



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Juan Jose Guillermo Chavez Reyes

Bach. Daniel Ruiz Rafael

Asesor:

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado mi Tesis en primer lugar a Dios por haber guiado de alguna manera en alcanzar mis logros. Dedicado a la memoria de mi padre Máximo Chávez Salinas y mi madre Adela Cristina Reyes Lezama que me dieron la vida. A mis profesores que a lo largo de mis estudios contribuyeron con su conocimiento para poder alcanzar mis objetivos académicos y profesionales y a todas las personas, amigos, familiares entre otras que con sus consejos me apoyaron en mi desarrollo personal.

Con cariño:

Juan José Guillermo Chávez Reyes

DEDICATORIA

Dedicado mi Tesis en primer lugar a Dios por haber permitido llegar esta etapa de mi vida y darme la fortaleza para continuar. Dedicado a la memoria de mi padre Daniel Ruiz Altamirano y mi madre Emelina Rafael Uriarte que me dieron la vida. A mi esposa Sonia Pamela Quispe Taramona y a mi hija Sofía Alejandra Ruiz Quispe mis palabras no serán nunca suficientes para expresar mi amor y gratitud hacia mi esposa, porque ella con su luz ilumina cada rincón de mi corazón y es el motivo por el cual cada día decido seguir adelante.

A mis hermanos y hermanas porque nos une un mismo sentimiento y asimismo a las personas minusválidas, enfermas que luchan contra las adversidades; a quienes respeto y admiro porque me hacen recordar que la vida es una constante lucha.

Con cariño:

Daniel Ruiz Rafael

AGRADECIMIENTO

Esta investigación es el resultado del esfuerzo conjunto de los autores, por esto agradezco a todos los que colaboraron, me ayudaron y acompañaron en toda nuestra vida universitaria, en especial al Mg. Gonzalo Hugo Díaz García por su asesoría en esta investigación. A los profesores a quienes les debo gran parte de conocimiento, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

¡Gracias!

Juan José Guillermo Chávez Reyes

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitir que esté llegando al proceso final de mi carrera; por lo que mencionare mi agradecimiento a mis profesores; personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a culminar este proceso, en especial al Mg. Gonzalo Hugo Díaz García. Gracias a sus buenas intenciones de transmitirme sus conocimientos y su rígida dedicación; hemos logrado culminar el desarrollo de nuestra tesis.

A mi esposa, por brindarme su comprensión, cariño y amor.

A mi amada madre y hermanos que con sus palabras de aliento que no me dejaron decaer, para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

¡Gracias!

Daniel Ruiz Rafael

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	39
1.3. Objetivos	39
1.3.1. Objetivo general	39
1.3.2. Objetivos específicos	39
1.4. Hipótesis	39
1.4.1. Hipótesis general	39
1.4.2 Hipótesis específicas.....	39
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	40
2.1. Tipo de investigación.....	40
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	40
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	40
2.4. Procedimiento	41

3.4	Cálculo estructural del pavimento	58
	Diseño estructural del pavimento	58
	Estructuras de Pavimentos para Vías de Tránsito Liviano.....	58
3.4.1	Confiabilidad	59
3.4.2	Valor Índice Serviciabilidad (PSI)	62
3.4.3	Valor de índice Medio Diario (IMD)	63
3.4.4	Caracterización de los materiales de las capas de pavimento.	63
	CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	75
	CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	77
4.1	Discusión	77
4.2	Conclusiones	78
	REFERENCIAS.....	79
	ANEXOS	81
	Anexo 01: Matriz de consistencia.....	81
	Anexo 02: Matriz de Operacionalización de variables	82
	Anexo 03: Estudio de tráfico	83
	Anexo 04: Ensayos de laboratorio	93
	Anexo 05: Figuras.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Cuadro de número de repeticiones acumuladas de ejes Equivalentes de 8.2t entre 150,001 hasta 1'000,000 EE.</i>	23
Tabla 2 <i>Categoría de subrasante</i>	23
Tabla 3 <i>Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.</i>	26
Tabla 4 <i>Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años).</i>	27
Tabla 5 <i>Valores recomendados de nivel de confiabilidad para dos etapas de diseño de 10 años.</i>	28
Tabla 6 <i>Coefficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años).</i>	29
Tabla 7 <i>Coefficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr) para dos etapas de diseño de 10 años.</i>	29
Tabla 8 <i>Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico.</i>	31
Tabla 9 <i>Índice de serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico.</i>	31
Tabla 10 <i>Diferencial de serviciabilidad (Δ PSI) según rango de tráfico.</i>	32
Tabla 11 <i>Coefficientes estructurales de las capas del pavimento <i>ai</i>.</i>	33
Tabla 12 <i>Calidad del drenaje.</i>	36
Tabla 13 <i>Valores recomendados del coeficiente de drenaje <i>mi</i> para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles.</i>	36
Tabla 14 <i>Valores recomendados de espesores mínimos de capa superficial y base granular.</i>	36
Tabla 15 <i>Definición de variables</i>	41
Tabla 16 <i>Centro poblado Santa Rosa</i>	44
Tabla 17 <i>Sistema unificado de clasificación de suelos.</i>	50
Tabla 18 <i>Calicata C-1/ E-2.</i>	52
Tabla 19 <i>Calicata C-2/ E-2.</i>	52
Tabla 20 <i>Calicata C-3/ E-2.</i>	52
Tabla 21 <i>Calicata C-4/ E-2.</i>	52
Tabla 22 <i>Calicata C-5/ E-2.</i>	53
Tabla 23 <i>Calicata C-6/ E-2.</i>	53
Tabla 24 <i>Resultados del conteo de tráfico Calle Real Enero 2020.</i>	56

