



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método
AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi -
Ancash, 2021”**

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

AUTOR:

Ocrospoma Bayona, Nichels Junior (ORCID: 0000-0002-8605-3722)

ASESOR:

Mgtr. Marín Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0002- 9103 - 9490)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia por su apoyo incondicional. A mi Padre y a mi Madre que en paz descansen que mientras estuvieron en vida me apoyaron en todo lo que podían y por eso nunca los olvidare. Y a las personas cercanas a mí que me han apoyado como si fueran parte de mi familia.

AGRADECIMIENTO

Les agradezco a mis docentes por sus enseñanzas a lo largo de mi vida universitaria. Al ingeniero Marín Cubas Percy, por su apoyo durante toda mi carrera profesional y al ingeniero Durán Ríos Rubén por su asesoramiento, ya que gracias a ellos esta tesis ha sido posible.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.	v
Índice de figuras.	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	6
3.1 Tipo y diseño de investigación	6
3.2 Variables y Operacionalización	7
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	7
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	8
3.5 Procedimientos	9
3.6 Método de análisis de datos.....	10
3.7 Aspectos éticos	11
IV. RESULTADOS	12
4.1 Estudio de tráfico.	12
4.2 Estudio de suelos.....	18
4.3 Diseño de espesor de paquete estructural.....	19
V. Discusión	29
VI. Conclusiones	31

VII. Recomendaciones.....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato resumen de clasificación vehicular	13
Tabla 2. Índice Diario Anual Proyectado al 2024.....	15
Tabla 3. Ejes equivalentes diarios	16
Tabla 4. Número de ejes equivalentes (ESAL).....	17
Tabla 5. Resumen de estudio de suelos.....	18
Tabla 6. Valores recomendados para el nivel de confiabilidad.....	20
Tabla 7. Coeficiente de desviación estándar normal	21
Tabla 8. Diferencial de serviciabilidad	22
Tabla 9. Cuadro resumen de valores obtenidos	23
Tabla 10. Coeficientes estructurales	25
Tabla 11. Valores mínimos de cada capa estructural.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de estación para estudio de tráfico	12
Figura 2.	Capas del pavimento flexible	24
Figura 3.	ESPEORES FINALES DEL PAVIMENTO.....	28

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad diseñar el paquete estructural del pavimento flexible de la vía vecinal tramo Pampam – Huasta, ubicado en el distrito de Huasta, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash, haciendo uso de la metodología AASHTO 93, teniendo en cuenta las características del tráfico actual de la vía, así como también las características del suelo del tramo.

Al usar aprendizajes teóricos del manual de diseño de pavimento flexible por el método AASHTO93, esta investigación es de tipo aplicado ya que también se realizaron estudios de suelos en el laboratorio.

La muestra para esta investigación ha sido todo el tramo de la vía Pampam - Huasta, comprendido por 5.36 km, también se realizaron estudios del tráfico de la vía, para lo cual se usó una estación de conteo de tráfico, con lo cual se pudo obtener los tipos de vehículos que transitan por ella, así como también las cargas que estos ejercen, obteniendo de esta manera el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, resultando para esta vía una carga ejes equivalentes EE de 321,058.16 toneladas.

Con respecto al estudio de suelos de la vía, se pudo obtener un C.B.R promedio de las 5 calicatas del 24.42%, el cual está al 95% de máxima densidad seca con 0.1" de penetración, el cual se usará para diseñar los espesores del paquete estructural de la vía, obteniendo de esta manera los siguientes datos:

Carpeta de asfalto (d1) = 1.20 cm, Base granular (d2) = 15 cm'', Sub base granular (d3) =20 cm'.

Palabras clave: Coeficientes de capas, ejes equivalentes, coeficiente estructural, módulo resiliente, paquete estructural

ABSTRACT

The purpose of this research project was to design the structural package of the flexible pavement of the neighborhood road section Pampam - Huasta, located in the district of Huasta, province of Bolognesi, department of Ancash, using the AASHTO 93 methodology, taking into account the characteristics of the current traffic of the road, as well as the characteristics of the ground of the section.

Using theoretical learnings from the flexible pavement design manual by the AASHTO93 method, this research is of an applied type since soil studies were also carried out in the laboratory.

The sample for this investigation has been the entire stretch of the Pampam - Huasta road, comprising 5.36 km, studies of the road traffic were also carried out, for which a traffic counting station was used, with which it was possible to obtain the types of vehicles that transit through it, as well as the loads they exert, thus obtaining the number of repetitions of equivalent axles of 8.2 tons, resulting for this route an equivalent EE axle load of 321,058.16 tons.

Regarding the soil study of the road, it was possible to obtain an average CBR of the 5 pits of 24.42%, which is at 95% of maximum dry density with 0.1" of penetration, which will be used to design the thickness of the package structural of the road, thus obtaining the following data:

Asphalt binder (d1) = 1.20 cm, Granular base (d2) = 15 cm", Granular sub base (d3) = 20 cm.

Keywords: Layer coefficients, equivalent axes, structural coefficients, resilient modulus, structural bundle

I. INTRODUCCIÓN

El transporte por vías terrestres es referido como el sector más superlativo en la economía nacional, ya que ayuda al crecimiento integral del país, por lo que es de vital importancia mantener nuestras vías en perfectas condiciones. Mediante la circulación en vías terrestres, el 80% de transporte de productos de comercio transita en esta plataforma y el 98% del tráfico de pasajeros circula por este medio de transporte. Además, hace posible el desarrollo de aspectos comerciales, sociales e industriales. Para mantener una red vial, es importante considerar un mantenimiento adecuado, de esta manera preservar su vida útil, ahorrando dinero a largo plazo y generando comodidad a los transportistas y pasajeros. Es importante recopilar información necesaria para realizar un estudio de carreteras, pero eso solo es una parte, por lo que es mejor realizarlo constantemente y tener los datos precisos que influyan en el adecuado mantenimiento de una red vial, de esta forma generar un proyecto detallado en su rehabilitación de acuerdo a los tramos especificados. Durante muchos años, se han llevado a cabo investigaciones en las vías, para verificar aquellos factores influyentes de manera directa e indirecta en el impacto que tiene el estado de una vía con respecto al desgaste vehicular, siendo los transportes de carga los más afectados, resultando un factor primordial nocivo el estado superficial del pavimento. La influencia del estado en que se encuentran los caminos, con relación al costo de operación de los vehículos es altamente proporcional, es decir, una vía en buen estado implica vehículos mejores conservados. Por ende, se consideran como costo mínimo de operación, a aquellas vías que estén en un estado óptimo, en terreno plano y sin complicaciones de tránsito vehicular, la cual se puede decir que reúne las condiciones óptimas para la circulación. En el Perú, existen vías con demasiadas deficiencias en su estructura superficial, en la que se pueden ver presencia de baches, pendientes o grados de curvatura no adecuados, esto conlleva a la condición deficiente de los vehículos que transitan y por supuesto genera costos adicionales correspondientes al mantenimiento de los mismos. La presente tesis está elaborada con la finalidad de diseñar el pavimento flexible de la **vía vecinal** Pampam - Huasta, dado a la notoria elevación de la circulación de vehículos que se transportan en dicha vía, es inminente y necesario su pavimentación. Otro factor a tomar en cuenta es el crecimiento poblacional en el distrito de Huasta, siendo necesario pavimentar la vía

para que de esta manera las personas puedan desplazarse sin inconvenientes. Es fácil poder ver el problema, como se mencionó anteriormente el crecimiento de tránsito vehicular es muy notorio, dando como resultado a diversos problemas en la transitabilidad vehicular de dicha vía. Detectado el problema, se tiene que realizar un diseño correcto del pavimento flexible del tramo Pampam – Huasta, para ello es necesario realizar un estudio de suelos, así de esta manera poder determinar las propiedades mecánicas del mismo. De la misma forma es necesario hacer un estudio de tráfico, así determinar volumen vehicular diario promedio, estos son estudios indispensables para un correcto diseño. De acuerdo a la importancia de estudios en las vías de transporte terrestre, se realizó un análisis del tramo Pampam - Huasta, vía que se encuentra dentro del distrito de Huasta, provincia de Bolognesi, región Ancash; esta vía se encuentra sin capa de rodadura, es la única ruta de entrada a la ciudad de Huasta y a lugares arqueológicos, siendo el área de estudio una zona turística, he ahí la importancia de realizar la presente investigación, fundamentando el **problema general**: ¿Cuál es el diseño del pavimento flexible, utilizando el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021? De acuerdo a la trascendencia del estudio de investigación se consideró como **objetivo general**: Diseñar la estructura del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash. Se consideraron como **objetivos específicos**: A) Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. B) Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. C) Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento flexible del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. Para evidenciar el argumento, se consideraron las siguientes justificaciones. Primero con el panorama **teórico**, el presente estudio pretende identificar el estado en el que se encuentra el camino vecinal, emitiendo una alternativa de solución ante el problema generado en la zona de estudio, de esta forma optimizar el rendimiento de la capa de rodadura, de acuerdo a su alcance y adecuada utilización. Por lo que el autor de esta investigación consideró los parámetros establecidos, con el fin de realizar un estudio eficiente y verídico. **Técnicamente** esta tesis se puede justificar porque es necesario que los pobladores sean atendidos en esa necesidad de tener una buena

transitabilidad vehicular, eso se debe al aumento de tránsito vehicular por la vía Pampam – Huasa y los lugares adyacentes en la zona, la mala condición de la vía es permanente, por ende, no se dan con las condiciones mínimas de seguridad de acuerdo a la norma peruana y el MTC. Se justifica **prácticamente** dado que se consideró utilizar la metodología AASHTO 93, de esta forma realizar el diseño estructural del pavimento flexible de la vía, así como también hacer un estudio de suelos, de la misma forma un estudio de tráfico que estén de acuerdo a las normas de diseño y parámetros de los manuales del MTC y AASHTO, de esta forma se pueda resolver el problema de la mala transitabilidad de la vía. Esta tesis se justifica **metodológicamente** ya que, para poder realizar el diseño estructural de pavimento flexible es necesario seguir una serie de parámetros y cálculos dados en la norma AASHTO y el manual del MTC, además esta tesis se puede tomar como referencia para próximos estudios de la índole similar, también pueden tomarse en cuenta los datos obtenidos en futuros estudios de carreta en la zona de Huasta. Socialmente es relevante dado que este proyecto favorecerá a los pobladores del distrito de Huasta directamente y a todos pobladores aledaños del distrito y la provincia de Bolognesi.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes a **nivel internacional**, Gaspar **(2015)** en su tesis “Diseño del Pavimento Rígido del Camino que Conduce a la Aldea El Guayabal, Municipio de Estanzuela del Departamento de Zacapa” esta tesis se realizó con el fin de optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala; además el autor tuvo la intención de ayudar al Municipio de Estanzuela, haciendo el diseño del pavimento flexible y analizando presupuesto requerido para la ejecución del proyecto, esta vía conduce la zona de la cabecera municipal hacia la aldea El Guayabal; para lograrlo tuvo que realizar diversos estudios, tanto de suelos como de tráfico. Pudo llegar a la conclusión de que el pavimento rígido puede acarrear menos costos de mantenimiento al largo y a un largo periodo referido a su diseño estructural, mientras que un pavimento flexible requiere de un mantenimiento constante para poder llegar a la vida útil para la cual fue diseñada. **Salamanca y Godoy (2016)**, en su tesis “Diseño de la vía Timaná – Cosanza en Pavimento Flexible” lo realizó con el fin de ostentar el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos en la Universidad Católica de Colombia; los autores realizaron el diseño de la vía Timaná –Cosanza, para ello tuvieron que usar las metodologías y estudios para usuales en carreteras, de esta forma poder realizar un diseño correcto de la vía ya mencionada. Pudieron llegar a la conclusión que el diseño de la carretera se hará en base a los métodos convencionales de la ingeniería ya conocidos, uno de ellos es el método INVÍAS, en método AASHTO, también verificación de las deflexiones por método racional y los parámetros de control de fatiga. Por ende, ello nos da la garantía y tranquilidad de que se está dando cumplimiento al uso y aplicación correcta de las metodologías en el diseño de estructuras viales en beneficio de los pueblos y comunidades. Las referencias a **nivel nacional** están dadas por el autor **García (2017)**, en su tesis de pregrado "Diseño de Pavimentación en la Habilitación Urbana las Dunas de Lambayeque" de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Dicha tesis se realizó con el fin de hacer el diseño de pavimento flexible en la urbanización Las Dunas de Lambayeque, de la misma forma hacer los estudios y análisis necesarios para que estos datos sean de utilidad en la elaboración de un futuro expediente técnico. Esta tesis, pudo determinar que se existen 2 tipos de suelos en la zona, arenas finas limosas y un

material Arcilloso, de la misma forma se pudo obtener un CBR de 7.14 % y se pudo determinar como diseño estructural el espesor de 40 cm mediante la fórmula de NAASRA, teniendo como espesores de 20 cm en la sub base, para la base se tuvo en cuenta un espesor de 15 cm y para la carpeta asfáltica un espesor de 5 cm. **Gómez (2014)**, en su tesis “Diseño Estructural del Pavimento Flexible para el Anillo Vial del Ovalo Grau – Trujillo – La Libertad” para poder obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo; la cual buscó determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Ovalo Grau – Trujillo – La Libertad, llevando a cabo los estudios necesarios, se pudo recopilar información necesaria para cumplir con los objetivos del estudio. Se pudo llegar a la conclusión de que, en el método AASHTO – 93 utilizado para calcular los espesores de cada capa del pavimento, es una relación de muchas variables, y considera de manera principal a los factores de ejes equivalentes y el módulo resiliente de la subrasante Mr. El estudio tuvo como resultado un número estructural (SN) de 5.35, por otro lado los espesores de cada capa fueron: la capa asfáltica 10 cm, la base un espesor de 30 cm y la sub base un espesor de 35 cm. **Rengifo (2014)**, en su tesis “Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189)” para poder obtener el título de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú; mediante su tesis obtuvo el diseño del pavimento flexible para la Nueva Carretera Panamericana Norte, para ello tuvo que utilizar diferentes métodos ya conocidos. Se llegó a concluir que, para poder diseñar la vía las metodologías utilizadas en dicha tesis son similares y existe una mínima variación en los resultados, esto debido a que cada uno usa parámetros diferentes. **Terrones (2018)**, en su tesis “Diseño estructural del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en las calles I y J de la cuarta etapa del C.H Micaela Bastidas – Piura” con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil, dentro de su estudio buscó diseñar el pavimento flexible para 2 calles de un C.H, utilizando el método AASHTO 93, para lo cual realizó un estudio de tráfico y un estudio de suelos, que le sirvieron como parámetros para el posterior diseño. El diseño final obtenido para la calle I: carpeta asfáltica 9 cm, para la base 20 cm y para la sub base 20 cm, para la calle J se obtuvo una dimensión de 9 cm para la carpeta asfáltica, 25 cm para la base y 25 cm para la sub base.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Para la elaboración de la presente tesis se consideró el tipo de diseño **aplicado**.

Según (Mendoza, 2018) indica que la investigación es denominada aplicada en el momento que relaciona un estudio con la investigación básica, la cual dependerá de los descubrimientos y avances de este último, además se pone en práctica los conocimientos. En conclusión, la investigación aplicada indaga el conocimiento para así ser generada o modificada. Por lo tanto, esta investigación es aplicada, porque se realizará en base a conocimientos ya adquiridos del manual de diseño de pavimentos flexible método AASHTO 93 y el MTC.

Diseño de investigación

La presente tesis se elaboró mediante un diseño de tipo pre-experimental, dado que se llevaron a cabo diferentes estudios, que fueron de gran necesidad y de suma importancia en el diseño del pavimento, estos estudios nos ayudaron a determinar las propiedades mecánicas de la sub rasante de la vía y el estudio de tráfico nos ayudaron a conocer los ejes equivalentes en toneladas que circulan en dicha vía.

Además, es de un diseño descriptivo, ya que una vez obtenidos los datos necesarios se va a diseñar la estructura del pavimento flexible, teniendo como guía el manual del MTC.

Nivel de investigación

Para el presente estudio se consideró el nivel descriptivo explicativo. Esta investigación es considerada descriptivo explicativo, debido a que se sustentará en diferentes tipos de instrumentos en campo, con el fin de mantener las propiedades y características de individuos, grupos, proceso, objetivo o cualquier otro fenómeno al cual será analizada.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Diseño Estructural de Pavimento Flexible con el método AASHTO 93.

- **Definición conceptual:** Es un proceso en el cual, tras analizar los datos de las propiedades de la zona de estudio, se procede a dar forma al sistema estructural, teniendo en cuenta parámetros de seguridad y su funcionalidad.

- **Dimensiones:**

- a) **Cargas de transitabilidad:** Se realizó el conteo vehicular durante una semana en las horas punta del día, en un punto estratégico, posteriormente a ello se puede clasificar cada tipo de vehículo que transita en la vía.

Indicadores: Conteo vehicular IMD.

