Anual, Perú.

MTC (2013). Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción EG.2013, Perú.

MONJE, Carlos (2013). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Guía didáctica, Colombia.

MARTINEZ, Mario (2015). Elementos base para el control de costos de construcción, Perú.

LAZARTE, Jorge (2015). Viabilidad y Transporte Latinoamericano. Internacional, Lima.

HUANG, Yang (2004). Pavement Analysis and Desing 2.a ed., London.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar (2015). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. 5.a ed. México

DURAVÍA concretando caminos (2011). Estructura del Pavimento, Lima.

BECERRA Salas, Mario M (2012). Tópicos de pavimentos de concreto diseño construcción y supervisión 2.a ed. Perú.

American Association of State Highway and Transportation Officials (1993) AASHTO Design of Pavement Structure. Washington, Estados Unidos: AASHTO.

Asociación Argentina de Carreteras (1979) Revista técnica: Carreteras. Buenos Aires, Argentina: Asociación Argentina de Carreteras.

Sierra A. (2017). propuesta para el diseño de la estructura del pavimento de la vía Puente de Piedra - Colón - Variante Madrid, Cundinamarca (Tesis de pregrado), Universidad Santo Tomás, Bogotá.

Mendoza, E. (2019). Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecanístico AASHTO 93 y Shell para determinar la vida útil del pavimento (Tesis de pregrado), Universidad Ricardo Palma, Lima.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1: Matriz de consistencia**



TABLA N°08: Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿De qué manera podemos comparar los diseños de pavimento flexible obtenidos UTILIZANDO LOS MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO 93, EN LA CARRETERA JAURANGA - ICA 2021?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p><b>PE1:</b> ¿Cuáles son los factores de diseño aplicando el método AASHTO 93, para determinar el diseño</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la comparación de diseño de pavimento flexible entre el método RACIONAL y el método AASHTO 93.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p><b>OE1:</b> Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método AASHTO 93 y calcular el número estructural para la determinación de los espesores de la estructura del pavimento</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>El método de diseño RACIONAL, presenta mejor características técnicas que el método de diseño AASHTO 93.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p><b>HE1:</b> De los factores de diseño aplicando el método AASHTO 93 se puede calcular el número estructural para la determinación de los espesores de la</p>	<p><b>MÉTODO AASHTO 93</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tráfico.</li> <li>- Módulo de resiliencia.</li> <li>- Confiabilidad.</li> <li>- Desviación estándar normal.</li> <li>- Desviación estándar combinada.</li> <li>- Índice de servicialidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EAL</li> <li>- PCI</li> <li>- PORCENTAJE</li> <li>- Razón</li> <li>- Razón</li> <li>- Razón</li> </ul>

<p>del pavimento flexible?</p> <p><b>PE2:</b> ¿Cuáles son los factores de diseño aplicando el método RACIONAL, para el diseño del pavimento flexible?</p> <p><b>PE3:</b> ¿Cómo podemos comparar los factores de diseño del método RACIONAL y del METODO AASHTO 93?</p>	<p><b>OE2:</b> Realizar la identificación de los factores de diseño para la aplicación del método Racional para calcular las deformaciones a tracción y compresión en el pavimento</p>	<p>estructura del pavimento</p> <p><b>HE2:</b> : De los factores de diseño aplicando el método RACIONAL se pueden calcular las deformaciones a tracción y compresión en el pavimento.</p> <p><b>HE3:</b> Comparación de los factores de diseño aplicando los métodos RACIONAL y AASHTO 93.</p>	<p><b>MÉTODO RACIONAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tráfico.</li> <li>- Temperatura.</li> <li>- Propiedad de la subrasante, subbase y base</li> <li>- Características de la mezcla asfáltica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EAL</li> <li>- °C</li> <li>- Escalas MTC</li> <li>- Estabilidad MARSHALL.</li> </ul>
--	--	--	-------------------------------	--	---

FUENTE: Elaboración Propia

## **ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables**


TABLA N°09: Matriz de Operacionalización de Variables


VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MÉTODO AASHTO 93	El procedimiento de diseño de AASHTO está basado en los resultados de los ensayos de carretera AASHTO llevados a cabo en Ottawa (Illinois), El objetivo es determinar los espesores de las capas de pavimento diferentes para satisfacer los objetivos de diseño D1, D2 y D3. Suponiendo que el tramo de pavimento se compone de la superficie, base y subbase, se requiere el diseño de tres capas: D1, D2 y D3.	Se planea seguir el método de Diseño AASHTO 93 para el pavimento flexible siguiendo el orden de proceso en las dimensiones de la variable de estudio	Diseño de Pavimento Flexible Método AASHTO 93	Tráfico	EAL
				Módulo de resiliencia	PSI
				Confiabilidad	PORCENTAJE
				Desviación estándar normal	Razón
				Desviación estándar combinada	Razón
				Índice de Servicialidad	Razón
MÉTODO RACIONAL	El procedimiento de diseño de este método, considera la estructura del pavimento (capa asfáltica, capas granulares y subrasante), como un sistema multicapa linealmente elástico, en el cual los materiales se encuentran caracterizados por su módulo de Young (E) y su relación de Poisson ( $\mu$ ). Los materiales de la estructura se consideran homogéneos e isotrópicos y se supone que las capas tienen extensión infinita en sentido horizontal.	Se planea seguir el método de Diseño RACIONAL para el pavimento flexible siguiendo el orden de proceso en las dimensiones de la variable de estudio	Diseño de Pavimento Flexible Método RACIONAL	Tráfico	EAL
				Temperatura	°C
				Propiedades de las Capas Granulares	Escalas MTC.
				Características de la mezcla asfáltica	Estabilidad MARSHALL.

FUENTE: Elaboración Propia


### **ANEXO 3: Ficha de Validación Juicio de Expertos**

TABLA N°10: Ficha de Validación (Juicio de Expertos)


		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO						
		INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN						
		ANÁLISIS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD						
		TESIS: COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA - PALPA - ICA 2021						
AUTOR: BACH. TENORIO GAVILÁN LUIS ANTONY		INSTRUMENTO	VALIDEZ NULA: 0.53 A MENOR	VALIDEZ BAJA: 0.54 A 0.59	VALIDA 0.60 A 0.65	MUY VÁLIDO: 0.66 a 0.71	EXCELENTE VALIDEZ A 0.72 A 0.99	VALIDEZ PERFECTA :1
V.01	ENSAYOS DE LABORATORIO							
	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO							
1	CONTENIDO DE HUMEDAD	ENSAYO DE LABORATORIO						
2	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
3	LIMITES DE CONSISTENCIA							
4	PROCTOR MODIFICADO							
5	C.B.R.							
6	ENSAYO MARSHALL							
V.02	DISEÑO POR EL MÉTODO AASHTO 93 DE PAVIMENTO FLEXIBLE						0.91	
1	Tráfico	MÉTODO AASHTO 93						
2	Módulo de Resiliencia							
3	Confiabilidad							
4	Desviación Estándar Normal							
5	Desviación Estándar combinada							
6	Índice de Serviciabilidad							
V.03	DISEÑO POR EL MÉTODO RACIONAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE						0.85	
1	Tráfico	MÉTODO SHELL						
2	Temperatura							
3	Módulo de Resiliencia de la Subrasante, Sub base y base							
4	Características de la Mezcla Asfáltica							
	EXPERTO N°01							
	ING. DANTE VLADIMIR CAMPOS VALENCIA							CIP N°58839
	EXPERTO N°02							
	ING. MIGUEL ANGEL SARMIENTO JUNES							CIP N° 102111
	EXPERTO N°03							
	ING. CARLOS ALBERTO PALOMINO SALAZAR							CIP N° 231617