Tabla 25	<i>Resultados del conteo de tráfico Calle Real Enero 2020.</i>	57
Tabla 26	<i>Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico.</i>	60
Tabla 27	<i>Desviación estándar para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según el nivel de confiabilidad y el rango de tráfico. AASHTO – 1993.</i>	61
Tabla 28		62
Tabla 29	<i>Índice de Serviciabilidad inicial, final y diferencial de serviciabilidad según ejes equivalentes proyectado.</i>	63
Tabla 30	<i>Calidad de drenaje.</i>	64
Tabla 31	<i>Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.</i>	64
Tabla 32	<i>Espesores mínimos de la carpeta asfáltica y base granular según el rango de ejes equivalentes.</i>	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructura del pavimento.</i>	22
Figura 2 <i>Metodología usada en la investigación.</i>	41
Figura 3 <i>Pavimento totalmente deteriorado.</i>	42
Figura 4 <i>Ubicación en el país, en la región y en la provincia.</i>	43
Figura 5 <i>Ubicación en el distrito.</i>	43
Figura 6 <i>Ubicación de las calicatas.</i>	47
Figura 7 <i>Ubicación del punto de conteo vehicular.</i>	55
Figura 8 <i>Conteo vehicular.</i>	58
Figura 9 <i>Diseño de número estructural.</i>	66
Figura 10 <i>Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.</i>	66
Figura 11 <i>Variación en el coeficiente estructural de la capa de base granular.</i>	68
Figura 12 <i>Diseño de capas.</i>	69
Figura 13 <i>Diseño de pavimento flexible.</i>	70
Figura 14 <i>Diseño de número estructural (SNI).</i>	71
Figura 15 <i>Diseño de capas considerando la base granular como la sub rasante.</i>	72
Figura 16 <i>Diseño de pavimento flexible considerando a la base granular como la subrasante.</i>	72
Figura 17 <i>Diseño final del pavimento.</i>	74
Figura 18 <i>Diseño final del pavimento flexible</i>	76
Figura 19 <i>Pavimento terminado de la calle Real.</i>	127
Figura 20 <i>Pavimento terminado de la calle Real.</i>	127

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar el diseño del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén 2020, la metodología fue aplicada, descriptiva, la muestra fue las 4 cuadras de la Calle Real del C.P. Santa Rosa, distrito de Pueblo Nuevo· Chepén ·La Libertad. Se utilizó los procedimientos, técnicas y métodos de la Guía AASHTO – 1993. Los resultados nos permiten concluir: Respecto al estudio topográfico de calle Real del C.P. Santa Rosa, este permitió definir el recorrido del pavimento, el nivel de la sub rasante, el material (E-1) deberá ser retirado convenientemente antes de la colocación de las capas del pavimento mediante un proceso de escarificado, control de humedad, perfilado y compactado, por lo menos al 95% de la máxima densidad seca. (MDS).

Respecto a la realización del Estudio de suelos en base a la Norma Técnica E-050, se encontró que: 1) la estratigrafía de manera general corresponde a Gravas con arenas pobremente mal graduadas sin plasticidad, la zona de sismicidad N°4, por lo que se concluye utilizar los resultados de la Calicata N° 5 por ser la más baja en calidad de soporte (CBR): SUCS (SP), AASHTO (A-2-4 (0)), OCH (8.00%), MDS (1.749gr/cm³), CBR al 95% de la máxima densidad seca (12.50%). Respecto a los parámetros sísmo resistentes estos se determinaron así: a). Zonificación: Zona 4 Factor Zona (Z) = 0.45(*); b). Tipo de Suelo: S2 (suelo intermedio); c). Periodo de Vibración del Suelo (Tp): 0.60 seg; d). Factor de Amplificación del Suelo (S): 1.05; e). Uso (U): 1.30; f). Coeficiente Módulo de poisson (u): 0.30 y g). Coeficiente Modulo de elasticidad (E): 500.00 Kg. /cm².