Escala de medición: Nominal

- b) **Propiedades del suelo:** Se realizaron excavaciones con una determinada profundidad, la cual se analizará para definir las características físico – químicas del suelo.

Indicadores: Calicatas, ensayo de laboratorio.

Escala de medición: Nominal.

- c) **Espesor del paquete estructural:** Después de obtener los datos necesarios del estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos, se usó la metodología AASHTO 93, para calcular el espesor del paquete estructural con la ayuda de monogramas.

Indicadores: Metodología AASHTO 93.

Escala de medición: Nominal.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.174), se define por población a la agrupación de individuos, elementos o fenómenos que puedan representar alguna característica al cual tenga que ser estudiada.

Se consideró como población a la vía Pampam – Huasta, la cual posee una longitud lineal de 5.36 kilómetros y está ubicado en la Provincia de Bolognesi.

Muestra

La muestra de la investigación está conformada por los 5.36 kilómetros lineales de la vía, además es considerado por el criterio de exclusión ya que todo el tramo es la parte más transitada de la vía Pampam – Huasta.

Muestreo

Es de tipo no probabilístico, ya que no satisface a toda la comunidad, por lo que la muestra consiste desde la progresiva km 0+000 hasta el km 5+361.

Unidad de análisis

De acuerdo al autor Tamayo (2009), define como unidad de análisis a la cantidad mayor o característica del objeto de estudio, pero con una medición exacta.

Por lo tanto, se consideró la unidad mayor toda la vía de acuerdo a la muestra los 5.36 kilómetros del tramo Pampam - Huasta.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con la finalidad de cumplir con nuestro primer objetivo, que es de determinar las cargas de transitabilidad, vamos a utilizar la observación, para ello vamos a usar como instrumento las fichas técnicas llenadas del estudio de tráfico vehicular.

Para nuestro segundo objetivo, vamos a utilizar también la observación, teniendo en cuenta las fichas de laboratorio, estos son instrumentos que nos determinarán los ensayos que se hicieron a las muestras de suelo de la vía.

Para el tercer objetivo, la cual nos permite determinar los espesores del paquete estructural del pavimento flexible, haremos uso de la observación, vamos a utilizar los datos obtenidos en campo en las fórmulas la metodología AASHTO 93.

OBJETIVO ESPECIFICO	FUENTE	TÉCNICA	HERRAMIENTA	LOGRO
Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021	Vía carrozable Pampam - Huasta	Observación	Fichas técnicas	Determinar la cantidad de vehículos que por ahí transitan además de las cargas que soporta el tramo
Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021	Vía carrozable Pampa - Huasta	Observación	Fichas técnicas de laboratorio de suelos	Identificar las propiedades del suelo
Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021	Vía carrozable Pampa - Huasta	Observación	Mallas de cálculo según AASHTO93	Determinar los espesores de la estructura de pavimento flexible

3.5 Procedimientos

El método AASHTO 93 es un método empírico que básicamente se trata de realizar una excelente y precisa recolección de datos, para que estos datos reunidos se conviertan en parámetros de un conjunto de fórmulas, que nos determinarán el espesor de nuestro pavimento.

En primer lugar, es importante realizar 2 estudios de campo, que luego serán procesados en gabinete. El primero es el estudio de suelos, la cual nos permitirá determinar el C.B.R de la vía, y con este el módulo de resiliencia (M_r) el cual es parámetro fundamental para el cálculo de espesor estructural del pavimento. También es necesario hacer un estudio de tráfico, este estudio nos dará la información de ejes equivalente que transcurrirán por la vía para un determinado periodo de diseño, la cantidad de ejes equivalentes (ESAL) también es un parámetro esencial en el diseño del pavimento. También es necesario conocer las desviaciones estándar (Z_r) y combinada (S_o), por último, el diferencial de índice de

serviciabilidad (ΔPSI), estos últimos parámetros se obtienen del manual del MTC y del manual AASHTO 93. Los parámetros obtenidos se introducen en la siguiente fórmula:

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

Se puede observar en la fórmula que la variable es el SN, efectivamente, mediante la fórmula anterior vamos a hallar el SN1, SN2 y el SN3, que representan el número estructural de la carpeta asfáltica, de la base y de la sub base respectivamente. A continuación, se presentan las fórmulas de los números estructurales:

$$SN_1 = a_1 * d_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$SN_2 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$SN_3 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3 \dots\dots\dots (3)$$

Como se puede observar, cada número estructural tiene unos parámetros (a_i , d_i , m_i), los parámetros a_i y m_i se pueden obtener del manual del MTC o mediante ábacos del manual AASHTO 93, quedando solo como variables d_1 , d_2 y d_3 , los cuales representan los espesores en centímetros de la carpeta asfáltica, de la base y de la sub base respectivamente. El SN3 representa el número estructural requerido (SNR) de tal manera que, se puede conjugar un sin fin de valores, de manera que reemplazando a d_1 , d_2 y d_3 en la fórmula se halle un valor mayor o igual al SNR, cabe también mencionar que los valores para d_1 , d_2 y d_3 mínimos están dentro del manual de MTC, por lo tanto, al asignarle un valor a cualquier d_i , este debe de cumplir con los establecido en el manual.

3.6 Método de análisis de datos

Vamos a utilizar la técnica de la observación, además un formato técnico proporcionado por el MTC, el cual será el instrumento con el que vamos a determinar y clasificar a los vehículos que transitan la vía, esto se realizará durante 7 días en las horas punta, de esta forma hallar el índice medio diario de tránsito en la vía, con el cual se pretende determinar su diseño.

En lo que concierne al estudio de suelos, se hará una extracción de una muestra de suelo de la vía, para ello se hará el de herramientas usuales, haciendo calicatas con palas, picos, etc. Posteriormente todas las muestras se llevarán a un laboratorio, donde se determinarán todas las propiedades mecánicas del suelo y los datos obtenidos nos entregarán en fichas, todo ello de acuerdo a la norma vigente de estudio de suelos y carreteras.

Para poder hallar los espesores del pavimento flexible, habiendo utilizado la técnica de observaciónse anteriormente, se procede a analizar los datos obtenidos, que son el estudio de tránsito y mecánica de suelos, los que se realizaron en la vía para posteriormente aplicar la metodología AASHTO 93, de tal manera se puedan determinar los espesores del pavimento, teniendo en cuenta los factores de seguridad, además que el diseño cumpla con lo establecido en el periodo de diseño.

3.7 Aspectos éticos

En la presente investigación, como como autor me comprometo a obtener resultados reales, basándome en la honestidad, compromiso y respeto en la elaboración del estudio.

Además, todos los párrafos o textos ajenos hacia mi persona como investigador, están debidamente citados dando crédito y el debido reconocimiento a los autores que son reconocidos por los trabajos que han realizado, dado lo cual se agradece los conocimientos proporcionados, ayudándonos a cumplir con el objetivo de nuestra investigación. De tal manera serán citados con la norma ISO y considerando la guía de productos observables establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, plasmándolo en la investigación titulada “Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi - Ancash, 2021”.

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio de tráfico.

Con el fin de cumplir nuestro primer objetivo específico: “Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021” del presente proyecto, fue necesario establecer el nivel de tráfico de la vía a diseñar, de esta forma cumplir con el primer objetivo, para lograrlo se realizó un conteo de vehículos (estudio de tráfico) en una estación denominada estación uno (E-01) durante las horas punta del día por 7 días consecutivos, mediante el cual los datos obtenidos nos brindaron la información necesaria sobre el volumen de tránsito actual en la vía Pampam – Huasta.

Figura 1. Ubicación de estación para estudio de tráfico

Coordenadas: 264381.26 E ; 8879576.78 N



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Formato resumen de clasificación vehicular

FORMATO N° 2

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA		
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH		
FACTOR DE CORRECCIÓN	Vehículos livianos	fc	1.1169
	Vehículos pesados	fc	0.9958

ESTACION	E - 01		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	LUNES	29	11
		21	

DÍA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
LUNES 21/11/21	36	17	12	0	8	0	0	0	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
MARTES 22/11/21	32	20	14	0	13	0	0	0	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
MIÉRCOLES 23/11/21	28	17	11	0	13	0	0	0	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
JUEVES 24/11/21	30	16	9	0	12	0	0	0	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
VIERNES 25/11/21	35	18	12	0	15	0	0	0	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
SÁBADO 26/11/21	32	19	13	0	15	0	0	0	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
DOMINGO 27/11/21	23	14	5	0	4	0	0	0	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
TOTAL	216	121	76	0	80	0	0	0	74	65	0	0	632								
IMDs	30.86	17.29	10.86	0	11.43	0	0	0	10.57	9.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90.29
IMDa	34	19	12	0	13	0	0	0	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla anterior, se presenta el cuadro resumen del estudio de tráfico diario por cada tipo de vehículo, determinado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en la cual se observa el total de cada tipo de vehículo que transita en la vía por semana, luego se procede a dividir cada valor entre 7, para obtener el IMDs (Índice medio diario semanal) de cada tipo de vehículo, posteriormente es necesario utilizar un factor de corrección (fc), dato que se obtiene de la Ficha Técnica Estándar para la formulación y evaluación de proyectos de carreteras, en este caso se obtuvo un $fc = 1.1119$ para vehículos livianos y un $fc = 0.9958$ para vehículos pesados, estos factores se multiplican a cada valor del IMDs de cada tipo de vehículo, de esta forma se obtiene el IMDa (Índice medio diario anual), dato necesario para los cálculos posteriores.

Una vez obtenido el IMDa del año y mes actual, es necesario obtener un IMDa proyectado, ya que existe un crecimiento de población vehicular, por ende, es fácil deducir que cuando se realice y termine el proyecto las cargas y tráfico vehicular habrán aumentado, para el presente proyecto se tomó en cuenta una proyección de 3 años, 1 año para elaboración y aprobación de estudios, y 2 años para la ejecución del proyecto. Para obtener este IMDa proyectado, se utilizó una fórmula que se mostrará más adelante, la cual requiere como parámetros como el IMDa actual y las tasas de crecimiento vehicular, tanto de vehículos livianos como de vehículos pesados. Estas tasas de crecimiento, también se obtienen de la Ficha Técnica Estándar para la formulación y evaluación de proyectos de carreteras, los datos obtenidos para este proyecto son: Tasa de crecimiento de vehículos livianos ($r = 0.59\%$) y la Tasa de crecimiento de vehículos pesados ($r = 1.05\%$). El tránsito proyectado se calculó para un periodo próximo de 3 años, tal como se mencionó anteriormente y se utilizó la siguiente ecuación:

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

Dónde:

- T_n : Tránsito vehicular proyectado en “n” años
- T_o : Tránsito actual
- n : Tiempo de proyección en años

r : Tasa anual de crecimiento vehicular

A continuación, se muestra la tabla 02, donde se pueden apreciar los cálculos del IMDa proyectado, con los respectivos valores hallados para cada tipo de vehículo.

Tabla 2. Índice Diario Anual Proyectado al 2024

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO AL 2024						
POBLACIÓN	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL Combi	CAMION	
					2 E	3 E
DIAGRA. VEH.						
		Fórmula:	$T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)}$			
Tránsito actual	34	19	12	13	10	9
Tasa de crecimiento de vehículos livianos	r:				0.59%	
Tasa de crecimiento de vehículos pesados	r:				1.05%	
Tiempo hasta la finalización de la obra	n:				3	
IMDa 2024	34.8722	19.5349	12.2699	12.9156	10.7493	9.4419

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el IMDa proyectado, prosigue calcular la carga de ejes equivalentes por cada tipo de vehículo, para ello es necesario conocer el IMDa proyectado (ya lo hemos determinado), también es necesario conocer el tipo de eje del vehículo a evaluar, ya sea eje simple o tandem y la carga en toneladas que representa cada eje según el tipo de vehículo, datos que se obtienen de un cuadro del Manual de Carreteras y se puede observar en el ANEXO 05, también es necesario el cálculo de ejes equivalentes por vehículo, la fórmula está dada en el Manual de AASHTO 93 y el Manual de Carreteras y se puede observar en el ANEXO 06. A continuación, se presenta la tabla 03, en la cual se detallan los cálculos necesarios para la obtención de los ejes equivalentes y la suma total, dato necesario para obtener el número de ejes equivalentes (ESAL), para el posterior diseño del pavimento.

Tabla 3. Ejes equivalentes diarios

TIPO DE VEHÍCULO		IMDa	TIPO	NÚMERO	CARGA	EE por	f.IMDa
		2024	EJE	LLANTAS	EJE Tn	vehículd	Flexible
VEHÍCULOS LIGEROS	Autos	34.8722	SIMPLE	2	1	0.00053	0.01838
		34.8722	SIMPLE	2	1	0.00053	0.01838
	S. Wagon	19.5349	SIMPLE	2	1	0.00053	0.0103
		19.5349	SIMPLE	2	1	0.00053	0.0103
	Pick Up	12.2699	SIMPLE	2	1	0.00053	0.00647
		12.2699	SIMPLE	2	1	0.00053	0.00647
	Combi	12.9156	SIMPLE	2	1	0.00053	0.00681
		12.9156	SIMPLE	2	1	0.00053	0.00681
VEHÍCULOS PESADOS	Camión 2E	10.7493	SIMPLE	2	7	1.26537	13.6018
		10.7493	SIMPLE	4	11	3.23829	34.8092
	Camión 3E	9.44191	SIMPLE	2	7	1.26537	11.9475
		9.44191	TAMDEM	8	18	2.01921	19.0652
						Total	79.5075

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se calculó el Número de Ejes Equivalentes (ESAL), para lo cual es necesario conocer algunos datos, el primero es el Factor Fca de vehículos pesados, para la obtención del Fca es necesario conocer la tasa anual de crecimiento de vehículos pesados (r), dato ya obtenido anteriormente, también se requiere definir un periodo de diseño, en este caso se está tomando un periodo de vida útil del pavimento de 20 años, finalmente mediante una fórmula que se mostrará en la figura 05 se determinó el Fca. También es necesario conocer el Factor direccional por factor de carril, dato que se obtiene del Manual AASHTO 93 y se muestra en el ANEXO 07, para este proyecto se determinó una vía de 1 calzada y 2 sentidos, usando la tabla el factor direccional tiene el valor de 0.50. Por último, es necesario la suma de ejes equivalentes por vehículo en toneladas, dato que ya lo obtuvimos anteriormente y tiene el valor de 79.5075 toneladas. Todos los datos requeridos mencionados, son parámetros para el cálculo del ESAL, cuya fórmula está contemplada en la tabla 04. A continuación, se presenta la tabla 04, donde se puede apreciar los datos y fórmulas necesarias para el cálculo del ESAL de nuestro proyecto.

Tabla 4. Número de ejes equivalentes (ESAL)

NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)		
Tasa anual de crecimiento de vehículos pesados	r	1.05%
Tiempo de vida útil del pavimento (años)	n	20
Factor Fca vehículos pesados $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	22.1264872
Factor direccional por Factor de carril	Fd*Fc	0.5
Número de Ejes Equivalentes (ESAL) #EE = 365 * (Σf.IMDa) * Fd * Fc * Fca	ESAL	321058.16

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Estudio de suelos.

Tabla 5. Resumen de estudio de suelos

RESUMEN DE ESTUDIOS DE SUELOS																	
CALICATA	MUESTRA	PROF. (M)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO %					HUM. %	LÍMITES DE CONSISTENCIA			PROCTOR		CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO (C.B.R)			
			N° 04	N° 10	N° 40	N° 100	N° 200		LL	LP	IP	DMS (gr/cm ³)	OCH (%)	Al 100 % de M.D.S a 0.1	Al 95 % de M.D.S a 0.1	Al 100 % de M.D.S a 0.2	Al 95 % de M.D.S a 0.2
C-01	1	1.50	49.50	36.10	23.90	13.80	12.00	4.20	21.30	18.80	2.50	2.279	6.40	30.10	28.60	45.30	43.10
C-02	1	1.50	42.10	31.70	23.00	16.40	13.30	3.50	21.40	18.80	2.60	2.277	6.10	26.10	24.80	35.00	33.20
C-03	1	1.50	48.40	34.00	23.40	15.20	14.40	5.50	21.60	18.70	2.90	2.275	6.80	25.70	24.40	39.80	37.80
C-04	1	1.50	47.00	34.40	25.40	14.40	11.90	2.70	21.20	18.20	3.00	2.187	11.60	22.60	21.60	33.70	32.10
C-05	1	1.50	57.70	39.10	18.20	7.40	5.90	4.60	21.40	18.80	2.60	2.122	12.00	24.00	22.70	35.90	34.00

Fuente: Elaboración propia.

Cumpliendo nuestro segundo objetivo específico: “Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021” se realizó un estudio de suelos en la vía mencionada, en la tabla 05 se puede observar el resumen del estudio de suelos realizados para el presente proyecto, los datos detallados de cada calicata se encuentran en la sección de ANEXOS del presente proyecto. El estudio fue realizado en 5 calicatas de 1.50 metros de profundidad, cada calicata está ubicada a una distancia de 1 kilómetro con respecto a la siguiente, la primera calicata se ubicada en la progresiva 0+500 y la última en la progresiva 4+500 de la vía.