Dante Vladimir Campos Valencia  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 58839



Miguel Angel Sarmiento Junes  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 102111



CARLOS ALBERTO PALOMINO SALAZAR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 231617

FUENTE: Elaboración Propia

## **ANEXO 4: ESTUDIO DE TRÁFICO**

Tabla N°11: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (12/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.44
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	2	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.65
06:00-07:00	4	4	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.75
07:00-08:00	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.21
08:00-09:00	-	2	3	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.42
09:00-10:00	3	4	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.31
10:00-11:00	11	3	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8.85
11:00-12:00	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.31
12:00-13:00	13	-	2	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8.85
13:00-14:00	5	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.87
14:00-15:00	13	2	5	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	11.06
15:00-16:00	17	-	3	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	10.18
16:00-17:00	11	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6.64
17:00-18:00	8	-	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5.31
18:00-19:00	9	2	2	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8.41
19:00-20:00	11	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7.52
20:00-21:00	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.21
21:00-22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	122	24	31	0	16	8	0	0	23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	226	100.00
%	53.98	10.62	13.72	0.00	7.08	3.54	0.00	0.00	10.18	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°12: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (13/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

Cod Estación Estación	STATION	E-1 PALPA PROGRESIVA 4+928.73				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
		AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL		RURAL (Combi)	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.71
03:00-04:00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.68
05:00-06:00	5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.39
06:00-07:00	2	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.73
07:00-08:00	-	-	1	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.71
08:00-09:00	-	3	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3.41
09:00-10:00	11	2	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.14
10:00-11:00	11	4	3	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	7.51
11:00-12:00	13	2	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	7.51
12:00-13:00	17	3	4	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	10.58
13:00-14:00	12	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5.12
14:00-15:00	13	4	5	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	8.87
15:00-16:00	16	2	3	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	8.87
16:00-17:00	16	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	6.83
17:00-18:00	12	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	5.80
18:00-19:00	12	3	4	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	8.19
19:00-20:00	12	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.14
20:00-21:00	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.73
21:00-22:00	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.73
22:00-23:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	166	42	37	0	16	8	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293	100.00
<b>%</b>	56.66	14.33	12.63	0.00	5.46	2.73	0.00	0.00	8.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°13: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (14/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.35
03:00-04:00	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.05
05:00-06:00	3	-	-	-	-	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.15
06:00-07:00	1	4	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	3.85
07:00-08:00	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.80
08:00-09:00	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	3.85
09:00-10:00	15	2	6	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	9.09
10:00-11:00	10	2	6	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.34
11:00-12:00	13	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	6.99
12:00-13:00	17	2	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	8.39
13:00-14:00	13	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.64
14:00-15:00	14	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.64
15:00-16:00	17	4	3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	9.79
16:00-17:00	16	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.34
17:00-18:00	17	2	2	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8.74
18:00-19:00	8	4	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.64
19:00-20:00	10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.20
20:00-21:00	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.45
21:00-22:00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.70
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	172	28	40	0	16	8	0	0	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	286	100.00
<b>%</b>	60.14	9.79	13.99	0.00	5.59	2.80	0.00	0.00	7.34	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°14: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (15/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.38
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	2	3	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.03
06:00-07:00	2	2	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.65
07:00-08:00	2	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.27
08:00-09:00	6	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.55
09:00-10:00	15	2	6	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	9.47
10:00-11:00	16	-	5	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	9.47
11:00-12:00	11	2	6	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	9.09
12:00-13:00	12	4	7	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	9.47
13:00-14:00	13	1	6	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	8.71
14:00-15:00	10	-	6	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.95
15:00-16:00	8	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.30
16:00-17:00	9	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	4.92
17:00-18:00	14	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	7.58
18:00-19:00	7	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.55
19:00-20:00	11	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.30
20:00-21:00	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.41
21:00-22:00	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.89
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	150	30	48	0	8	8	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	100.00
%	56.82	11.36	18.18	0.00	3.03	3.03	0.00	0.00	7.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°15: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (16/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	2	2	2	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2.97
06:00-07:00	2	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.37
07:00-08:00	7	4	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	4.15
08:00-09:00	13	5	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	8.01
09:00-10:00	6	4	8	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5.93
10:00-11:00	12	6	4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	7.12
11:00-12:00	20	3	7	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	10.39
12:00-13:00	12	5	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	6.53
13:00-14:00	11	6	4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	6.82
14:00-15:00	18	3	10	-	2	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	11.57
15:00-16:00	12	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	6.53
16:00-17:00	8	6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4.45
17:00-18:00	13	3	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	5.64
18:00-19:00	12	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5.93
19:00-20:00	17	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	6.53
20:00-21:00	8	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	4.15
21:00-22:00	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.89
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	176	75	54	0	8	8	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	337	100.00
%	66.67	28.41	20.45	0.00	3.03	3.03	0.00	0.00	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	127.65	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°16: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (17/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	3	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.00
06:00-07:00	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3.33
07:00-08:00	8	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.33
08:00-09:00	16	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	9.33
09:00-10:00	11	12	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8.33
10:00-11:00	7	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	6.00
11:00-12:00	13	10	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8.33
12:00-13:00	19	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	8.00
13:00-14:00	12	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	8.00
14:00-15:00	18	16	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	12.00
15:00-16:00	11	10	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	8.00
16:00-17:00	12	7	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7.00
17:00-18:00	4	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3.33
18:00-19:00	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	3.67
19:00-20:00	1	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.00
20:00-21:00	1	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.67
21:00-22:00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.67
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	150	126	12	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	100.00
%	56.82	47.73	4.55	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	3.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.64	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°17: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (18/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	1	2	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.52
06:00-07:00	4	2	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.78
07:00-08:00	3	3	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.78
08:00-09:00	6	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.62
09:00-10:00	17	1	5	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	25	10.50
10:00-11:00	21	-	3	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	11.34
11:00-12:00	13	2	5	-	2	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	26	10.92
12:00-13:00	13	3	6	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.08
13:00-14:00	15	1	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9.24
14:00-15:00	9	-	4	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7.14
15:00-16:00	5	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.20
16:00-17:00	7	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.20
17:00-18:00	11	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6.72
18:00-19:00	4	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.78
19:00-20:00	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.36
20:00-21:00	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.94
21:00-22:00	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.84
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	141	26	39	0	7	8	0	0	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	238	100.00
%	53.41	9.85	14.77	0.00	2.65	3.03	0.00	0.00	6.06	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.15	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°18: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (13/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

Cod Estación Estación	E-2 LLIPATA PROGRESIVA 2+140					MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
	HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS PICK UP	PANEL		RURAL (Combi)	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.41
05:00-06:00	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.83
06:00-07:00	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.32
07:00-08:00	14	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7.88
08:00-09:00	8	4	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7.05
09:00-10:00	14	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6.64
10:00-11:00	20	3	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	11.20
11:00-12:00	8	6	5	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9.13
12:00-13:00	8	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.81
13:00-14:00	17	4	9	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	13.28
14:00-15:00	16	4	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	9.96
15:00-16:00	5	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.15
16:00-17:00	4	1	6	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.39
17:00-18:00	7	2	3	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.81
18:00-19:00	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.07
19:00-20:00	2	2	1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.32
20:00-21:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.41
21:00-22:00	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.32
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	136	44	39	0	9	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241	100.00
%	56.43	18.26	16.18	0.00	3.73	0.00	0.00	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°19: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (14/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