Se puede observar de manera detallada en análisis granulométrico de cada calicata, mostrando el porcentaje la cantidad que pasa desde la malla número 4 hasta la malla número de 200, además se tiene el porcentaje de humedad de cada muestra.

También se observan los límites de consistencia (límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad) por cada calicata, de la misma forma se observa el ensayo de PROCTOR, la cual nos determina la densidad máxima seca y primordialmente la humedad óptima, la cual nos sirve para determinar la cantidad de agua necesaria para que la subrasante obtenga su máxima resistencia en su compactación.

El dato más importante de la figura es la capacidad portante del terreno (C.B.R), para el presente estudio de tomaron los menores valores C.B.R de cada calicata (28.6%, 24.8%, 24.4%, 21.6%, 22.7%) los cuales se han promediado, obteniendo un C.B.R promedio de 24.42 %, siendo este valor es que se utilizó para el diseño de pavimento flexible de nuestra vía.

4.3 Diseño de espesor de paquete estructural.

Cumpliendo con nuestro tercer objetivo específico: “Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento flexible del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021”, se procedió al cálculo de los espesores de diseño de la vía Pampam – Huasta, de esta forma cumplir con nuestro tercer objetivo específico.

En primer lugar, es necesario obtener el Módulo de Resiliencia (M_r) de la sub rasante, para ello se utilizó la siguiente ecuación:

$$M_r \text{ (psi)} = 2555 * CBR^{0.64}$$

El dato a utilizar es el C.B.R el cual lo obtuvimos anteriormente, cuyo valor es de 24.42 %, por lo tanto, al reemplazar en la fórmula anterior se obtiene un valor para nuestro Módulo de Resiliencia de:

$$M_r = 19,749.14 \text{ psi}$$

El módulo de resiliencia obtenido, se utilizó como dato de diseño en la sub rasante, posteriormente se procedió a determinar el nivel de confiabilidad (R%) haciendo uso de un cuadro de la guía AASHTO y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Tabla 6. Valores recomendados para el nivel de confiabilidad

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

De acuerdo a la tabla anterior, podemos determinar que nuestro Nivel de Confiabilidad es del 75%, ya que nuestro camino es de bajo de volumen de tránsito y se encuentra definido como un tráfico de tipo T_{P2}, ya que nuestro

ESAL tuvo un valor 321,058.16 toneladas y se encuentra en el rango según la tabla mostrada.

Ahora es necesario determinar nuestro Coeficiente de Desviación Estándar Normal (Z_r), cuyo valor representa el valor de la confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal, para ello haremos uso de la siguiente tabla:

Tabla 7. Coeficiente de desviación estándar normal

Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r)
Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T_{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Teniendo en cuenta que nuestra vía representa un tráfico de tipo T_{P2} , de acuerdo a la tabla anterior se determina el valor de nuestro Coeficiente de Desviación Estándar Normal, cuyo valor es:

$$Z_r = -0.674$$

Un dato también necesario de diseño es la Desviación Estándar Combinada (S_o), dentro del Manual del Ministerio de transportes y Comunicaciones (pg.126), como también en el Método AASHTO 93 está definido un valor recomendado, el cual es:

$$S_o = 0.45$$

Es necesario conocer el Diferencial de Serviabilidad (ΔPSI) según el rango de tráfico, el cual es la diferencia entre el Índice de Serviabilidad Inicial y el Índice de Serviabilidad Final, el cual está definido en la siguiente tabla:

Tabla 8. Diferencial de serviabilidad

**Diferencial de Serviabilidad (ΔPSI)
Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	1.80
	T_{P2}	300,001	500,000	1.80
	T_{P3}	500,001	750,000	1.80
	T_{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T_{P15}	>30'000,000		1.20

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

De acuerdo a la tabla anterior, teniendo en cuenta que el tipo de tráfico de nuestra vía es de tipo T_{P2}, se puede observar que el Diferencial de Serviciabilidad es:

$$\Delta PSI=1.80$$

Los datos obtenidos anteriormente son procesados en la ecuación de diseño AASHTO 93 y es necesario encontrar el Número Estructural Requerido, estos números representan el total del pavimento a colocar. A continuación, presentamos un cuadro resumen de los datos obtenidos:

Tabla 9. Cuadro resumen de valores obtenidos

PARÁMETROS	BASE	SUB BASE	SUB RASANTE
C.B.R	80%	40%	24.42%
Módulo de Resiliencia (Mr)	42205.45	27083.78	19749.14
Confiabilidad (R%)	75%	75%	75%
Desviación Estándar (Zr)	-0.674	-0.674	-0.674
Desviación Estándar Combinada(So)	0.45	0.45	0.45
Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)	1.80	1.80	1.80

Fuente: Elaboración propia

Mediante los datos mostrados en la tabla anterior, encontraremos los números estructurales para la carpeta asfáltica (SN₁), para la base (SN₂) y la sub base (SN₃), utilizando la ecuación del AASHTO 93:

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

Al reemplazar los valores de la tabla 09 en la ecuación AASHTO se obtuvieron los siguientes valores:

$$SN_1 = 1.285$$

$$SN_2 = 1.557$$

$$SN_3 = 1.772$$

De los números estructurales de las capas del pavimento se obtiene el espesor para cada capa, mediante las siguientes ecuaciones:

$$SN_1 = a_1 * d_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$SN_2 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$SN_3 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3 \dots\dots\dots (3)$$

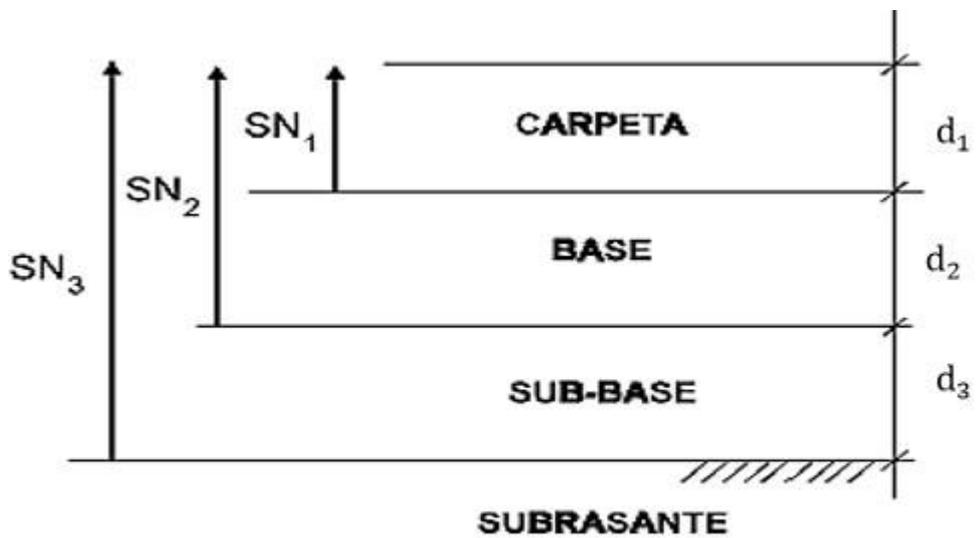
Dónde:

a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 : Espesores en centímetros de las capas: superficial, base y sub base respectivamente.

m_2, m_3 : Coeficientes de drenaje para capas de base y sub base respectivamente.

Figura 2. Capas del pavimento flexible



Capas que conforman el paquete estructural del pavimento flexible.

Fuente: elaboración propia

Ahora necesario conocer los valores de a_1, a_2, a_3, m_2 y m_3 , de tal manera que al reemplazarlos en las ecuaciones de SN_1, SN_2 y SN_3 podamos obtener los valores d_1, d_2 y d_3 , los cuales representan en valor de diseño para cada capa del pavimento flexible.

Tabla 10. Coeficientes estructurales

Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

De acuerdo a la tabla 05, definiremos los valores de a_1 , a_2 y a_3 ; el criterio de elección es según el diseño del proyectista cumpliendo con los parámetros de la columna de observaciones mostrado en dicho cuadro. Por lo tanto, los valores a_i quedan con los siguientes valores:

$$a_1 = 0.15 \text{ /cm}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ /cm}$$

$$a_3 = 0.047 \text{ /cm}$$

Para encontrar los valores de los coeficientes de drenaje m_i , nos basaremos en el manual del Ministerios de Transportes y Comunicaciones (Pg. 164), donde nos dice que para fines prácticos y de acuerdo al AASHTO 93 se tomarán los valores:

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 1.00$$

Reemplazando los valores encontrados en las ecuaciones (1), (2) y (3), se obtienen los siguientes valores para d_1 , d_2 y d_3 :

$$d_1 = 8.567 \text{ cm} \quad \equiv 9 \text{ cm}$$

$$d_2 = 5.23 \text{ cm} \quad \equiv 6 \text{ cm}$$

$$d_3 = 4.57 \text{ cm} \quad \equiv 5 \text{ cm}$$

Tabla 11. Valores mínimos de cada capa estructural

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T _{P4}	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Si observamos el manual AASHTO y el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, existen espesores mínimos requeridos para cada tipo de tráfico existente T_{Pi} , de acuerdo a estos criterios se pueden variar los espesores de cada capa, bajo 2 criterios, el primero es que el espesor no sea menor al mínimo valor expresado en la tabla 11 y segundo de que el número estructural final (SN) no sea menor al número estructural requerido (SNR), cuyo valor para nuestro proyecto está dado por el SN3.

$$SN > SNR \equiv 1.772$$

Como nuestro pavimento se ha diseñado en función al tráfico T_{P2} , además se utilizó un a_1 en función a una capa superficial de Lechada Asfáltica, el espesor d_1 tomará el valor 1.20 cm, de acuerdo al manual del MTC, y mediante una hoja de cálculo Excel se tantearon valores, de tal manera que se cumplan las 2 condiciones ya mencionadas, quedando los valores de diseño:

$$d_1 = 1.20 \text{ cm}$$

$$d_2 = 15 \text{ cm}$$

$$d_3 = 20 \text{ cm}$$

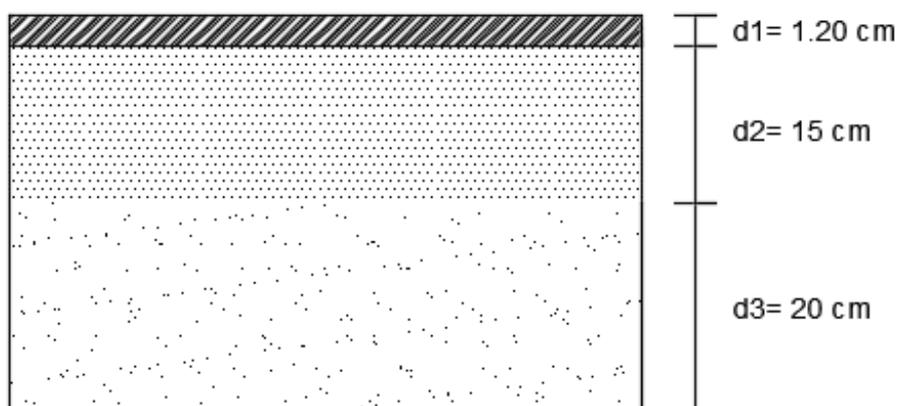
Verificando que se cumpla el número estructural requerido (SNR):

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

$$SN = 0.15 \cdot 1.20 + 0.052 \cdot 15 \cdot 1 + 0.047 \cdot 20 \cdot 1 = 1.90$$

Por lo tanto, $SN (1.90) > SNR (1.772)$ ¡CUMPLE!

Figura 3. ESPESORES FINALES DEL PAVIMENTO



Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Ahora que se han determinado los resultados del diseño del pavimento flexible, vamos a proceder a realizar la discusión de resultados, de acuerdo a los trabajos previos realizados como guía de esta investigación.

Uno de los objetivos fue la de determinar las cargas de transitabilidad vehicular para el diseño del paquete estructural de la vía Pampam - Huasta, para lo cual de acuerdo al MTC se hizo con un conteo de tráfico vehicular, con la finalidad de determinar que clase de vehículos transitan por la vía a diseñar, de la misma forma obtener la cantidad de vehículos de cada tipo que transita diariamente, para poder calcular el peso en toneladas que recibe como carga la vía durante su periodo de diseño de 20 años.

1. (Salamanca & Godoy, 2013), para su estudio de la vía Timaná – Cosanza, comprendida de 3.5km de longitud, en el cual determinaron un valor de 1'140,000 EE de ejes equivalentes de diseño de 8.2t, mientras que para la investigación actual de la vía Pampam – Huasta de 4.98 km se obtuvieron 321,058.16 EE. La diferencia en los valores de estas 2 investigaciones es debido a la cantidad de vehículos que transitan por estas vías, dado que mayormente en la vía del presente estudio transitan vehículos categorizados como livianos, mientras que en la de Salamanca & Godoy transitan más vehículos de carga pesada.
2. (Gaspar, 2015), en su investigación realizó el estudio de suelos de la vía El Guayabal, obteniendo un valor del C.B.R al 95% de máxima densidad seca de 17.2%, siendo este un suelo arcilloso y de limos, en comparación al C.B.R de esta investigación de 24.42% al 95% de máxima densidad seca, es importante decir que el valor del C.B.R es indispensable para el diseño del pavimento, ya que de ello dependerá el espesor de las capas del pavimento.

3. (Gómez, 2017), en la realización de su diseño de pavimento flexible del Anillo Vial del Óvalo Grau en Trujillo, obtuvo un SN = 5.35 con los siguientes espesores: $d_1 = 10$ cm, $d_2 = 30$ cm y $d_3 = 35$ cm, mientras que para la vía Pampam – Huasta del presente estudio se obtuvieron los siguientes datos: SN = 1.772, $d_1 = 1.20$ cm, $d_2 = 15$ cm, $d_3 = 20$ cm. Los números estructurales obtenidos son diferentes ya que existe una variación notable del módulo de resiliencia (M_r) de cada vía, ya que este valor nos indica la resistencia del terreno de fundación y de esta manera se determina que, a menor número estructural el suelo contará con mayor rigidez. También a tener en cuenta que la vía estudiada por Gómez, es una vía de alto tránsito, por lo que los espesores de esa vía son mucho mayores a la del presente proyecto.

VI. CONCLUSIONES

1. Habiendo utilizado la metodología aashto 93 para realizar el diseño del pavimento flexible, de la vía vecinal Pampam – Huasta, se obtuvieron como factores de ejes equivalentes de 8.2 tn (ESAL) para un periodo de 20 años, el valor de 321,058.16 toneladas.
2. Para el desarrollo del proyecto se realizaron estudios de suelos, con el propósito de obtener las propiedades mecánicas del suelo de la vía, haciéndose un total de 5 calicatas, 1 por cada kilómetro, obteniendo un C.B.R al 95% de máxima densidad seca y con 0.1” de penetración un promedio de 24.42%, este valor se usó para calcular el módulo de resiliencia (Mr) de la sub rasante, que tuvo un valor de $Mr = 17,711.93$ psi.
3. Con los datos necesarios obtenidos para el diseño estructural del pavimento flexible de la vía Pampam – Huasta, se procedió a determinar los espesores de diseño para cada capa del pavimento utilizando la metodología AASHTO 93, determinándose los siguientes espesores:
Carpeta asfáltica (d_1) = 1.20 cm
Base granular (d_2) = 15 cm
Sub base granular (d_3) = 20 cm
4. Para el diseño de pavimentos flexibles, existen dos tipos de metodologías, las metodologías empíricas y las metodologías mecanicistas. El AASHTO 93 representa una metodología empírica que se basan únicamente en datos experimentales en su formulación. Por ende, es una metodología de pre dimensionamiento que no tiene teoría y base científica como tal, por lo cual solo requiere una adecuada recolección de datos, asegurando esto último se puede garantizar un correcto diseño.

VII. RECOMENDACIONES

1. En primer lugar, se recomienda realizar un adecuado estudio de tráfico vehicular, con datos fidedignos y acordes a la realidad, para ello también es importante tener en cuenta el crecimiento de la población por año, ya que a mayor población mayor tránsito, por ende, mayor carga la estructura en cada año de uso.
2. Es de sugerencia del autor el hacer uso de los espesores determinados en esta investigación, dado que se han utilizado los datos obtenidos correctamente mediante la metodología AASHTO 93, además teniendo como respaldo el Manual de Carreteras, cuyos valores recomendados de diseño han sido utilizados correctamente.
3. Los estudios de mecánica de suelos fueron obtenidos en el laboratorio del Ing. José Luis Cañari Ravichagua, garantizando cálculos y valores confiables, por ello se recomienda que, dado un posterior proyecto por parte de los gobiernos locales, estos datos puedan ser utilizados de manera confiable.
4. Se sugiere realizar un estudio de canteras cerca de la vía estudiada, para obtener los materiales de préstamo necesario para la base y sub base, de tal manera que se ajusten a las especificaciones requeridas para un óptimo nivel capacidad portante de la estructura vial.

REFERENCIAS

AASHTO. (1993). AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Washington DC.

ARANIBAR, Mary y SAAVEDRA, Kiara. Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (iri) en la vía principal Izcuchaca - Huarcocondo. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Andina Del Cusco, 2019. 60 pp

Arriaga Patiño, M., Garnica Anguas, P., & Rico Rodríguez, A. (1998). Índice Internacional de Rugosidad en la Red Carretera de México. Sanfandila, Querétaro, México.

ATQUIPA NIETO, Oliver y ROSALINO, Giancarlo. Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. 58 pp

CALLACONDO, Jose. Análisis de la rugosidad superficial en carretera no pavimentada a partir de información derivada de método estático directo y sistema de aeronaves pilotadas a distancia phantom 4 rtk, carretera dv. Isla esteves – emp. Pe 3s puno. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, 2020. 148 pp

Badilla, Vargas, G., Elizondo Arrieta, F., & Barrantes Jiménez, R. (2008). Determinación de un procedimiento de ensayo para el cálculo del IRI. Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San José - Costa Rica.

Badilla, G. (2009). Determinación de la regularidad superficial del pavimento mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). (E. L. Estructurales, Ed.) Publicación N° 21 Infraestructura Vial, 30.

Barrantes Jiménez, R. (2008). Desarrollo de herramientas de gestión con base en la determinación de Índices Red Vial Nacional. Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San Pedro Montes de Oca.

Carey, W., & Irick, P. (1960). The Pavement Serviceability Performance Concept. Highway Research Board. Record 250.

Caro, F., & Peña, G. (enero - junio de 2012). Análisis y criterios para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en vías urbanas colombianas que orienten la elaboración de una especificación técnica. Intekhnia, 7(1), 57 - 72.

Del Águila Rodríguez, P. (1999). Experiencias y resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad de más de 3000 km de pavimentos en el Perú y otros países. Obtenido de <http://www.camineros.com/documentos/doc3.pdf>

Del Águila Rodríguez, P. (1999). Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión. Obtenido de <http://www.camineros.com/documentos/doc2.pdf>.

Forslöf, L. (2012). Roadroid - Smartphone Road Quality Monitoring. 19th ITS World Congress. Vienna.

Forslöf, L. (2013, June 27). Roadroid - Continuous Road Condition Monitoring with Smartphones. Ljusdal, Sweden.

Gillespie, T. D., Sayers, M. W., & Segel, L. (1980). Calibration of Response – Type Road Roughness Measuring Systems. National Cooperative Highway Research Program (Report 228), pp. 81.

LLOCLLA, Anderson y SANCHEZ, Kevin. Análisis comparativo del índice de rugosidad internacional del pavimento de la av. La cultura de la ciudad del cusco mediante el aplicativo para smartphone roadroid, rugosímetro electrónico bump integrator b1-100a y rugosímetro de merlin. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Andina Del Cusco, 2019. 119 pp

MENDOZA, Alondra. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES 3 Y 4 DE LA URBANIZACIÓN NICOLÁS

GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 181 pp

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (17 de julio de 2013). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG-2013. Lima, Perú.

Montoya Goicochea, J. (2013). Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en el Perú. Tesis, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Lima.

Nava. (2007). Diseño e integración de un sistema de adquisición de datos para la medición de perfiles de pavimentos. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería Electrónica, México D.F.

OHL. (18 de mayo de 2016). OHL CONCESIONES. Obtenido de <http://www.ohlconcesiones.com.pe/autopista-pativilcasalaverry/descripcion-del-proyecto>

Pavia Sytems. (16 de agosto de 2007). Pavement Interactive. Obtenido de <http://www.pavementinteractive.org/article/roughness/ROADROID>. (Junio de 2014). Referencia de proyectos Roadroid. Obtenido de <http://roadroid.com/common/References/Roadroid%20Referencia%20de%20proyectos%200.4.pdf>

RAMIREZ, Brian. Cálculo del iri mediante acelerómetro de smartphone en el tramo huarmey – casma de la carretera panamericana norte. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2017. 90 pp

ROADROID. (2014, September 2 - 4). Roadroid - continuous road condition monitoring with smartphones. A multi-disciplinary approach to improve capacity & safety for road transport in Africa. Pretoria, South Africa.

ROADROID. (2015, January). User guide Roadroid Classic. Sánchez, I., & De Solminihac, H. (Enero - Junio de 1989). El IRI: Un indicador de la regularidad superficial. Revista de Ingeniería de Construcción, pp. 16

ROMÁN Reyes, Fredí. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) Y SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES DE GUATEMALA. Tesis (Maestro En Artes En Ingeniería Vial). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2020. 116 pp

Sayers. (1995, January). On the Calculation of IRI from Longitudinal Road Profile. Washington D.C.: The University of Michigan Transportation Research Institute. Transportation Research Board.

Sayers, M. W., & Karamihias, S. M. (1998). The Little Book of Profiling. University of Michigan Transportation Research Institute.

Sayers, M., Gillespie, T., & Queiroz, C. (January de 1986). International Experiment to Establish Correlations and Standard Calibration Methods for Road Roughness Measurements. World Bank Technical paper N° 45

Solminiachi, H. d. (2001). Gestión de Infraestructura Vial. Santiago de Chile, Chile: Universidad Católica de Chile.

Yogesh U. Shah, S. S. (2013). Modeling the Pavement Serviceability Index For Urban Roads. International Journal of Pavement Research and Technology, 66 - 72.

ANEXOS

ANEXO N° 1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño Estructural de Pavimento Flexible con el método AASHTO 93	Es un proceso en el cual, tras analizar los datos de las propiedades de la zona se procede a dar forma al sistema estructural teniendo en cuenta parámetros de seguridad y su funcionalidad	Cargas de transitabilidad	Se realizará el conteo vehicular durante 1 semana , en horas punta de tráfico en puntos estratégicos para posteriormente en gabinete clasificar y verificar los tipos de vehículos.	Conteo vehicular IMD	NOMINAL
		Propiedades del suelo	Se planean realizar excavaciones con una determinada profundidad, las cuales se analizarán en el laboratorio, para definir las características físico –mecánicas del suelo.	Calicata Ensayo de laboratorio (propiedades físico mecánicas)	
		Espesor del paquete estructural	Después de obtener los datos necesarios del estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos, se usará la metodología AASHTO 93 para calcular el espesor del paquete estructural con la ayuda del manual de MTC.	Metodología AASHTO 93	

Fuente: Elaboración propia

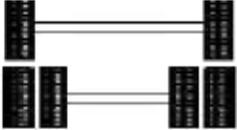
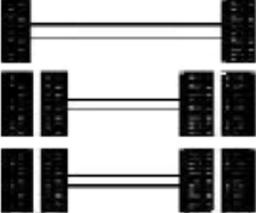
ANEXO N° 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL MARCO METODOLÓGICO

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Cuál es el diseño de pavimento, utilizando el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Diseñar la estructura del pavimento flexible mediante el método AASHTO 93 en el tramo Pampam - Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: A) Determinar las cargas de transitabilidad de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. B) Determinar los espesores a utilizar en la estructura del pavimento del tramo Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021. C) Analizar y determinar las propiedades mecánicas del suelo de la vía Pampam – Huasta, Provincia de Bolognesi - Ancash, 2021.</p>	<p>VARIABLE: Diseño estructural del pavimento flexible con el método AASHTO 93</p> <p>UNIDAD DE ANÁLISIS: 4.98 km de la vía carrozable</p> <p>POBLACIÓN: Se consideró como población a la vía Pampam - Huasta, la cual posee una longitud lineal de 4.98 kilómetros y está ubicado en la Provincia de Bolognesi.</p> <p>MUESTRA: La muestra de la investigación está conformada por los 4.98 kilómetros lineales del pavimento flexible, además es considerado por el criterio de exclusión ya que todo el tramo es la parte más transitada de la vía Pampam - Huasta.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: aplicada</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental transversal tipo descriptivo.</p> <p>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Observación directa</p> <p>INSTRUMENTO: Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013). Manual de carreteras (suelos geología, geotecnia y pavimentos) Sección pavimentos MTC-2014</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03.

Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Anexo 04.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Anexo 05.

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

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

Anexo 06. PANEL FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE SUELOS



Calicata C-01



Calicata C-02



Calicata C-03



Calicata C-04



Calicata C-05

Anexo 7. INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



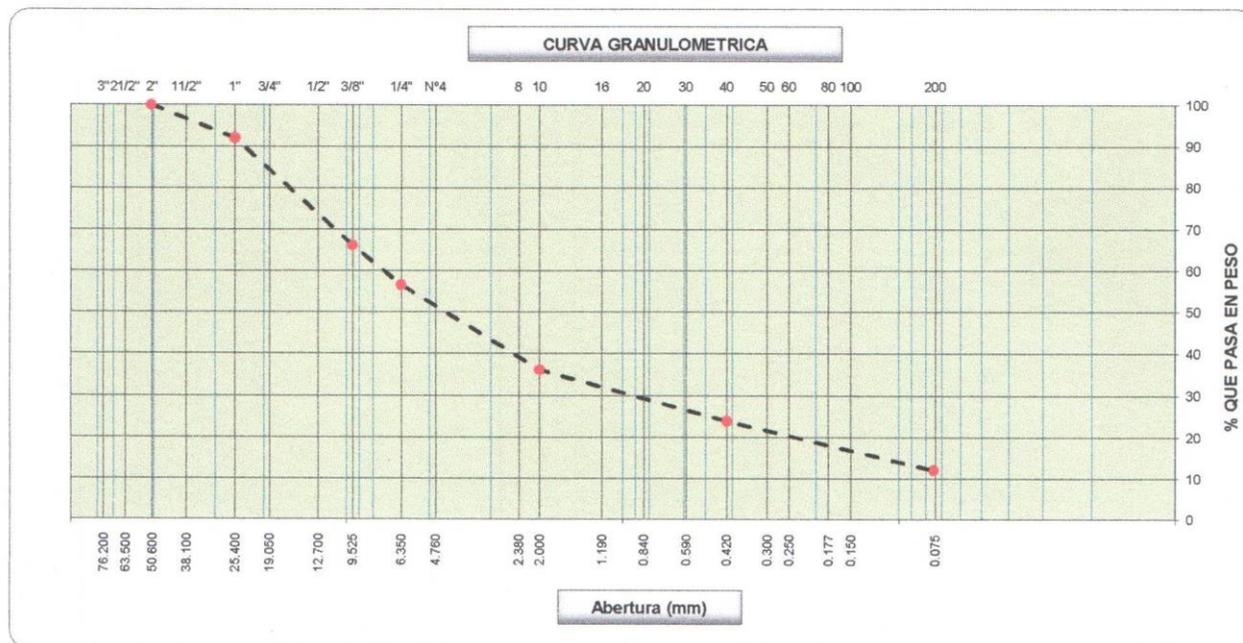
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-1 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACION : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 m **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 978 - 2021-LAB/MS-JONELTA

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>18,317</u>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>480.0</u>
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		2. Características
1 1/2"	37.500	332	1.8	1.8	98.2		Tamaño Maximo <u>2"</u>
1"	25.400	1,133	6.2	8.0	92.0		Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u>
3/4"	19.000	1,144	6.3	14.3	85.8		Grava (%) <u>50.5</u>
1/2"	12.700	2,278	12.4	26.7	73.3		Arena (%) <u>37.5</u>
3/8"	9.520	1,309	7.2	33.8	66.2		Finos (%) <u>12.0</u>
1/4"	6.350	1,758	9.6	43.4	56.6		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	1,295	7.1	50.5	49.5		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	129.80	13.4	63.9	36.1		Limite Liquido (%) <u>21.3</u>
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) <u>18.8</u>
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) <u>2.5</u>
N° 30	0.600						Clasificacion SUCS <u>GM</u>
N° 40	0.420	118.30	12.2	76.1	23.9		Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u>
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	98.30	10.1	86.2	13.8		
N° 200	0.075	16.90	1.7	88.0	12.0		
Pasante		116.70	12.0	100.0			



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	979 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-1			
UBICACION	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00 m			
MUESTRA	:	M - 1			

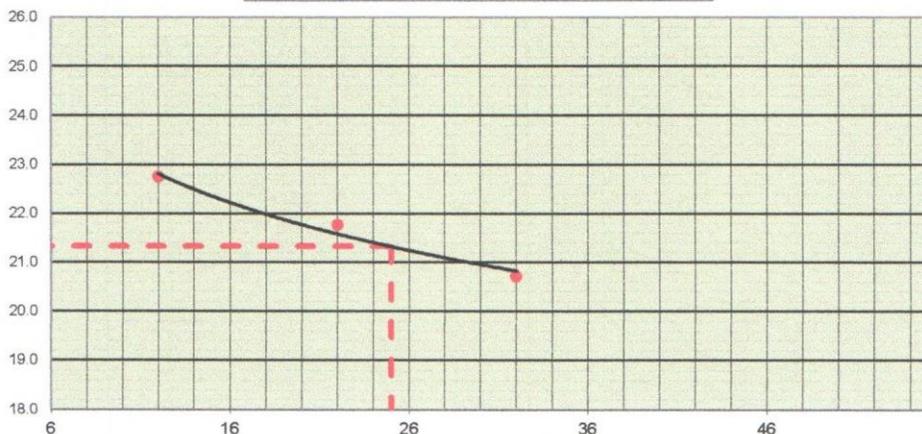
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	31.70	34.80	33.30	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.61	32.23	31.09	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.42	20.42	
Peso de Agua	gr.	2.09	2.57	2.21	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.81	10.67	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.74	21.76	20.71	21.3
Numero de Golpes		12	22	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		3	2	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.59	21.26	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.43	21.13	
Peso de Tarro	gr.	20.59	20.43	
Peso de Agua	gr.	0.16	0.13	
Peso de Suelo seco	gr.	0.84	0.70	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	19.05	18.57	18.8

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	21.3
Limite Plastico	18.8
Indice de Plasticidad	2.5

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	980 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-1			
UBICACION	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00 m			
MUESTRA	:	M - 1			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	480.0	480.0
Peso del agua contenida (gr)	20.0	20.0
Peso de la muestra seca (gr)	480.0	480.0
Contenido de Humedad (%)	4.2	4.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.2	



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-415, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	: NICHELS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 981 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-1		
UBICACION	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

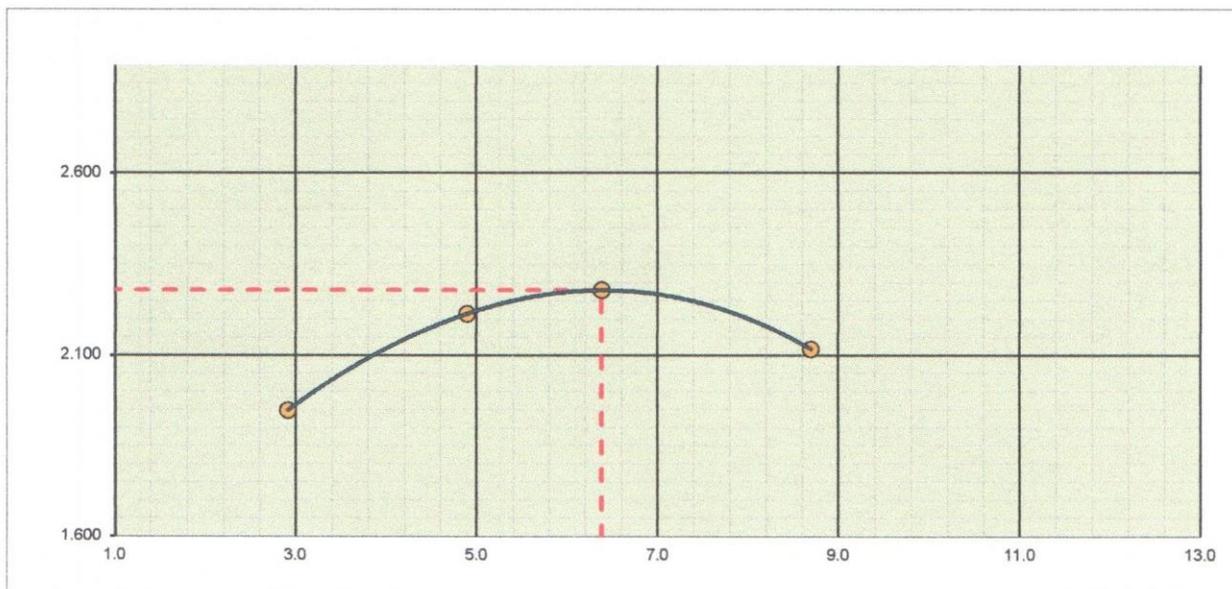
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7206	gr.	N° de golpes	56 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,403	12,069	12,281	12,024
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,197	4,863	5,075	4,818
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.005	2.323	2.425	2.302
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Sbelo Seco + Tara	gr.	292	286	282	276
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	8.5	14.0	18.0	24.0
Peso del suelo seco	gr.	292	286	282	276
Contenido de agua	%	2.9	4.9	6.4	8.7
Densidad Seca	gr/cc	1.948	2.215	2.279	2.118