Cod Estación Estación	STATION	Ubicacion Sentido Dia																		Fecha	14-sep-21
		LLIPATA AMBOS JUEVES																			
HORA	AUTO	WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.42
05:00-06:00	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.84
06:00-07:00	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.36
07:00-08:00	10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.46
08:00-09:00	10	2	7	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	8.82
09:00-10:00	13	1	1	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	7.98
10:00-11:00	18	3	6	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	12.18
11:00-12:00	13	4	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	9.66
12:00-13:00	12	1	7	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9.24
13:00-14:00	14	1	5	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10.08
14:00-15:00	16	5	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	10.50
15:00-16:00	7	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	5.88
16:00-17:00	4	2	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	5.46
17:00-18:00	2	1	2	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.20
18:00-19:00	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.68
19:00-20:00	3	2	1	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4.20
20:00-21:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21:00-22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	131	27	41	0	17	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238	100.00
%	55.04	11.34	17.23	0.00	7.14	0.00	0.00	0.00	9.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°20: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (15/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

Cod Estación Estación		E-2 LLIPATA PROGRESIVA 2+140				Ubicacion Sentido Dia		LLIPATA AMBOS VIERNES				Fecha		15-sep-21								
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.80
06:00-07:00	4	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5.99
07:00-08:00	10	5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9.58
08:00-09:00	5	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.19
09:00-10:00	6	2	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6.59
10:00-11:00	3	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.19
11:00-12:00	11	1	4	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	13.17
12:00-13:00	2	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	7.19
13:00-14:00	8	4	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9.58
14:00-15:00	15	4	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	14.37
15:00-16:00	4	-	1	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	5.39
16:00-17:00	1	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3.59
17:00-18:00	4	-	3	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6.59
18:00-19:00	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.79
19:00-20:00	1	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.99
20:00-21:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21:00-22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	78	30	28	0	10	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	100.00
<b>%</b>	46.71	17.96	16.77	0.00	5.99	0.00	0.00	0.00	12.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°21: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (16/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.68
06:00-07:00	4	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.40
07:00-08:00	4	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2.40
08:00-09:00	8	2	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5.14
09:00-10:00	3	5	10	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	7.88
10:00-11:00	16	4	10	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	11.99
11:00-12:00	9	2	23	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	12.67
12:00-13:00	12	-	15	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	9.93
13:00-14:00	9	2	12	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	8.90
14:00-15:00	14	5	16	-	-	1	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	14.04
15:00-16:00	9	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	6.51
16:00-17:00	4	3	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	4.11
17:00-18:00	3	1	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3.08
18:00-19:00	9	2	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	5.48
19:00-20:00	7	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	3.77
20:00-21:00	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.03
21:00-22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	115	37	105	0	2	1	2	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292	100.00
%	68.86	22.16	62.87	0.00	1.20	0.60	1.20	0.00	17.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	174.85	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°22: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (17/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

HORA	AUTO	STATION				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.45
06:00-07:00	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.35
07:00-08:00	11	2	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3.60
08:00-09:00	14	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	6.29
09:00-10:00	13	3	14	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	8.54
10:00-11:00	21	6	14	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	9.89
11:00-12:00	23	3	14	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	10.11
12:00-13:00	35	8	11	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	13.93
13:00-14:00	31	4	10	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	11.01
14:00-15:00	29	4	11	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	11.69
15:00-16:00	17	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	6.97
16:00-17:00	13	4	5	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	5.84
17:00-18:00	8	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	2.92
18:00-19:00	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	3.15
19:00-20:00	6	4	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	3.15
20:00-21:00	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.12
21:00-22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	240	52	107	0	8	2	5	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445	100.00
%	143.71	31.14	64.07	0.00	4.79	1.20	2.99	0.00	18.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	266.47	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°23: Formato Resumen del día-Clasificador vehicular (18/09/2021)

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

Cod Estación Estación	E-2 LLIPATA PROGRESIVA 2+140					MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00:00-01:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01:00-02:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02:00-03:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03:00-04:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05:00-06:00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.01
06:00-07:00	8	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	5.56
07:00-08:00	4	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	5.56
08:00-09:00	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	8.08
09:00-10:00	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6.06
10:00-11:00	7	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	6.57
11:00-12:00	4	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	8.08
12:00-13:00	11	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	6.57
13:00-14:00	15	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	12.63
14:00-15:00	14	8	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	12.12
15:00-16:00	4	6	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6.06
16:00-17:00	4	-	6	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6.06
17:00-18:00	6	4	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	6.57
18:00-19:00	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.04
19:00-20:00	4	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.04
20:00-21:00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.01
21:00-22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23:00-24:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
<b>TOTAL</b>	115	51	20	0	0	0	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	100.00
<b>%</b>	68.86	30.54	11.98	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	5.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	118.56	

Fuente: Elaboración Propia

## **ANEXO 5: ESTUDIO DE SUELOS**



SERVICIOS DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADOS DE MEZCLA  
 ASFÁLTICA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043-ICA  
 TELEF. : 234043 – CEL: 994832258  
 RUC: 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com

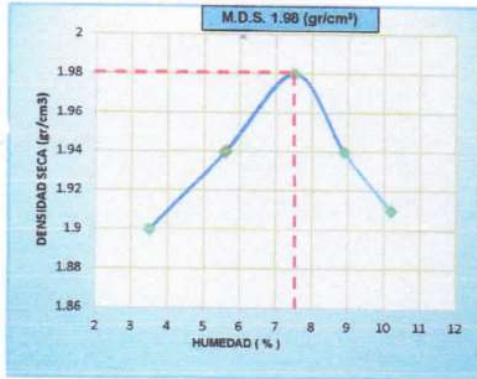


**LABORATORIO DE PAVIMENTO, SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIAL**

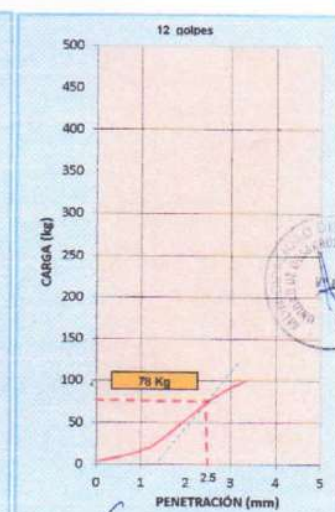
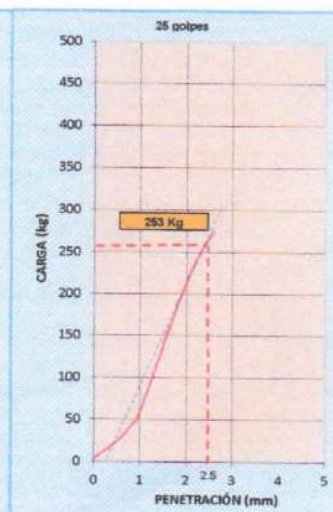
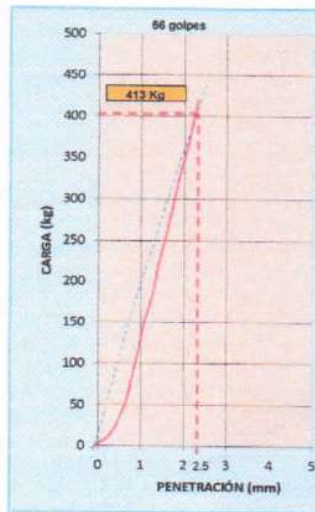
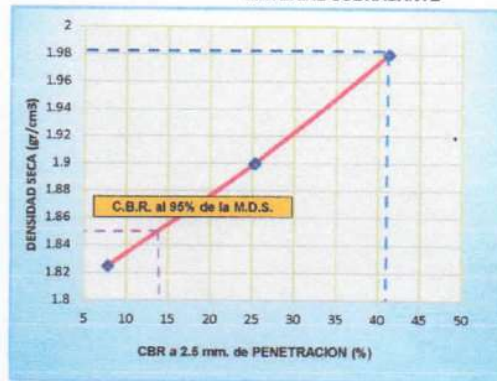
**SOLICITA** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
**TESIS** : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO  
 FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: A  
 ASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA  
 JAURANGA-PALPA 2021  
**LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA-PROVINCIA DE PALPA-  
 REGIÓN ICA  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTMD-155** "C"  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM<sup>3</sup>)** 1.98  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 7.50  
**C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S.(%)** 41.30  
**C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S.(%)** 14.00  
**EMBEBIDO (DIAS)** 4  
**EXPANSIÓN** S.E.