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.279	(gr/cm3)	Humedad óptima	6.4	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHELS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-1
UBICACION : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 982 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	3		1		2	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14159		13494		13684	
Peso de molde (g)	9060		8660		9080	
Peso del suelo húmedo (g)	5099		4834		4604	
Volumen del molde (cm³)	2103		2099		2105	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.425		2.303		2.187	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	282		282		282	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	18.0		18.0		18.0	
Peso de suelo seco (g)	282.0		282.0		282.0	
Contenido de humedad (%)	6.4		6.4		6.4	
Densidad seca (g/cm³)	2.279		2.165		2.056	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-03		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02	
mm	pulg.	STAND. kg/cm2	Dial (div)	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Dial (div)	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Dial (div)	CARGA kg	CORRECCION kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		2	-28			2	-28			2	-29		
1.270	0.050		7	12			7	9			6	6		
1.905	0.075		19	106			18	98			17	91		
2.540	0.100	70.455	28	176	540	30.1	27	165	513	28.6	25	154	486	27.1
3.810	0.150		57	403			54	381			51	359		
5.080	0.200	105.68	97	717	1,223	45.3	92	679	1,163	43.1	87	641	1,102	40.9
6.350	0.250		141	1061			134	1006			127	951		
7.620	0.300		193	1468			183	1392			174	1317		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 84792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 084405



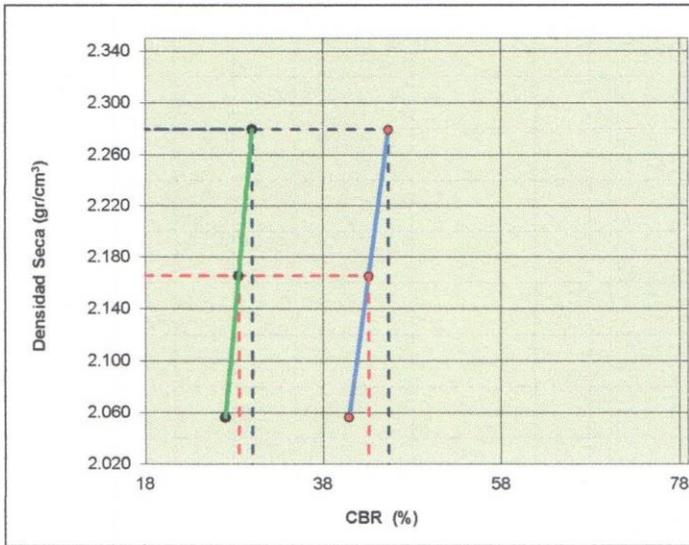
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93, DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 983 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-1		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 0+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.279
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.165

RESULTADOS:

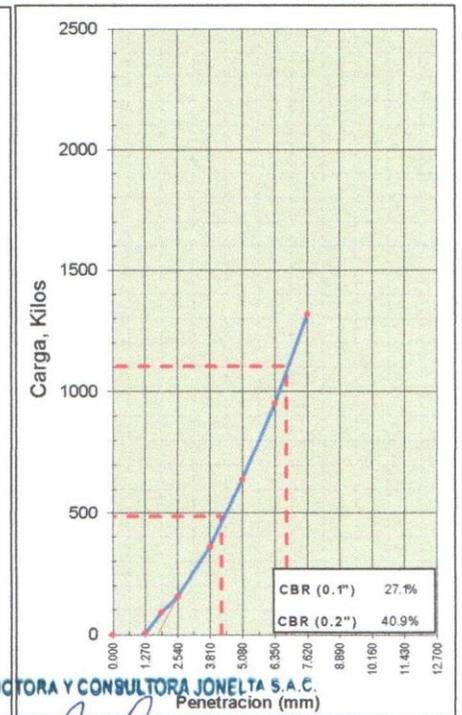
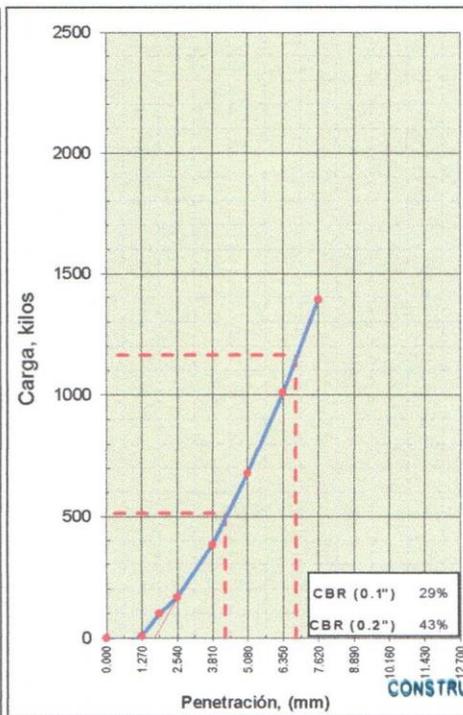
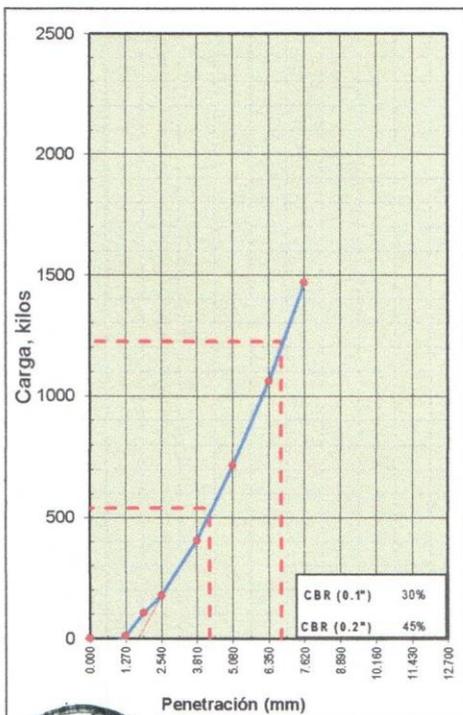
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	30.1	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	28.6	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	45.3	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	43.1	%

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

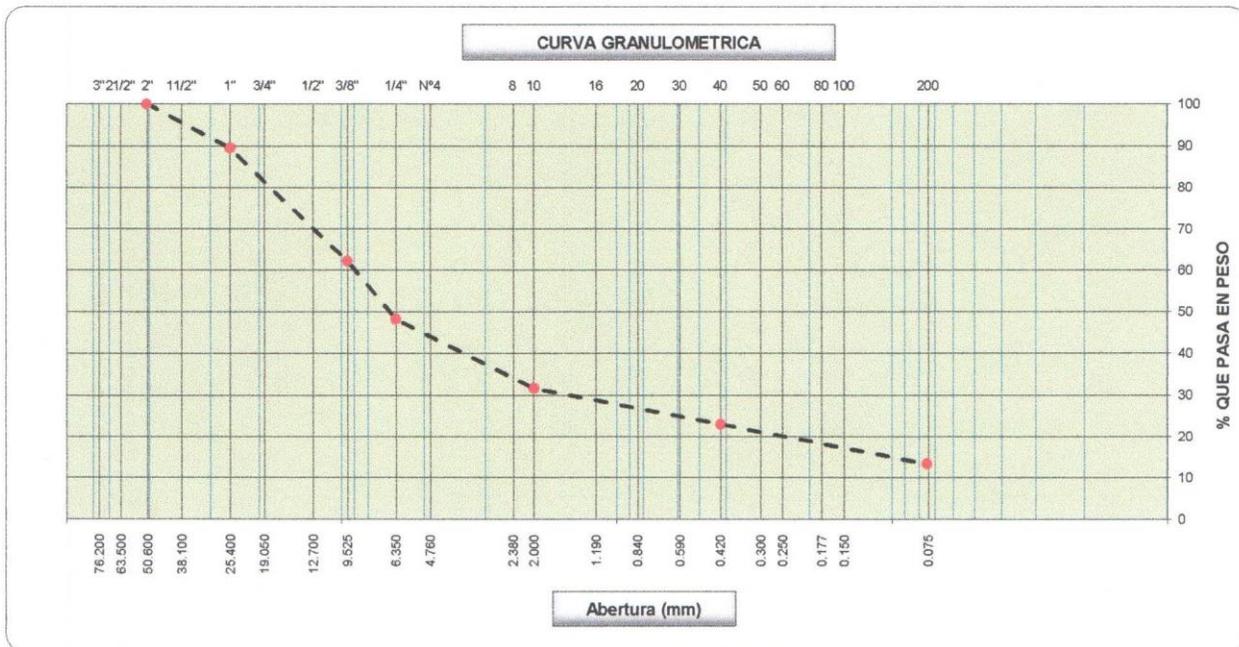


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE	: NICHELS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 990 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-2		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>16,090</u>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>483.0</u>
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	724	4.5	4.5	95.5		Tamaño Maximo <u>2"</u>
1"	25.400	979	6.1	10.6	89.4		Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u>
3/4"	19.000	1,144	7.1	17.7	82.3		Grava (%) <u>57.9</u>
1/2"	12.700	2,136	13.3	31.0	69.0		Arena (%) <u>28.8</u>
3/8"	9.520	1,109	6.9	37.9	62.1		Finos (%) <u>13.3</u>
1/4"	6.350	2,240	13.9	51.8	48.2		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	989	6.2	57.9	42.1		
N° 8	2.360						3. Clasificacion
N° 10	2.000	119.60	10.4	68.4	31.7		Limite Liquido (%) <u>21.4</u>
N° 16	1.190						Limite Plastico (%) <u>18.8</u>
N° 20	0.850						Indice de Plasticidad (%) <u>2.6</u>
N° 30	0.600						Clasificacion SUCS <u>GM</u>
N° 40	0.420	99.80	8.7	77.0	23.0		Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u>
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	75.12	6.5	83.6	16.4		
N° 200	0.075	36.10	3.1	86.7	13.3		
Pasante		152.38	13.3	100.0			



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	991 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-2			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

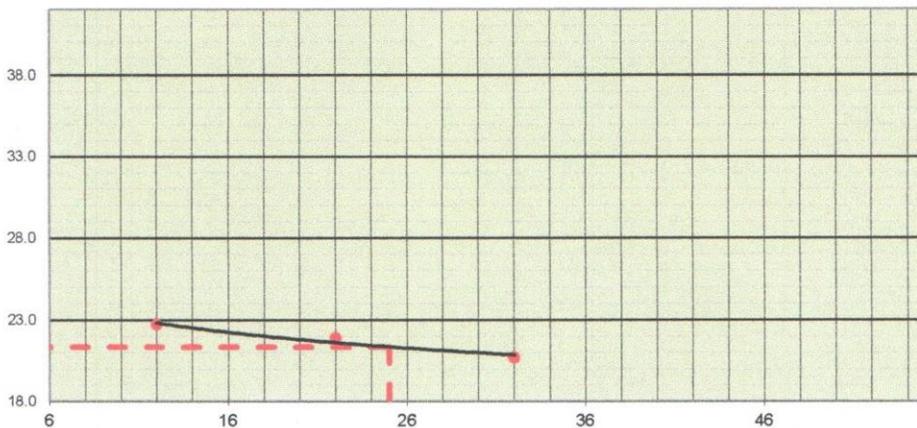
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	31.70	34.80	33.30	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.61	32.22	31.09	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.42	20.42	
Peso de Agua	gr.	2.09	2.58	2.21	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.80	10.67	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.74	21.86	20.71	21.4
Numero de Golpes		12	22	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		3	2	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.59	21.26	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.43	21.13	
Peso de Tarro	gr.	20.59	20.43	
Peso de Agua	gr.	0.16	0.13	
Peso de Suelo seco	gr.	0.84	0.70	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	19.05	18.57	18.8

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	21.4
Limite Plastico	18.8
Indice de Plasticidad	2.6

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 084405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	992 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-2			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	483.0	483.0
Peso del agua contenida (gr)	17.0	17.0
Peso de la muestra seca (gr)	483.0	483.0
Contenido de Humedad (%)	3.5	3.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.5	



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE :	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO :	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP. :	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO :	HUASTA	FECHA :	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO :	993 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA :	C-2		
UBICACIÓN :	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500		
PROFUNDIDAD :	1.00		
MUESTRA :	M - 1		

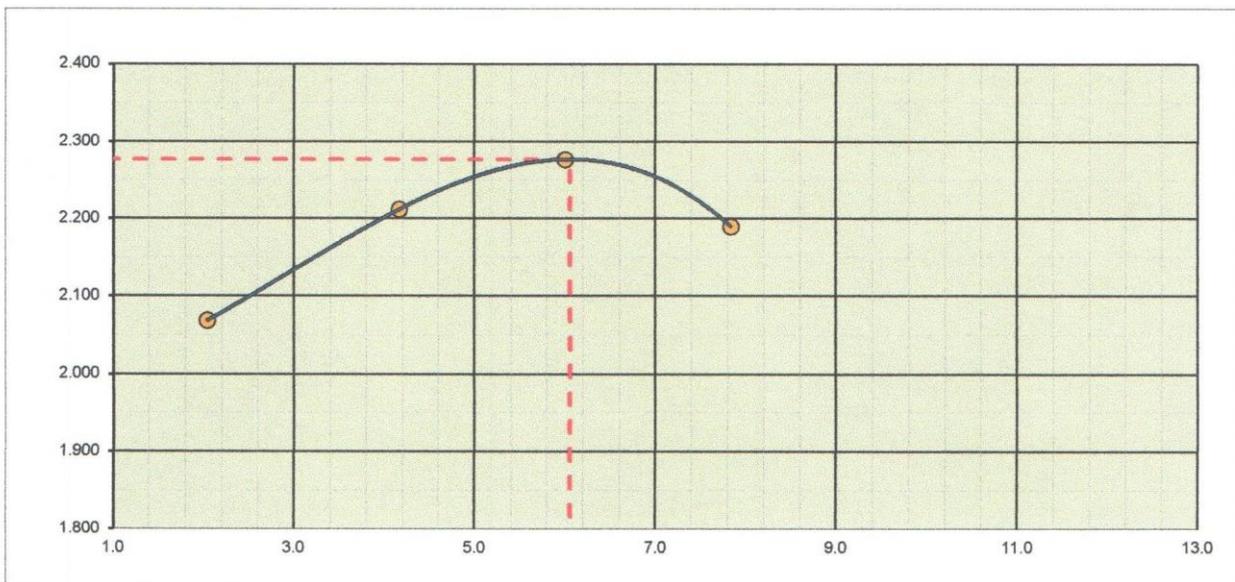
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7206	gr.	N° de golpes	56 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,624	12,028	12,258	12,149
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,418	4,822	5,052	4,943
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.111	2.304	2.414	2.362
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	294	288	283	278
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	6.0	12.0	17.0	21.8
Peso del suelo seco	gr.	294	288	283	278
Contenido de agua	%	2.0	4.2	6.0	7.8
Densidad Seca	gr/cc	2.069	2.212	2.277	2.190

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.277	(gr/cm3)	Humedad óptima	6.1	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 084405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-2
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1
TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 994 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	3	1	2
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14136	13475	13674
Peso de molde (g)	9060	8660	9080
Peso del suelo húmedo (g)	5076	4815	4594
Volumen del molde (cm ³)	2103	2099	2105
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.414	2.284	2.182
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	300	300	300
Peso suelo seco + tara (g)	283	283	283
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	17.0	17.0	17.0
Peso de suelo seco (g)	283.0	283.0	283.0
Contenido de humedad (%)	6.0	6.0	6.0
Densidad seca (g/cm ³)	2.277	2.164	2.059

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-03		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02	
mm	pulg.	STAND. kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		6	4			6	1			5	-1		
1.270	0.050		16	82			15	76			14	70		
1.905	0.075		33	215			31	202			30	190		
2.540	0.100	70.455	49	341	470	26.1	47	322	446	24.8	44	302	423	23.5
3.810	0.150		77	560			73	530			69	500		
5.080	0.200	105.68	109	811	944	35.0	104	768	897	33.3	98	725	850	31.5
6.350	0.250		133	998			128	946			120	894		
7.620	0.300		171	1296			162	1229			154	1162		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

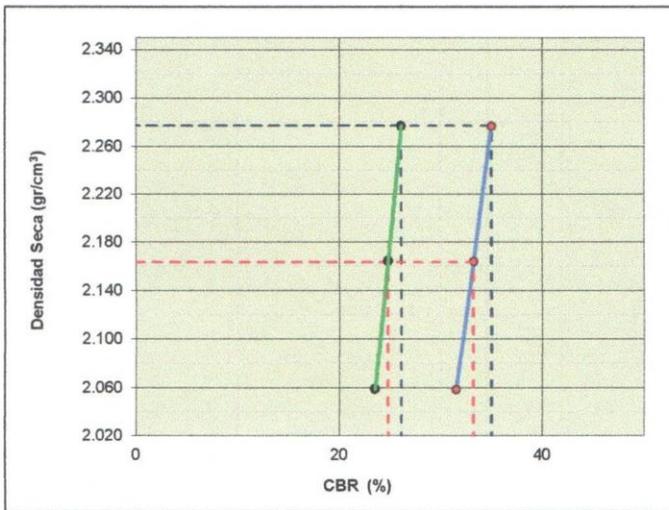
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 995 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-2		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 1+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

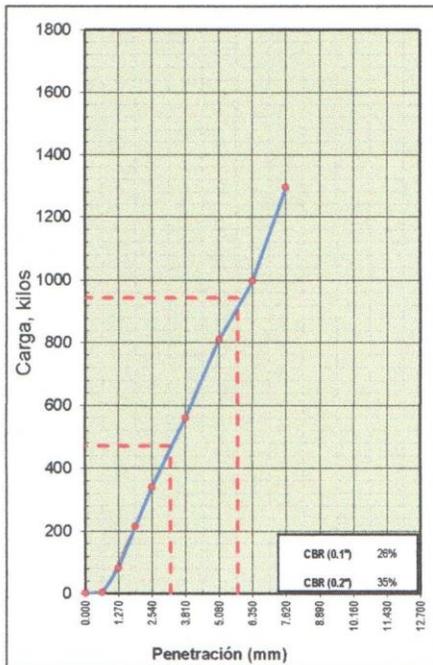


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.277
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.163

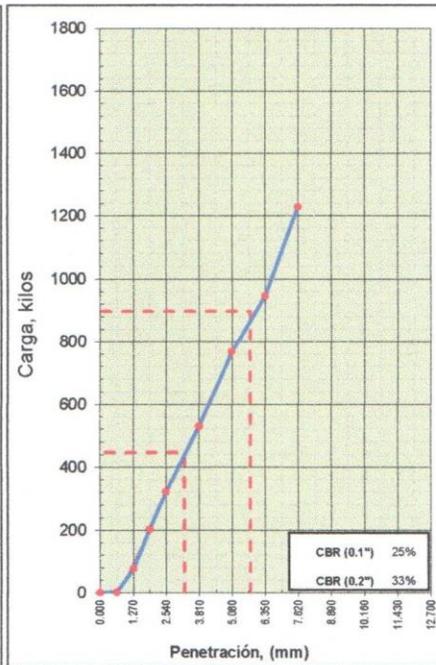
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 26.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 24.8 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 35.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 33.2 %

OBSERVACIONES:

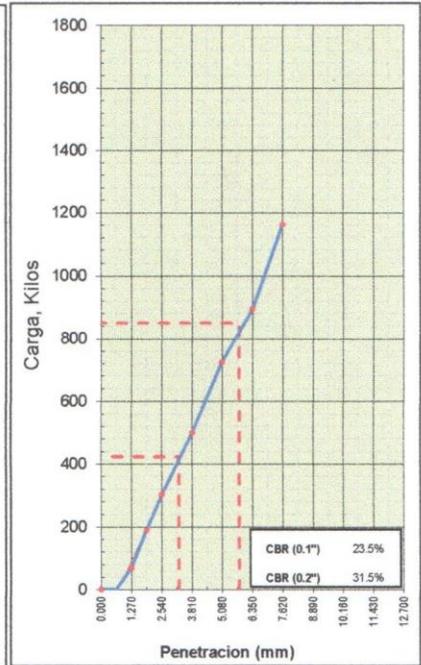
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 INGENIERO CIVIL
 R99 CIP N° 064405

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



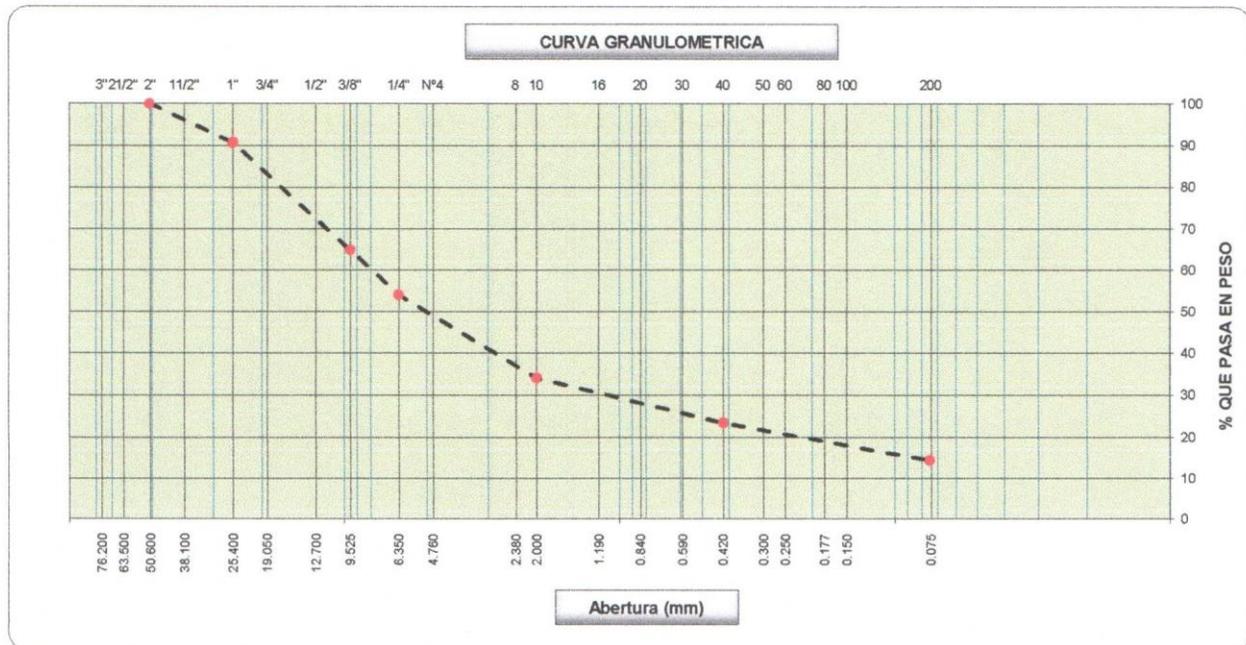
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-3 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 999 - 2021-LAB/MS-JONELTA

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>17,700</u>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>474.0</u>
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800				100.0		Tamaño Maximo <u>2"</u>
1 1/2"	37.500	528	3.0	3.0	97.0		Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u>
1"	25.400	1,108	6.3	9.2	90.8		Grava (%) <u>51.6</u>
3/4"	19.000	976	5.5	14.8	85.3		Arena (%) <u>34.0</u>
1/2"	12.700	1,940	11.0	25.7	74.3		Finos (%) <u>14.4</u>
3/8"	9.520	1,673	9.5	35.2	64.8		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350	1,924	10.9	46.0	54.0		3. Clasificación
N° 4	4.750	988	5.6	51.6	48.4		Limite Liquido (%) <u>21.6</u>
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) <u>18.7</u>
N° 10	2.000	140.60	14.4	66.0	34.0		Indice de Plasticidad (%) <u>2.9</u>
N° 16	1.190						Clasificación SUCS <u>GM</u>
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO <u>A-1-a (0)</u>
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	104.21	10.6	76.6	23.4		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	80.40	8.2	84.8	15.2		
N° 200	0.075	7.90	0.8	85.6	14.4		
Pasante		140.89	14.4	100.0			



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE	:	NICHELS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	1000 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-3			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

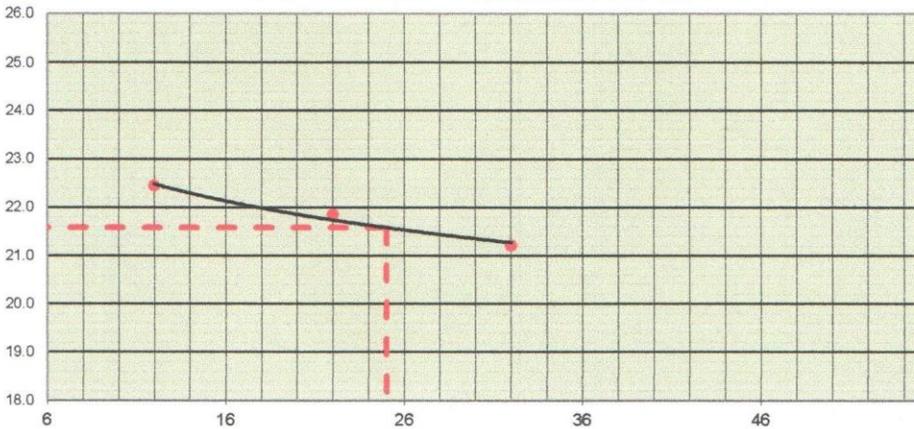
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		7	8	9	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	31.69	34.83	33.30	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.60	32.23	31.05	
Peso de Tarro	gr.	20.29	20.33	20.44	
Peso de Agua	gr.	2.09	2.60	2.25	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.31	11.90	10.61	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.45	21.85	21.21	21.6
Numero de Golpes		12	22	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		3	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.61	21.25		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.42	21.15		
Peso de Tarro	gr.	20.59	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.19	0.10		
Peso de Suelo seco	gr.	0.83	0.72		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	22.89	14.53		18.7

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	21.6
Limite Plastico	18.7
Indice de Plasticidad	2.9

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	1001 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-3			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	474.0	474.0
Peso del agua contenida (gr)	26.0	26.0
Peso de la muestra seca (gr)	474.0	474.0
Contenido de Humedad (%)	5.5	5.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.5	



Fredy W. Rosales Villarreal
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 R° CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	: NICHELS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 1002 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-3		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

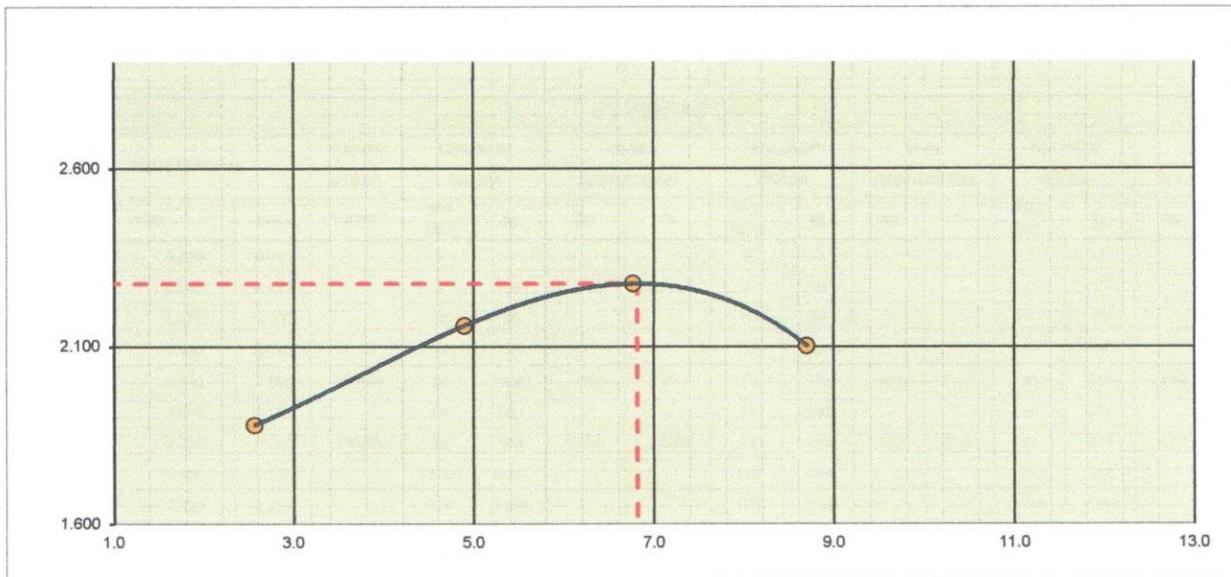
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7206	gr.	N° de golpes	56 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,238	11,944	12,289	11,990
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,032	4,738	5,083	4,784
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.926	2.264	2.429	2.286
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	293	286	281	276
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	7.5	14.0	19.0	24.0
Peso del suelo seco	gr.	293	286	281	276
Contenido de agua	%	2.6	4.9	6.8	8.7
Densidad Seca	gr/cc	1.878	2.158	2.275	2.103

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.275	(gr/cm3)	Humedad óptima	6.8	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 R.ºº CIP N.º 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHELS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-3
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 1003 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	3		1		2	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14150		13494		13684	
Peso de molde (g)	9060		8660		9080	
Peso del suelo húmedo (g)	5090		4834		4604	
Volumen del molde (cm ³)	2103		2099		2105	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.420		2.303		2.187	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	282		282		282	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	18.0		18.0		18.0	
Peso de suelo seco (g)	282.0		282.0		282.0	
Contenido de humedad (%)	6.4		6.4		6.4	
Densidad seca (g/cm ³)	2.275		2.165		2.056	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-03		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		2	-28			2	-28			2	-29		
1.270	0.050		10	35			10	31			9	27		
1.905	0.075		19	106			18	98			17	91		
2.540	0.100	70.455	29	184	462	25.7	28	173	439	24.4	26	161	416	23.1
3.810	0.150		54	380			51	359			49	338		
5.080	0.200	105.68	88	646	1,075	39.8	84	612	1,022	37.9	79	577	970	36.0
6.350	0.250		138	1037			131	984			124	930		
7.620	0.300		179	1358			170	1288			161	1218		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C. 04792
INGENIERO CIVIL
R.00 CIP N° 064405



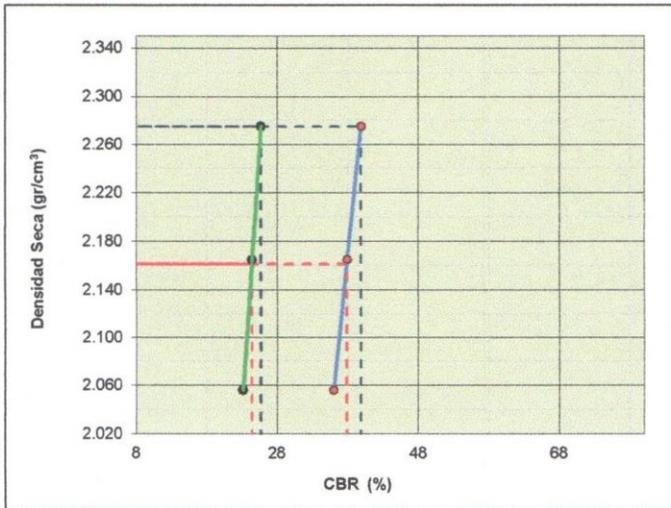
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 1004 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-3		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 2+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



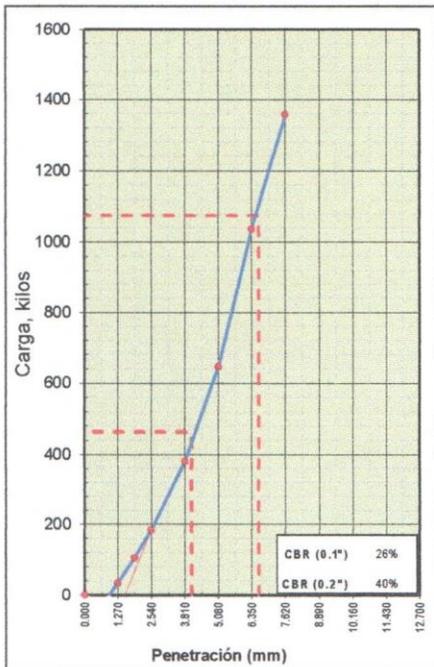
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.275
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.161

RESULTADOS:

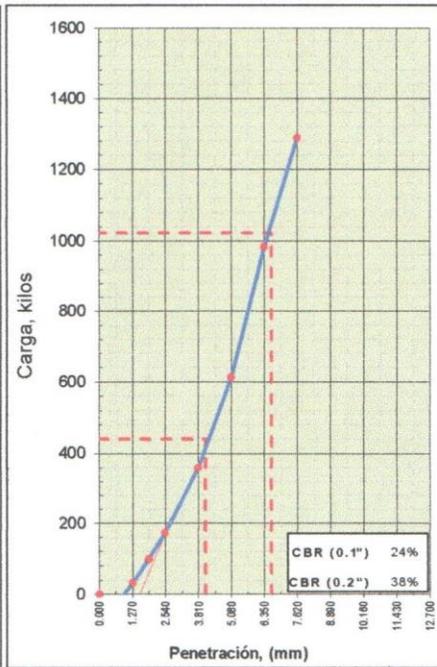
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	25.7	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	24.4	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	39.8	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	37.8	%

OBSERVACIONES:

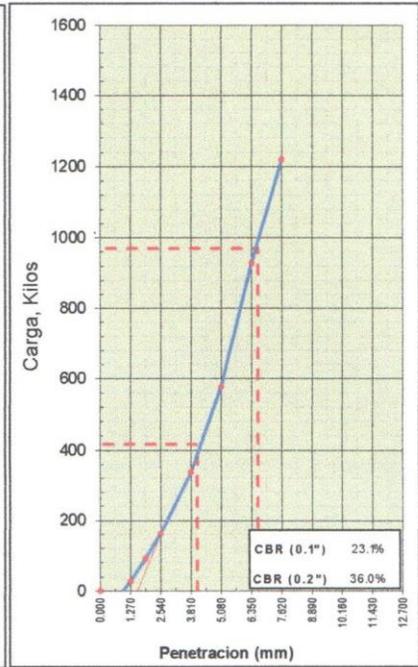
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