**SUB RASANTE**  
**CALICATA N° 5 - MUESTRA N° 1**



**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL C.B.R.**  
**MATERIAL SUBRASANTE**



*[Signature]*  
**FELIX INJANTE MUNOZ**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*[Signature]*  
**Renato Go...**  
 INGENIERO CIVIL  
 D.I.P. N° 231



SERVICIOS DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADOS DE MEZCLA  
 ASFÁLTICA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043-ICA  
 TELEF. : 234043 - CEL: 956832268  
 RUC: 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com

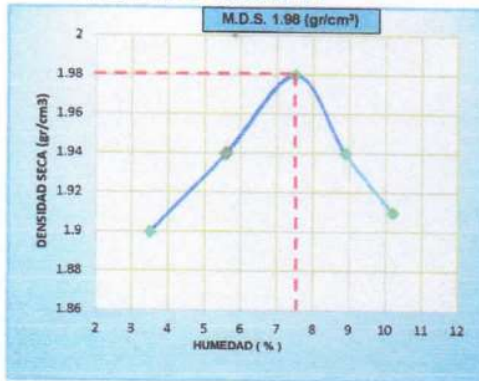


**LABORATORIO DE PAVIMENTO, SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIAL**

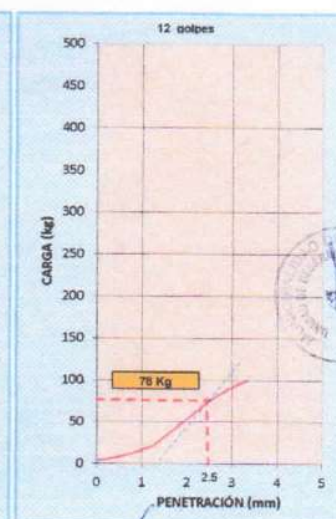
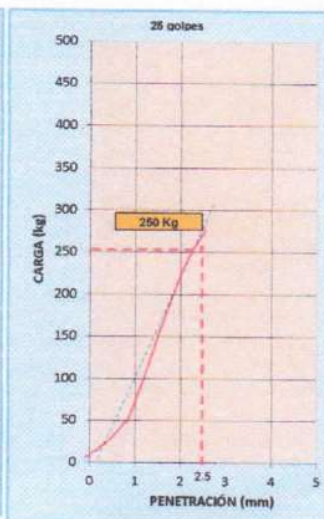
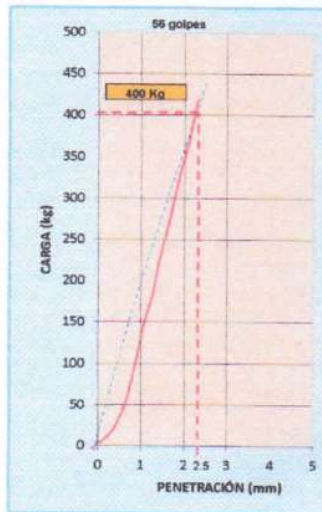
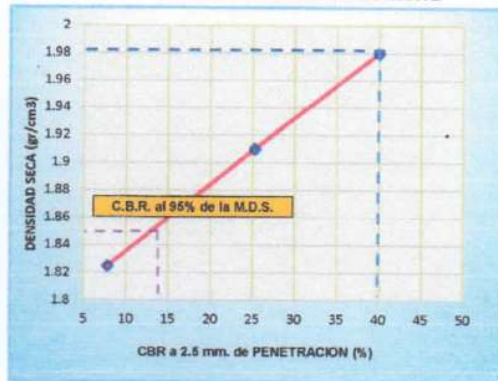
**SOLICITA** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
**TESIS** : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO  
 FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: A  
 ASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA  
 JAURANGA-PALPA 2021  
**LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA-PROVINCIA DE PALPA-  
 REGIÓN ICA  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTMD-155** "C"  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM<sup>3</sup>)** 1.98  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 7.50  
**C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S.(%)** 40.00  
**C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S.(%)** 14.00  
**EMBEBIDO (DIAS)** 4  
**EXPANSIÓN** S.E.

**SUB RASANTE**  
**CALICATA N° 2 - MUESTRA N° 1**



**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL C.B.R.**  
**MATERIAL SUBRASANTE**



*[Signature]*  
**FELIX ANASTASIO MUÑOZ**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*[Signature]*  
**Renato Gonzalo Carrizosa del Castillo**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 2311



SERVICIOS DE ANÁLISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

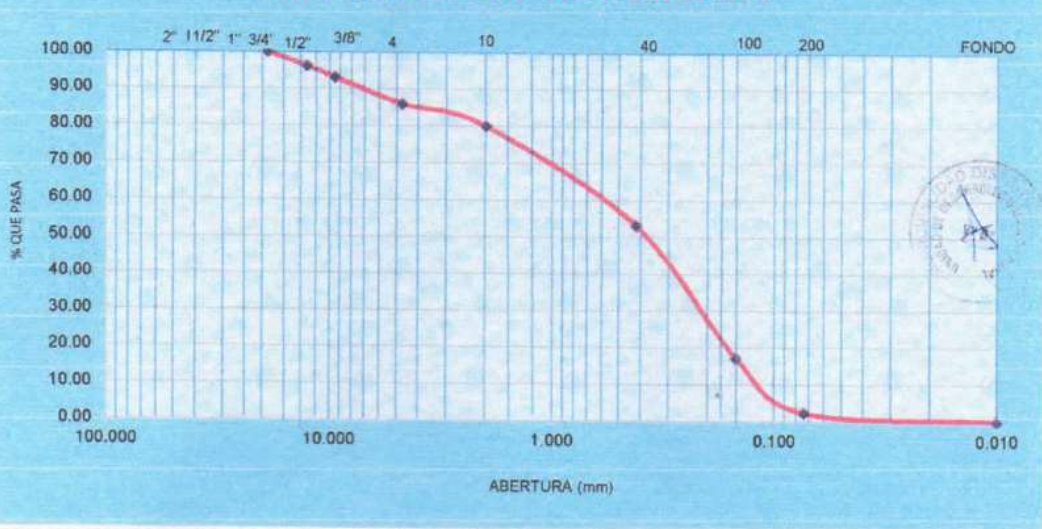
**SOLICITA TESIS** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
 : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN LUGAR CALICATA MUESTRA FECHA** : DISTRITO DE LLIPATA  
 : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA  
 : N° 1  
 : N° 1  
 : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 0 +500**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES	TAMANO MALLA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM							
	3"	76.200						
	2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 1
	2"	50.800						UBICACIÓN :
	1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
	1"	25.400						MATERIAL : Procesado
	3/4"	19.050				100.00		PESO TOTAL : 5,000 gr
	1/2"	12.700	191	3.82	96.18	3.82		PESO FRACCION : 5,000 gr
	3/8"	9.525	159	3.18	93.00	7.00		LIMITE LIQUIDO : 17.00%
	Nro. 4	4.750	351	7.02	85.98	14.02		LIMITE PLASTICO : 0.00%
	Nro.10	2.000	297	5.94	80.04	19.96		INDICE PLASTICO : N.P.%
	Nro. 40	0.420	1,340	26.80	53.24	46.76		CLASIFICACION : AASHTO A -3(0)
	Nro. 100	0.149	1,806	36.12	17.12	82.88		SUCS : SP
	Nro. 200	0.074	737	14.74	2.38	97.62		
	FONDO	0.010	119	2.38	0.00	100.00		
								OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