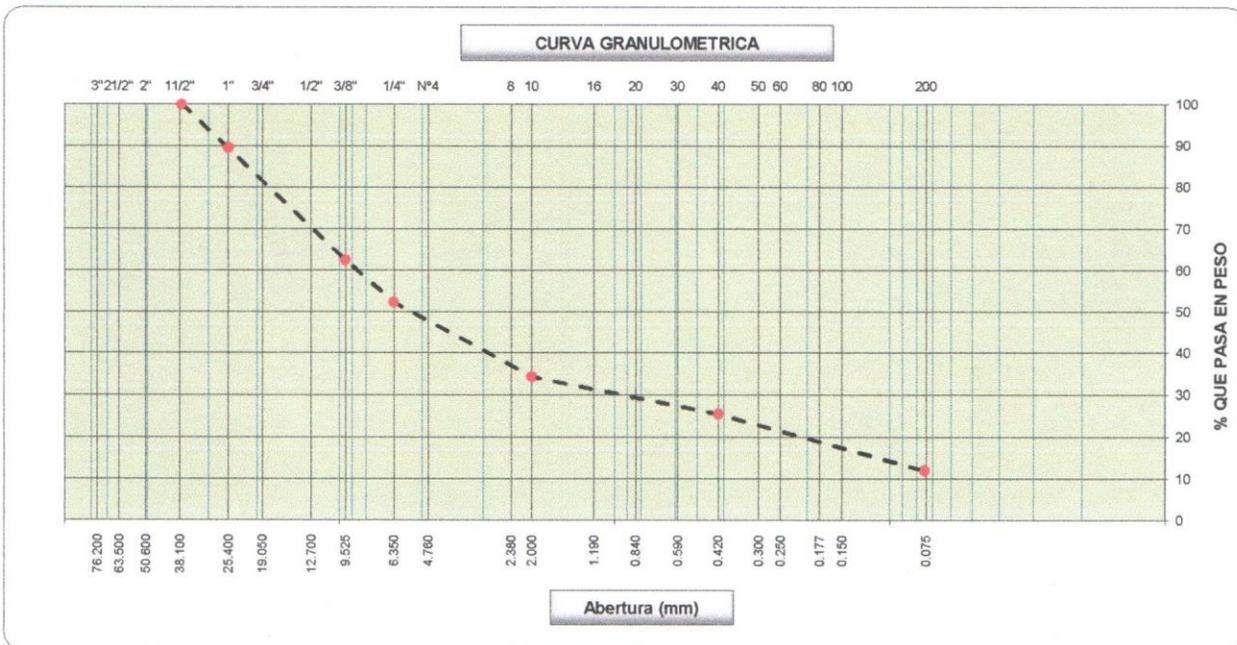
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA			
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"			
DISTRITO	:	HUASTA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
CALICATA	:	C-4	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500	N° ENSAYO	:	1008 - 2021-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 18,659
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 487.0
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800						Tamaño Maximo 1 1/2"
1 1/2"	37.500				100.0		Tamaño Maximo Nominal 1"
1"	25.400	1,968	10.6	10.6	89.5		Grava (%) 53.0
3/4"	19.000	1,345	7.2	17.8	82.2		Arena (%) 35.1
1/2"	12.700	2,196	11.8	29.5	70.5		Finos (%) 11.9
3/8"	9.520	1,504	8.1	37.6	62.4		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350	1,893	10.2	47.7	52.3		
N° 4	4.750	976	5.2	53.0	47.0		3. Clasificacion
N° 8	2.360						Limite Liquido (%) NP
N° 10	2.000	131.30	12.7	65.7	34.4		Limite Plastico (%) NP
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) NP
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS GP-GM
N° 30	0.600						Clasificacion AASHTO A-1-a (0)
N° 40	0.420	92.42	8.9	74.6	25.4		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	114.05	11.0	85.6	14.4		
N° 200	0.075	25.60	2.5	88.1	11.9		
Pasante		123.63	11.9	100.0			



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 N° 64792
 INGENIERO CIVIL
 R° 9 CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

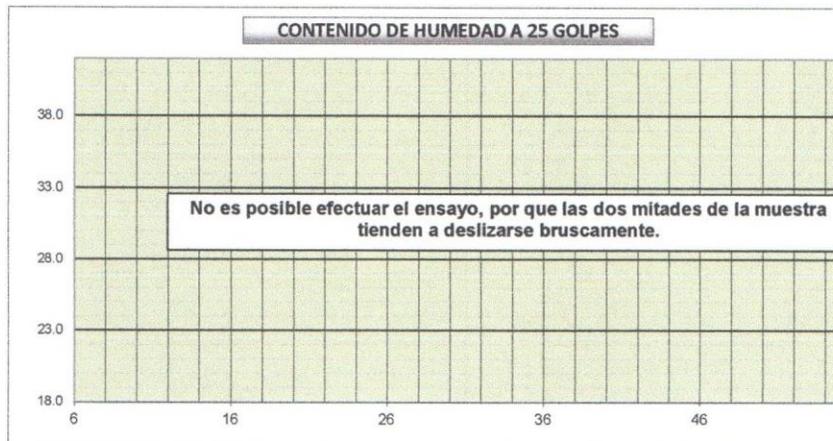
SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 1009 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-4		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500		
PTO. MUESTREO	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso del Suelo Seco	gr.				Limite Liquido
Contenido de Humedad	%				NP
Numero de Golpes					

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%				NP



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	NP
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	1010 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-4			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	487.0	487.0
Peso del agua contenida (gr)	13.0	13.0
Peso de la muestra seca (gr)	487.0	487.0
Contenido de Humedad (%)	2.7	2.7
Contenido de Humedad Promedio (%)	2.7	



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 1011 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-4		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

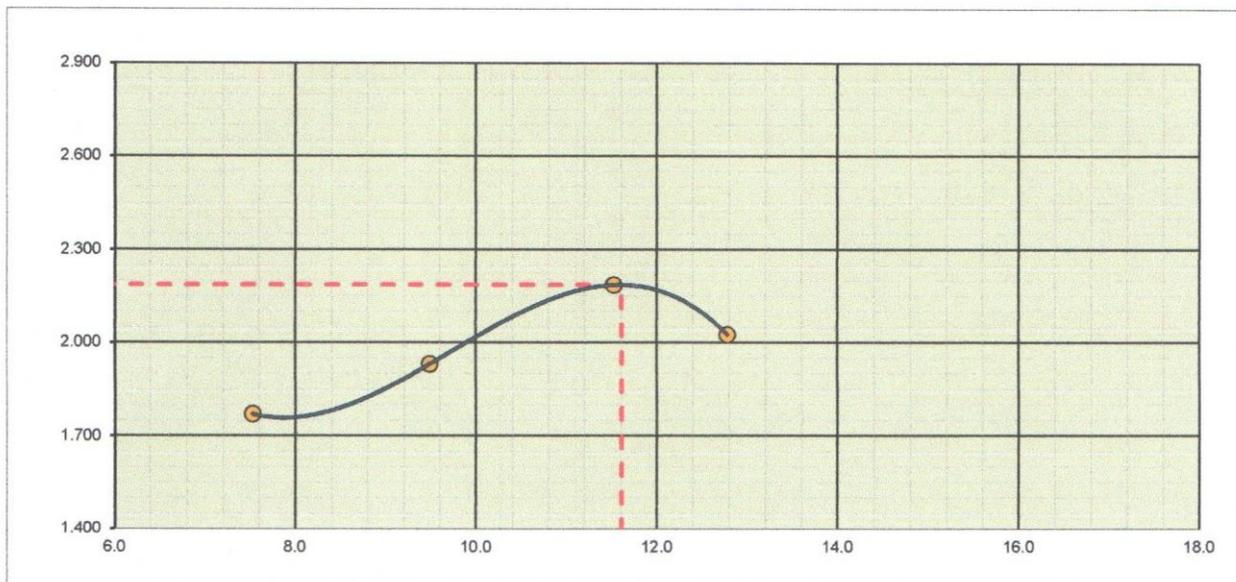
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7206	gr.	N° de golpes	56 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,190	11,632	12,310	11,990
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,984	4,426	5,104	4,784
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.903	2.115	2.439	2.286
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	279	274	269	266
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	21.0	26.0	31.0	34.0
Peso del suelo seco	gr.	279	274	269	266
Contenido de agua	%	7.5	9.5	11.5	12.8
Densidad Seca	gr/cc	1.770	1.931	2.187	2.027

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.187	(gr/cm3)	Humedad óptima	11.6	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHELS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-4
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 1012 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	4		6		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13794		13412		13089	
Peso de molde (g)	8516		8282		8292	
Peso del suelo húmedo (g)	5278		5130		4797	
Volumen del molde (cm ³)	2163		2217		2182	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.440		2.314		2.188	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	269		269		269	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	31.0		31.0		31.0	
Peso de suelo seco (g)	269.0		269.0		269.0	
Contenido de humedad (%)	11.5		11.5		11.5	
Densidad seca (g/cm ³)	2.188		2.075		1.971	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-04		MOLDE N°		M-06		MOLDE N°		M-05	
mm	pulg.	STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		2	-28			2	-28			2	-29		
1.270	0.050		7	12			7	9			6	6		
1.905	0.075		15	74			14	68			14	63		
2.540	0.100	70.455	21	121	407	22.7	20	113	387	21.5	19	105	367	20.4
3.810	0.150		43	294			41	277			39	260		
5.080	0.200	105.68	73	529	908	33.7	69	500	863	32.0	66	472	819	30.4
6.350	0.250		101	748			96	708			91	669		
7.620	0.300		142	1069			135	1013			128	958		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
R.ºº CIP N.º 064405



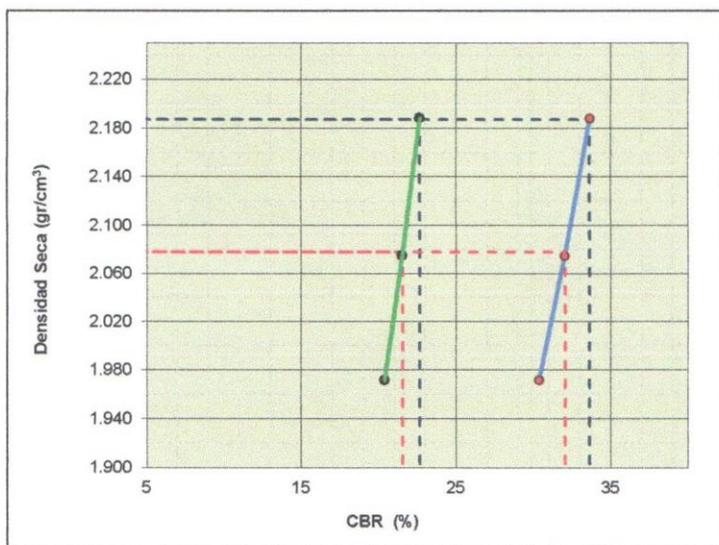
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 1013 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-4		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 3+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.187
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.078

RESULTADOS:

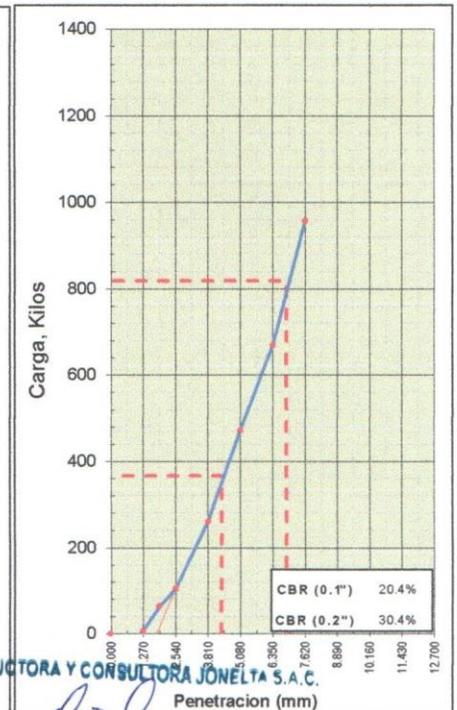
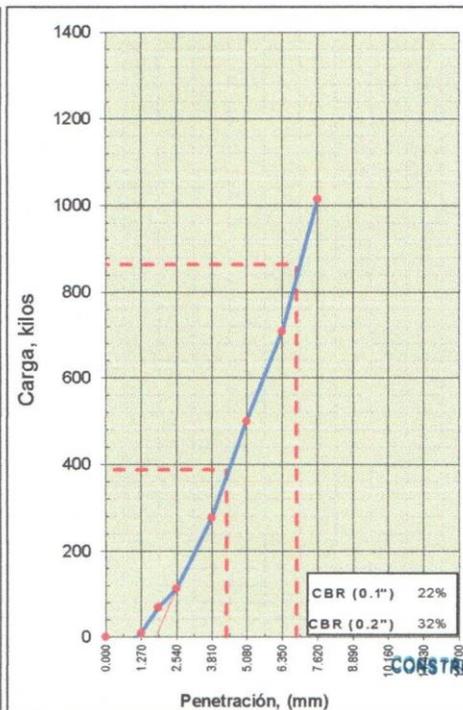
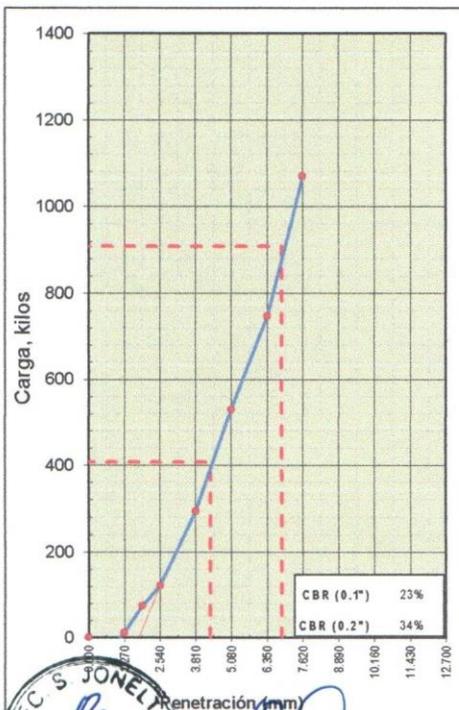
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	22.6	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	21.6	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	33.7	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	32.1	%

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64792
INGENIERO CIVIL
RAG. CIP N° 984405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



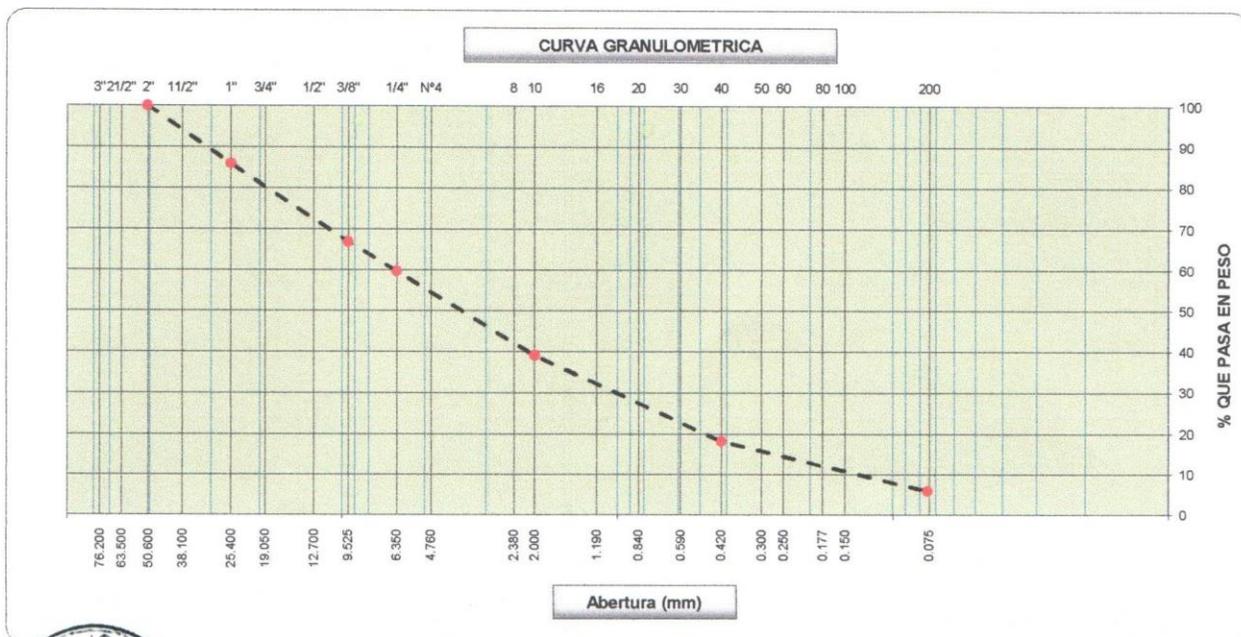
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-5 **TÉCNICO** : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500 **ING° RESP.** : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PROFUNDIDAD : 1.00 **FECHA** : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
MUESTRA : M - 1 **N° ENSAYO** : 1017 - 2021-LAB/MS-JONELTA