*Feliz Injante Muñoz*  
**FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*Gonzalo Barba del Castillo*  
**Gonzalo Barba del Castillo**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 231350





SERVICIOS DE ANALISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFALTICA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAYADO DE MEZCLA ASFALTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

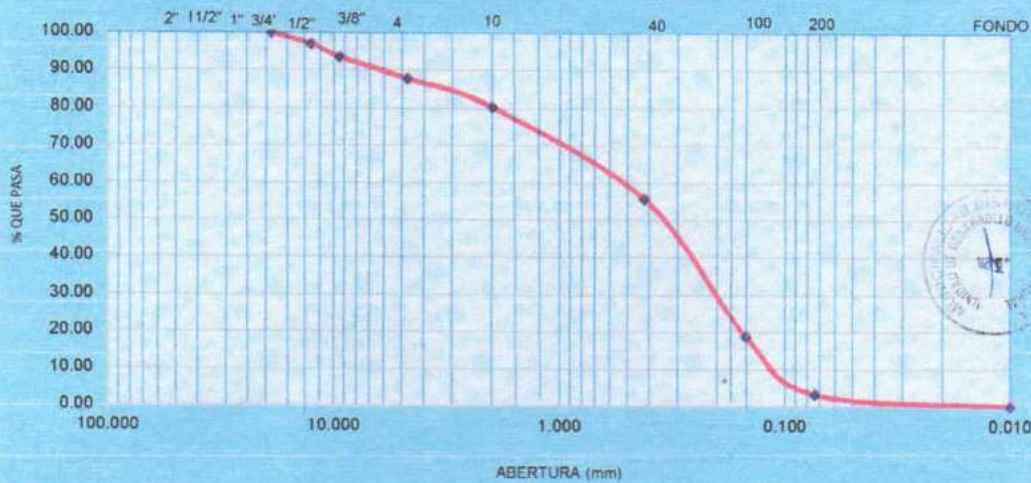
**SOLICITA** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
**TESIS** : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE LLIPATA  
**LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA  
**CALICATA** : N° 2  
**MUESTRA** : N° 1  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR:** FELIZ INJANTE MUÑOZ  
**PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m.  
**PROGRESIVA 1 +000**

TAMICES	TAMANO MALLA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 2
2"	50.800						UBICACIÓN :
1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
1"	25.400						MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050			100.00			PESO TOTAL : 5,000 gr
1/2"	12.700	148	2.96	97.04	2.96		PESO FRACCION : 5,000 gr
3/8"	9.525	177	3.54	93.50	6.50		LIMITE LIQUIDO : 17.40%
Nro. 4	4.750	286	5.72	87.78	12.22		LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro.10	2.000	373	7.46	80.32	19.68		INDICE PLASTICO : N.P.%
Nro. 40	0.420	1,234	24.68	55.64	44.36		CLASIFICACION : AASHTO A -3(0)
Nro. 100	0.149	1,838	36.76	18.88	81.12		SUCS : SP
Nro. 200	0.074	780	15.60	3.28	96.72		
FONDO	0.010	164	3.28	0.00	100.00		
							OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

Renato Gonzales  
 INGENIERO  
 C.I.P.



SERVICIOS DE ANÁLISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TEL. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

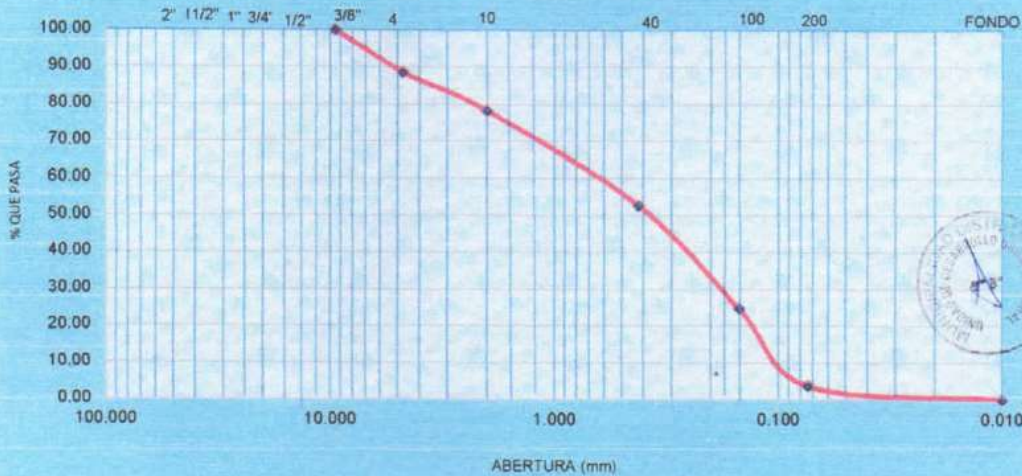
**SOLICITA TESIS** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
 : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN LUGAR CALICATA MUESTRA FECHA** : DISTRITO DE LLIPATA  
 : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA  
 : N° 3  
 : N° 1  
 : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 1 +500**

TAMICES	TAMANO	PESO	%	%	%	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	MALLA						
ASTM	(mm.)	(gr)					
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 3
2"	50.800						UBICACIÓN :
1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
1"	25.400						MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050						PESO TOTAL : 2,000 gr
1/2"	12.700						PESO FRACCION : 2,000 gr
3/8"	9.525			100.00			LIMITE LIQUIDO : 17.50%
Nro. 4	4.750	228	11.40	88.60	11.40		LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro.10	2.000	207	10.35	78.25	21.75		INDICE PLASTICO : N.P. %
Nro. 40	0.420	513	25.65	52.60	47.40		CLASIFICACION : AASHTO A -3(0)
Nro. 100	0.149	558	27.90	24.70	75.30		SUCS : SP
Nro. 200	0.074	419	20.95	3.75	96.25		
FONDO	0.010	75	3.75	0.00	100.00		
							OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

Renato Con...



SERVICIOS DE ANÁLISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

**SOLICITA TESIS** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
 : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA  
 : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA

**CALICATA** : N° 4

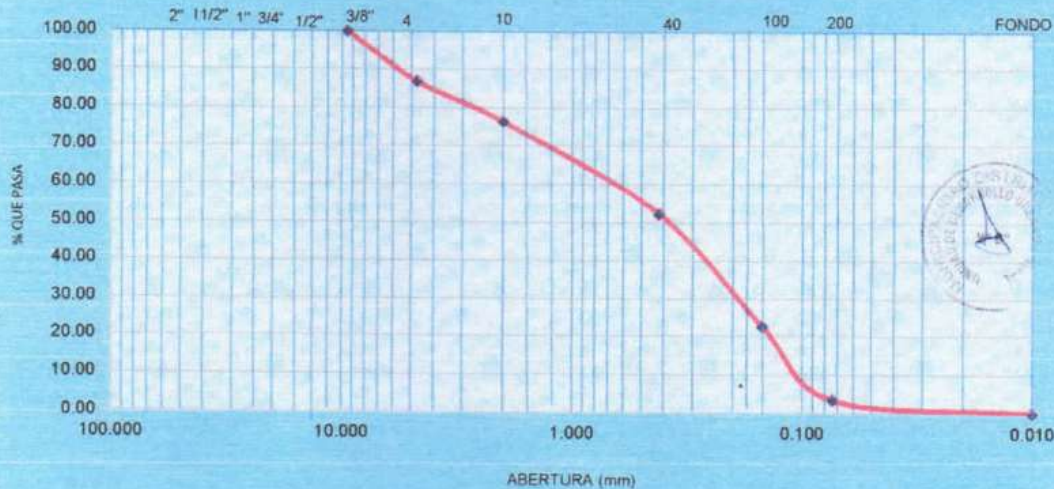
**MUESTRA** : N° 1

**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 2 +000**

TAMICES	TAMAÑO MALLA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 4
2"	50.800						UBICACIÓN :
1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
1"	25.400						MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050						PESO TOTAL : 2,000 gr
1/2"	12.700						PESO FRACCION : 2,000 gr
3/8"	9.525			100.00			LIMITE LIQUIDO : 17.00%
Nro. 4	4.750	265	13.25	86.75	13.25		LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro. 10	2.000	210	10.50	76.25	23.75		INDICE PLASTICO : N.P.%
Nro. 40	0.420	479	23.95	52.30	47.70		CLASIFICACION : AASHTO A -3(0)
Nro. 100	0.149	593	29.65	22.65	77.35		SUCS : SP
Nro. 200	0.074	384	19.20	3.45	96.55		
FONDO	0.010	69	3.45	0.00	100.00		
							OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

Renato Gonzalo Carbajal del Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 231350



SERVICIOS DE ANÁLISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

**SOLICITA TESIS** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
 : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

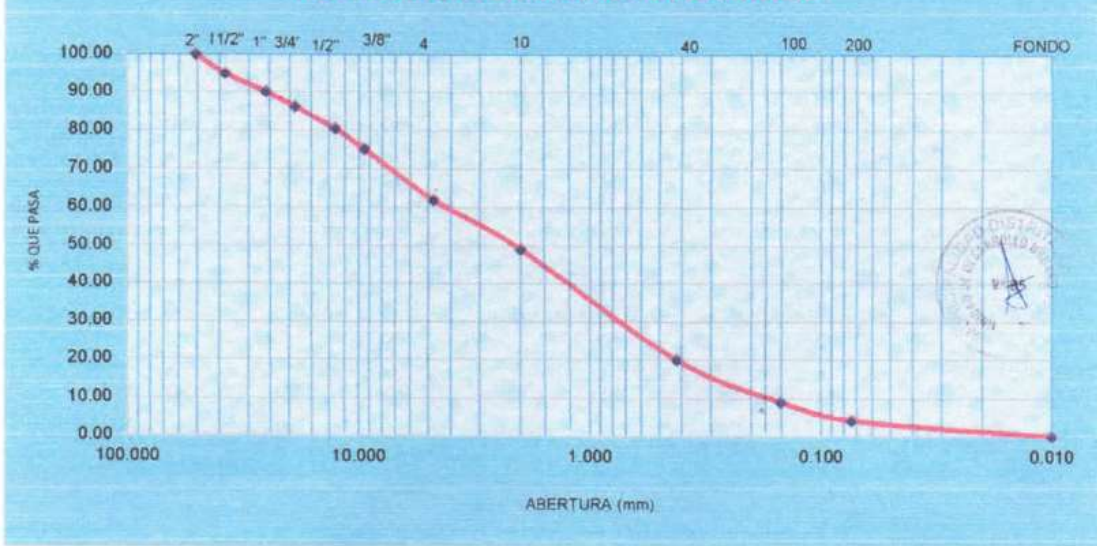
**UBICACIÓN LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA  
 : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA

**CALICATA** : N° 5  
**MUESTRA** : N° 1  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 2 +500**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES	TAMAÑO MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM	(mm.)	(gr)					
	3"	76.200						
	2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 5
	2"	50.800			100.00			UBICACIÓN :
	1 1/2"	38.100	256	5.12	94.88	5.12		MUESTRA : N° 1
	1"	25.400	241	4.82	90.06	9.94		MATERIAL : Procesado
	3/4"	19.050	198	3.96	86.10	13.90		PESO TOTAL : 5,000 gr
	1/2"	12.700	286	5.72	80.38	19.62		PESO FRACCION : 5,000 gr
	3/8"	9.525	263	5.26	75.12	24.88		LIMITE LIQUIDO : 17.50%
	Nro. 4	4.750	659	13.18	61.94	38.06		LIMITE PLASTICO : 0.00%
	Nro.10	2.000	642	12.84	49.10	50.90		INDICE PLASTICO : N.P.%
	Nro. 40	0.420	1.458	29.16	19.94	80.06		CLASIFICACION : AASHTO A -1-a(0)
	Nro. 100	0.149	543	10.86	9.08	90.92		SUCS : SP
	Nro. 200	0.074	243	4.86	4.22	95.78		
	FONDO	0.010	211	4.22	0.00	100.00		
								OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



Blank space for additional notes or signatures.

*Feliz Injante Muñoz*  
 FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*Renato Gonzalo Cár...*  
 Renato Gonzalo Cár...  
 INGE...  
 C.I.P.



SERVICIOS DE ANÁLISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 1021422365  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

**SOLICITA TESIS** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
 : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA  
 : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA