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <u>15,714</u>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <u>478.0</u>
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	318	2.0	2.0	98.0		Tamaño Maximo <u>2"</u>
1"	25.400	1,904	12.1	14.1	85.9		Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u>
3/4"	19.000	790	5.0	19.2	80.8		Grava (%) <u>42.3</u>
1/2"	12.700	1,220	7.8	26.9	73.1		Arena (%) <u>51.8</u>
3/8"	9.520	981	6.2	33.2	66.8		Finos (%) <u>5.9</u>
1/4"	6.350	1,124	7.2	40.3	59.7		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	309	2.0	42.3	57.7		3. Clasificacion
N° 8	2.360						Limite Liquido (%) <u>21.4</u>
N° 10	2.000	154.20	18.6	60.9	39.1		Limite Plastico (%) <u>18.8</u>
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) <u>2.6</u>
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS <u>SP-SM</u>
N° 30	0.600						Clasificacion AASHTO <u>A-1-a (0)</u>
N° 40	0.420	173.06	20.9	81.8	18.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	99.50	10.8	92.6	7.4		
N° 200	0.075	12.10	1.5	94.1	5.9		
Pasante		49.14	5.9	100.0			



FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTE	:	NICHELS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	1018 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-5			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

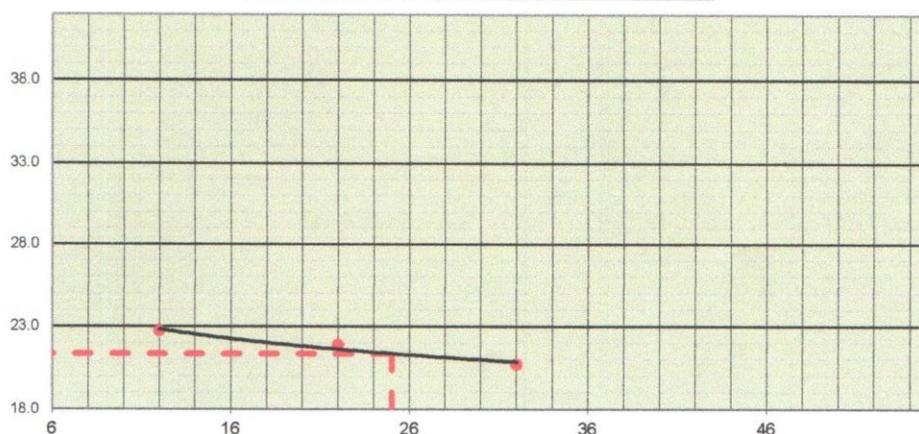
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	31.70	34.80	33.30	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.61	32.22	31.09	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.42	20.42	
Peso de Agua	gr.	2.09	2.58	2.21	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.80	10.67	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.74	21.86	20.71	21.4
Numero de Golpes		12	22	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		3	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.59	21.26		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.43	21.13		
Peso de Tarro	gr.	20.59	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.16	0.13		
Peso de Suelo seco	gr.	0.84	0.70		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	19.05	18.57		18.8

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	21.4
Limite Plastico	18.8
Indice de Plasticidad	2.6

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	1019 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-5			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500			
PTO. MUESTREO	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	478.0	478.0
Peso del agua contenida (gr)	22.0	22.0
Peso de la muestra seca (gr)	478.0	478.0
Contenido de Humedad (%)	4.6	4.6
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.6	



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTE	:	NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	:	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	:	HUASTA	FECHA	:	HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	:	1020 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	:	C-5			
UBICACIÓN	:	VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500			
PROFUNDIDAD	:	1.00			
MUESTRA	:	M - 1			

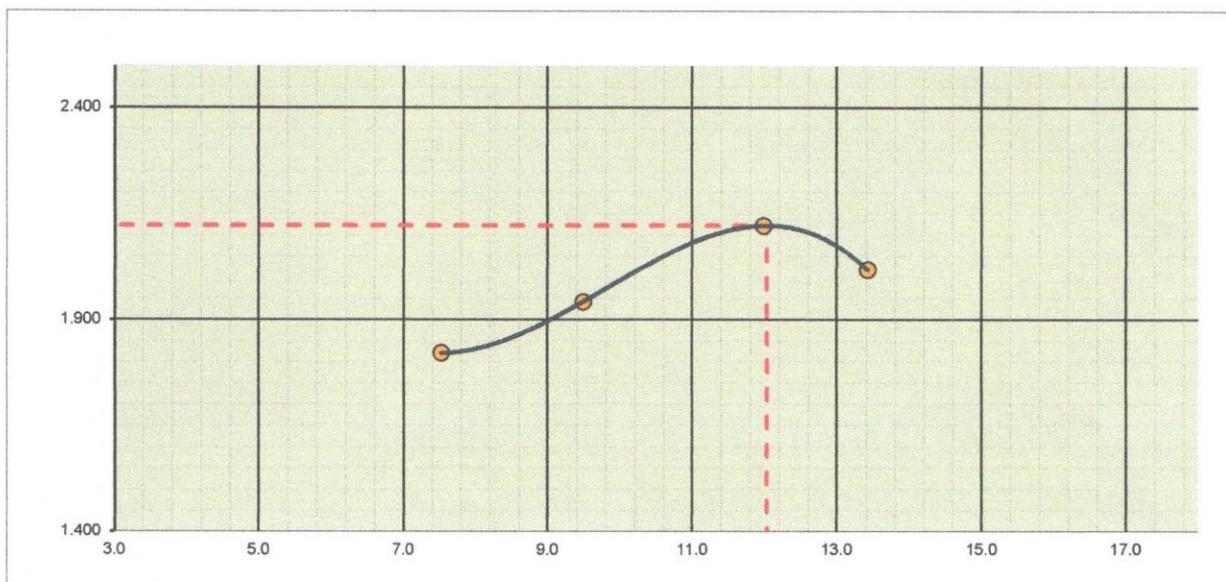
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7206	gr.	N° de golpes	56 GIp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,303	11,659	12,180	11,998
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,097	4,453	4,974	4,792
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.957	2.128	2.376	2.290
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	300	300	300	300
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	279	274	268	265
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	21.0	26.0	32.1	35.5
Peso del suelo seco	gr.	279	274	268	265
Contenido de agua	%	7.5	9.5	12.0	13.4
Densidad Seca	gr/cc	1.820	1.943	2.122	2.019

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.122	(gr/cm3)	Humedad óptima	12.0	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
 TEC. LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 084405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE : NICHOLS OCROSPOMA BAYONA
PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO S3 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"
DISTRITO : HUASTA
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.
CALICATA : C-5
UBICACIÓN : VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500
PTO. MUESTREO : 1.00
MUESTRA : M - 1

TÉCNICO : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
N° ENSAYO : 1021 - 2021-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

	3		1		2	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	3		1		2	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14057		13421		13623	
Peso de molde (g)	9060		8660		9080	
Peso del suelo húmedo (g)	4997		4761		4543	
Volumen del molde (cm³)	2103		2099		2105	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.376		2.268		2.158	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300		300		300	
Peso suelo seco + tara (g)	268		268		268	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	32.1		32.1		32.1	
Peso de suelo seco (g)	267.9		267.9		267.9	
Contenido de humedad (%)	12.0		12.0		12.0	
Densidad seca (g/cm³)	2.122		2.026		1.927	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-03		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		2	-28			2	-28			2	-29		
1.270	0.050		6	4			6	1			5	-1		
1.905	0.075		15	74			14	68			14	63		
2.540	0.100	70.455	21	121	431	24.0	20	113	409	22.8	19	105	388	21.6
3.810	0.150		44	302			42	284			40	267		
5.080	0.200	105.68	76	552	968	35.9	72	522	921	34.1	68	493	873	32.4
6.350	0.250		110	818			105	775			99	732		
7.620	0.300		150	1131			143	1073			135	1014		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

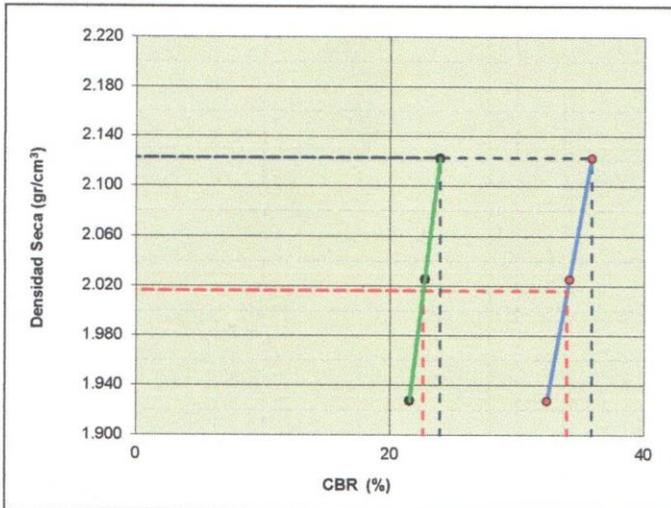
Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64702
INGENIERO CIVIL
R° 0 CIP N° 064405



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTE	: NICHOLS OCROSPOMA BAYONA	TÉCNICO	: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
PROYECTO	: TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO AASHTO 93 DE LA VIA VECINAL PAMPAM - HUASTA - PROVINCIA DE BOLOGNESI - REGION ANCASH 2021"	ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
DISTRITO	: HUASTA	FECHA	: HUAURA, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUASTA -PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH.	N° ENSAYO	: 1022 - 2021-LAB/MS-JONELTA
CALICATA	: C-5		
UBICACIÓN	: VIA VECINAL PAMPAM, PROGRESIVA 4+500		
PROFUNDIDAD	: 1.00		
MUESTRA	: M - 1		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.122
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.016

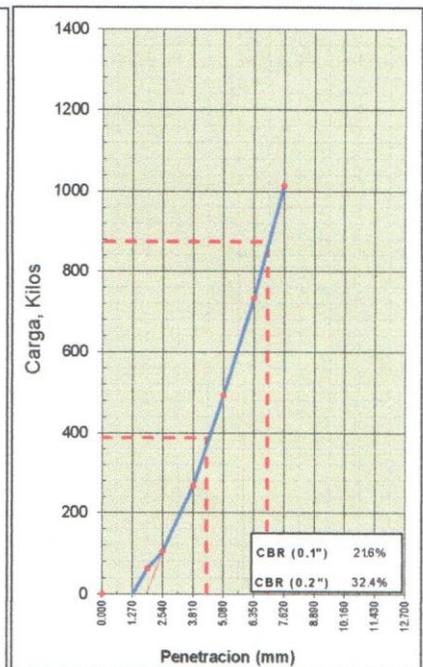
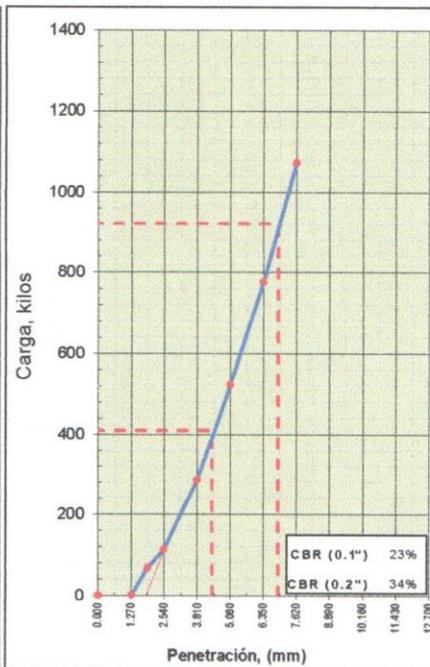
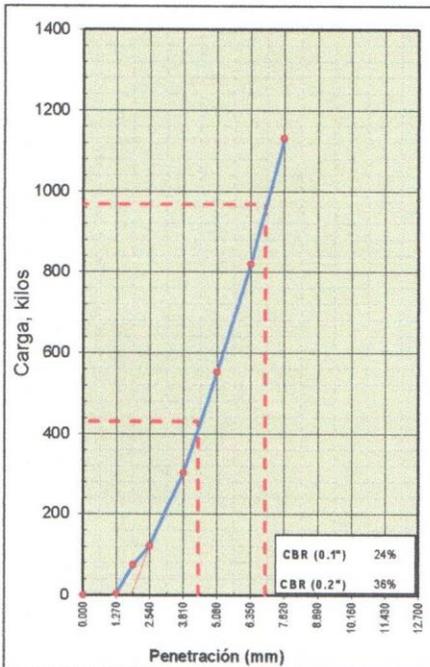
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 24.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 22.7 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 35.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 34.0 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Fredy W. Rosales Villarreal
FREDY W. ROSALES VILLARREAL
TEC. LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 064405

Anexo 10. ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR.



FORMATO N° 1

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA		
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH		
DIA	1		

ESTACION	E - 01		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	LUNES	22	11 21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATIO N WAGO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURA L		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
07-08	E	5	2	1		1				2	1									
	S	2	0	2		0				0	0									
13-14	E	6	4	3		1				0	3									
	S	8	3	0		2				1	2									
19-20	E	7	6	4		1				3	2									
	S	8	2	2		3				1	1									
PARCIAL:		36	17	12	0	8	0	0	0	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	

Conteo vehicular día 01

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA			
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA	S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH			
DIA	2			

ESTACION	E - 01		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	MARTES	23	11 21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
07-08	E	4	3	2		3				0	0									
	S	5	2	3		2				2	0									
12-13	E	8	5	3		0				3	2									
	S	4	1	4		3				1	3									
20-21	E	5	4	2		1				1	1									
	S	6	5	0		4				4	2									
PARCIAL:		32	20	14	0	13	0	0	0	11	8	0								

Conteo vehicular día 02

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA			
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA	S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH			
DIA	3			

ESTACION	E - 01			
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA	MIÉRCOLES	24	11	21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGO M	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURA L		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
07-08	E	6	2	3		3				1	2										
	S	2	1	1		3				3	0										
13-14	E	5	4	0		1				0	3										
	S	8	3	2		2				3	1										
20-21	E	3	5	2		0				2	3										
	S	4	2	3		4				4	2										
PARCIAL:		28	17	11	0	13	0	0	0	13	11	0	0								

Conteo vehicular día 03

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA			
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA	S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH			
DIA	4			

ESTACION	E - 01		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	JUEVES	25	11 21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
07-08	E	5	2	1		2				2	0									
	S	4	3	0		3				1	2									
12-13	E	7	1	2		1				0	1									
	S	3	3	2		0				3	3									
20-21	E	6	4	3		4				2	2									
	S	5	3	1		2				1	2									
PARCIAL:		30	16	9	0	12	0	0	0	9	10	0	0							

Conteo vehicular día 04

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA		
SENTIDO	PAMPAM	E ←	S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH		
DIA	5		

ESTACION	E - 01		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	VIERNES	26	11 21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
																				
07-08	E	5	2	2		3			3	2										
	S	7	4	1		4			1	0										
12-13	E	5	3	2		2			0	1										
	S	4	5	3		2			2	3										
20-21	E	6	1	1		3			4	2										
	S	8	3	3		1			2	3										
PARCIAL:		35	18	12	0	15	0	0	0	12	11	0								

Conteo vehicular día 05

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA			
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA	S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH			
DIA	6			

ESTACION	E - 01		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	SÁBADO	27	11 21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
																					
07-08	E	8	2	1		3				2	1										
	S	6	3	0		3				3	3										
12-13	E	4	6	4		2				0	2										
	S	2	4	2		4				2	2										
20-21	E	5	2	3		1				4	0										
	S	7	2	3		2				2	1										
PARCIAL:		32	19	13	0	15	0	0	0	13	9	0	0								

Conteo vehicular día 06

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	PAMPAM - HUASTA			
SENTIDO	PAMPAM	E ←	HUASTA	S →
UBICACIÓN	HUASTA - BOLOGNESI - ANCASH			
DIA	7			

ESTACION	E - 01			
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA	DOMINGO	28	11	21

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURA L		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
07-08	E	4	2	0	0				2	0										
	S	3	2	0	0				1	1										
12-13	E	5	4	1	2				3	3										
	S	6	5	2	1				2	1										
20-21	E	3	0	2	0				1	2										
	S	2	1	0	1				0	0										
PARCIAL:		23	14	5	0	4	0	0	9	7	0									

Conteo vehicular día 07



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: " Diseño estructural de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93, de la vía Pampam – Huasta, provincia de Bolognesi - Ancash, 2021", cuyo autor es OCROSPOMA BAYONA NICHELS JUNIOR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 31 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIN CUBAS PERCY LETHELIER DNI: 26692689 ORCID 0000-0001-5232-2499	Firmado digitalmente por: PLMARINC el 31-12-2021 17:49:47

Código documento Trilce: INV - 0483818