**CALICATA** : N° 6

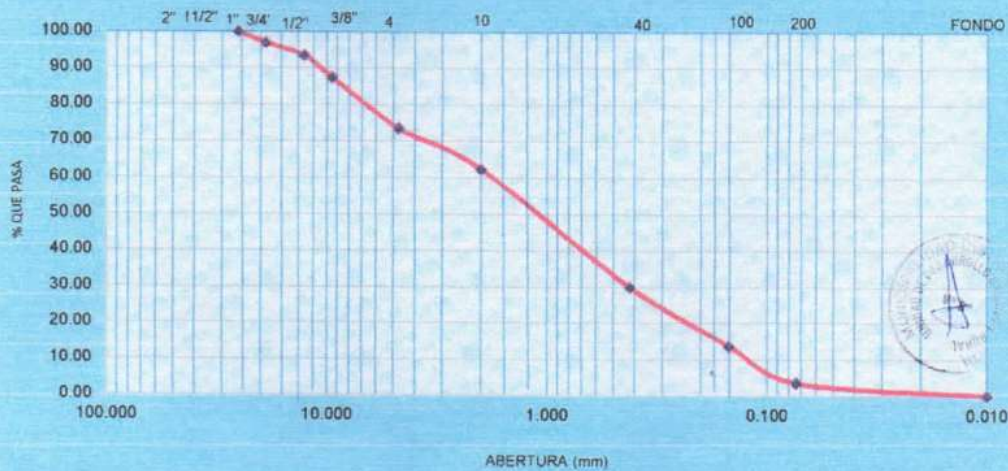
**MUESTRA** : N° 1

**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 3 +000**

TAMICES	TAMANO	PESO	%	%	%	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM	MALLA (mm.)	RETENIDO (gr)	RETENIDO	QUE PASA		
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 6
2"	50.800						UBICACIÓN :
1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
1"	25.400			100.00			MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050	150	3.00	97.00	3.00		PESO TOTAL : 5,000 gr
1/2"	12.700	182	3.64	93.36	6.64		PESO FRACCION : 5,000 gr
3/8"	9.525	298	5.96	87.40	12.60		LIMITE LIQUIDO : 17.00%
Nro. 4	4.750	694	13.88	73.52	26.48		LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro.10	2.000	556	11.12	62.40	37.60		INDICE PLASTICO : N.P.%
Nro. 40	0.420	1,620	32.40	30.00	70.00		CLASIFICACION : AASHTO A - 1-b(0)
Nro. 100	0.149	814	16.28	13.72	86.28		SUCS : SP
Nro. 200	0.074	508	10.16	3.56	96.44		
FONDO	0.010	178	3.56	0.00	100.00		
							OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



*Feliz Injante Muñoz*  
**FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*Renato González*  
**Renato González**  
 INGENIERO DE SUELOS



SERVICIOS DE ANALISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFALTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFALTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

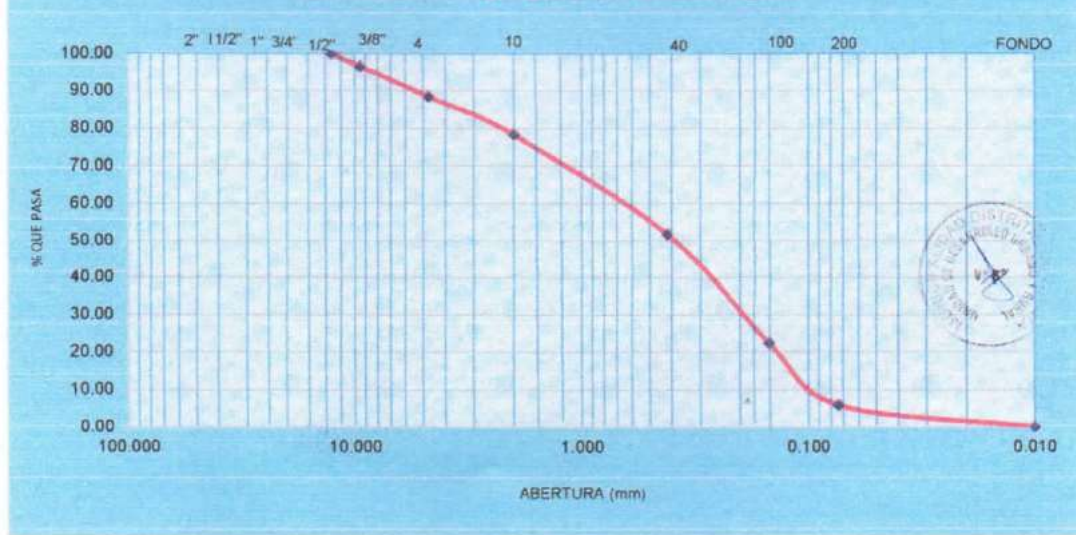
**SOLICITA** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
**TESIS** : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE LLIPATA  
**LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA  
**CALICATA** : N° 7  
**MUESTRA** : N° 1  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 3 +500**

TAMICES	TAMANO MALLA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 7
2"	50.800						UBICACION :
1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
1"	25.400						MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050						PESO TOTAL : 5,000 gr
1/2"	12.700			100.00			PESO FRACCION : 5,000 gr
3/8"	9.525	173	3.46	96.54	3.46		LIMITE LIQUIDO : 16.90%
Nro. 4	4.750	405	8.10	88.44	11.56		LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro.10	2.000	506	10.12	78.32	21.68		INDICE PLASTICO : N.P. %
Nro. 40	0.420	1,328	26.56	51.76	48.24		CLASIFICACION : AASHTO A -3 (0)
Nro. 100	0.149	1,468	29.36	22.40	77.60		SUCS : SP
Nro. 200	0.074	820	16.40	6.00	94.00		
FONDO	0.010	300	6.00	0.00	100.00		
							OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

Renato Gonzalo Obregón del Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. N° 231204



SERVICIOS DE ANALISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFALTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFALTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

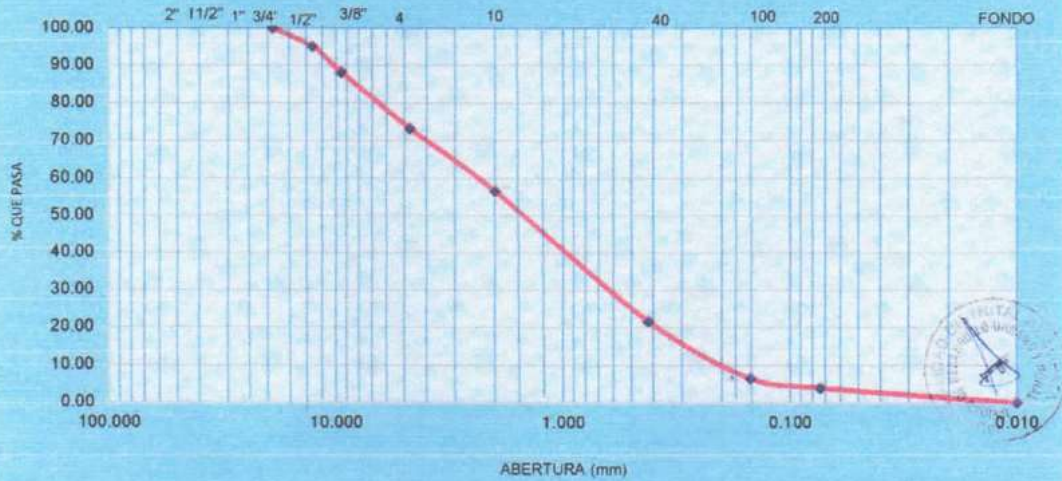
**SOLICITA** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
**TESIS** : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE LLIPATA  
**LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA  
**CALICATA** : N° 8  
**MUESTRA** : N° 1  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR:** FELIZ INJANTE MUÑOZ  
**PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m.  
**PROGRESIVA 4 +000**

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES	TAMAÑO MALLA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	3"	76.200						
2 1/2"	63.500							PROCEDENCIA : CALICATA N° 8
2"	50.800							UBICACIÓN :
1 1/2"	38.100							MUESTRA : N° 1
1"	25.400							MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050				100.00			PESO TOTAL : 5,000 gr
1/2"	12.700	250	5.00	95.00	5.00			PESO FRACCION : 5,000 gr
3/8"	9.525	345	6.90	88.10	11.90			LIMITE LIQUIDO : 16.70%
Nro. 4	4.750	741	14.82	73.28	26.72			LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro. 10	2.000	834	16.68	56.60	43.40			INDICE PLASTICO : N.P.%
Nro. 40	0.420	1,748	34.96	21.64	78.36			CLASIFICACION : AASHTO A -1-b (0)
Nro. 100	0.149	758	15.16	6.48	93.52			SUCS : SP
Nro. 200	0.074	127	2.54	3.94	96.06			
FONDO	0.010	197	3.94	0.00	100.00			
								OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

Renato Gonzalo Carrizosa  
 INGENIERO  
 C.I.C.



SERVICIOS DE ANÁLISIS Y PAVIMENTOS  
 DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISEÑO DE  
 MEZCLA ASFÁLTICA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA Y  
 DISEÑO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

**SOLICITA TESIS** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
 : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA  
 : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA

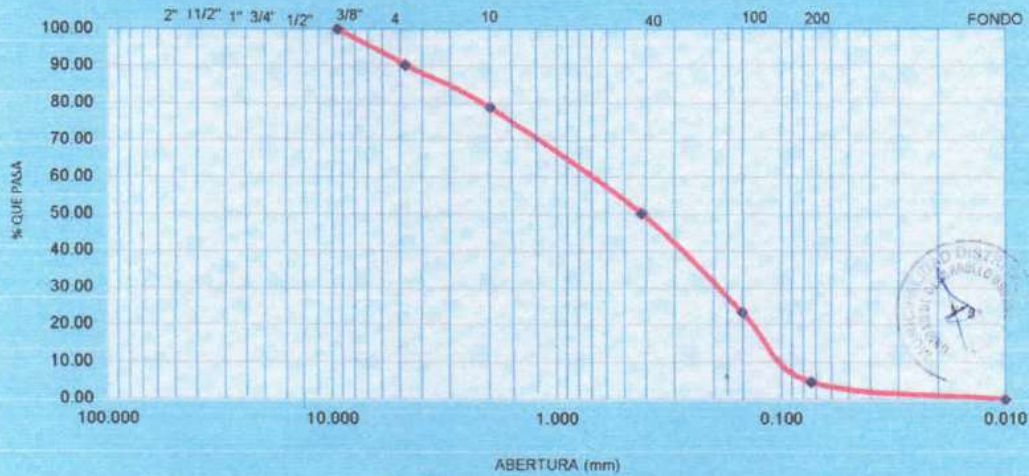
**CALICATA** : N° 9  
**MUESTRA** : N° 1

**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR: FELIZ INJANTE MUÑOZ**  
**PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m.**  
**PROGRESIVA 4+500**

TAMICES	TAMANO MALLA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 9
2"	50.800						UBICACIÓN :
1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
1"	25.400						MATERIAL : Procesado
3/4"	19.050						PESO TOTAL : 2,000 gr
1/2"	12.700						PESO FRACCION : 2,000 gr
3/8"	9.525			100.00			LIMITE LIQUIDO : 17.00%
Nro. 4	4.750	196	9.80	90.20	9.80		LIMITE PLASTICO : 0.00%
Nro.10	2.000	229	11.45	78.75	21.25		INDICE PLASTICO : N.P.%
Nro. 40	0.420	571	28.55	50.20	49.80		CLASIFICACION : AASHTO A - 3 (0)
Nro. 100	0.149	536	26.80	23.40	76.60		SUCS - SP
Nro. 200	0.074	373	18.65	4.75	95.25		
FONDO	0.010	95	4.75	0.00	100.00		
							OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



*[Signature]*  
 FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*[Signature]*  
 Renato Gonzalo Carbajal del Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 231350





SERVICIOS DE ANALISIS Y PAVIMENTOS  
 DISENOS DE MEZCLA DE CONCRETO Y DISENO DE  
 MEZCLA ASFALTICA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD  
 PORTANTE DEL SUELO LAVADO DE MEZCLA ASFALTICA Y  
 DISENO DE PAVIMENTOS



LA MAR N° 1043 - ICA  
 TELF. 234043 - 956832268  
 RUC N° 10214223665  
 EMAIL: f\_injante25@hotmail.com



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

ASTM - D 422

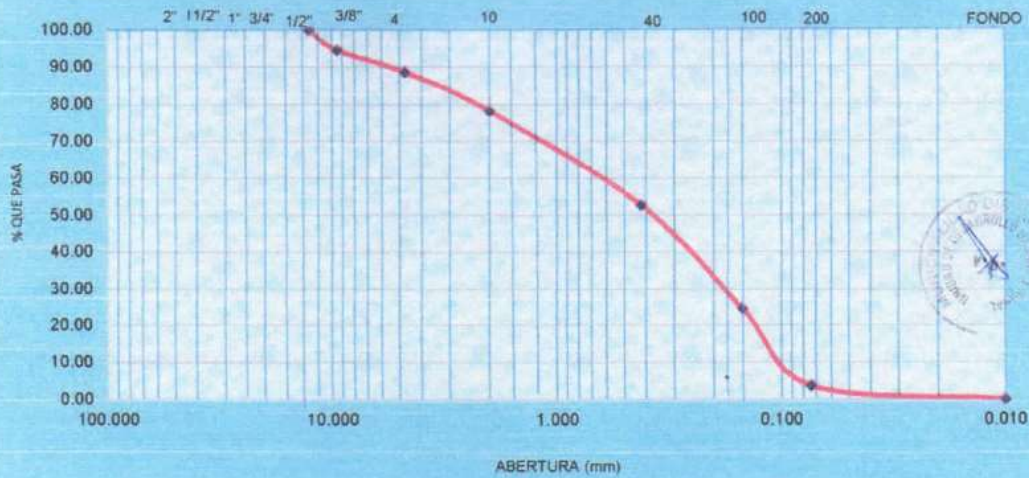
**SOLICITA** : BACH. LUIS ANTONY TENORIO GAVILÁN  
**TESIS** : COMPARACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO LOS MÉTODOS: AASHTO 93 Y RACIONAL, EN LA CARRETERA JAURANGA-PALPA-ICA 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE LLIPATA  
**LUGAR** : DISTRITO DE LLIPATA - PROVINCIA PALPA- REGIÓN ICA  
**CALICATA** : N° 10  
**MUESTRA** : N° 1  
**FECHA** : SETIEMBRE 2021

**HECHO POR:** FELIZ INJANTE MUÑOZ  
**PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m.  
**PROGRESIVA 5 +000**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	TAMICES	TAMAÑO MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ACUM. RETENIDO	ESPECIFICAC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM	(mm.)	(gr)					
	3"	76.200						
	2 1/2"	63.500						PROCEDENCIA : CALICATA N° 10
	2"	50.800						UBICACIÓN :
	1 1/2"	38.100						MUESTRA : N° 1
	1"	25.400						MATERIAL : Procesado
	3/4"	19.050						PESO TOTAL : 5.008 gr
	1/2"	12.700				100.00		PESO FRACCION : 5.000 gr
	3/8"	9.525	276	5.52	94.48	5.52		LIMITE LIQUIDO : 17.40%
	Nro. 4	4.750	294	5.88	88.60	11.40		LIMITE PLASTICO : 0.00%
	Nro.10	2.000	517	10.34	78.26	21.74		INDICE PLASTICO : N.P %
	Nro. 40	0.420	1,283	25.66	52.60	47.40		CLASIFICACION : AASHTO A - 3 (0)
	Nro. 100	0.149	1,395	27.90	24.70	75.30		SUCS : SP
	Nro. 200	0.074	1,047	20.94	3.76	96.24		
	FONDO	0.010	188	3.76	0.00	100.00		
								OBSERVACIONES: ARENA MAL GRADUADA

**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



*Felipe Injante Muñoz*  
 FELIZ INJANTE MUÑOZ  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DE SUELOS

*Renato Gonzalo Carrizjal*  
 Renato Gonzalo Carrizjal  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P.N. 20110