Respecto el Estudio de tráfico, el resultado del estudio de tráfico dio un IMD de 500 y un W18 igual a 1123827.34.

Respecto al cálculo estructural del pavimento usando el metodo AASHTO, se encontró un diseño final, en la cual se tiene una capa de rodadura D1 = 5 pulg., con un SN₁ = 2.05 y la capa de base granular D2 = 10 pulg., con un SN₂ = 1.28, lo que hace un SN de 3.33 mayor que el SNrequerido = 3.00, con lo que se logró el diseño del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén 2020 que era el ojbetivo general.

Palabras Clave: Pavimento flexible – Diseño; Vías urbanas – construcción, Chepén – vías

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the design of the flexible pavement for Calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén 2020, the methodology was applied, descriptive, the sample was the 4 blocks of Calle Real del C.P. Santa Rosa, Pueblo Nuevo district · Chepén · La Libertad. The procedures, techniques and methods of the AASHTO Guide - 1993 were used. The results allow us to conclude: Regarding the topographic study of Calle Real del C.P. Santa Rosa, this allowed to define the path of the pavement, the level of the subgrade, the material (E-1) should be conveniently removed before the placement of the pavement layers through a process of scarification, humidity control, profiling and compacted, at least 95% of maximum dry density. (MDS).

Regarding the realization of the Soil Study based on Technical Standard E-050, it was found that: 1) the stratigraphy generally corresponds to Gravels with poorly graded sands without plasticity, the seismicity zone N ° 4, therefore It is concluded to use the results of Calicata N ° 5 for being the lowest in support quality (CBR): SUCS (SP), AASHTO (A-2-4 (0)), OCH (8.00%), MDS (1.749gr / cm³), CBR at 95% of the maximum dry density (12.50%). Regarding the earthquake resistant parameters, these were determined as follows: a). Zoning: Zone 4 Zone Factor (Z) = 0.45 (* '); b). Soil Type: S2 (intermediate soil); c). Soil Vibration Period (Tp): 0.60 sec; d). Soil Amplification Factor (S): 1.05; and). Use (U): 1.30; F). Poisson's modulus coefficient (u): 0.30 and g). Modulus of elasticity coefficient (E): 500.00 Kg. / Cm².

Regarding the Traffic Study, the results of the traffic study gave an IMD of 500 and a W18 equal to 1123827.34.

Regarding the structural calculation of the pavement using the AASHTO method, a final design was found, in which there is a rolling layer D1 = 5 in., With SN1 = 2.05 and the granular base layer D2 = 10 in., With an SN2 = 1.28, which makes a SN of 3.33 greater than the required SN = 3.00, with which the design of the flexible pavement for Calle Real in the CP was achieved. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén 2020 which was the general target.

Keywords: Flexible pavement - Design; Urban roads - construction, Chepén – roads.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional destacaron Poveda et al. (2014) con su tesis *“Diseño de un pavimento para la estructura vial, de la vía conocida como “El Kilómetro 19”, desde el km 2+000 al km 2+500, que comunica a los Municipios de Chipaque - UNE, en el Departamento de Cundinamarca”*, diseñado para diseñar la estructura vial de km 2+000 a km 2+500 conectando la ciudad de Une y Chipaque en Cundinamarca. Este proyecto adoptará métodos cualitativos, descriptivos y analíticos. Se documentarán las técnicas y herramientas utilizadas para lograr los objetivos de este proyecto. La conclusión del informe es que, desde la visita al sitio de investigación, la vía casi no tiene pinzas asfálticas, el principal motivo es la falta de mantenimiento de carreteras y obras de drenaje, lo que demuestra que hay una intervención directa en la nueva estructura del pavimento. Entre las tres opciones para diseñar la estructura del pavimento, el método AASHTO-93 adopta el método de verificación de capas, que también es el más económico. El comportamiento del pavimento flexible depende en gran medida de condiciones que no están necesariamente incluidas en el método de diseño estructural: la temperatura, las condiciones regionales de drenaje, la hidrología y otras pueden jugar un papel muy importante y generalmente son consideradas por el gerente de geometría de carreteras y diseño geotécnico. Tiene un impacto muy completo en el resultado final. En términos generales, del análisis comparativo de los resultados de los métodos de diseño, se puede observar que la estructura, especialmente la importante diferencia en el espesor de la abrazadera de asfalto, la capa de partículas y el número de estructuras, se debe principalmente a la falta de métodos científicos para el problema y el método propuesto. De las personas tenemos diferentes conceptos y experiencias.

Guerrero (2020) en su tesis *“Trabajo de monografía, análisis y diseño del pavimento flexible por medio del método de la AASHTO-93”*, en este informe se presenta el diseño en el cual se hace la descripción de los elementos usados en cada una de las variables contempladas así mismo, se presenta el paso a paso del diseño del pavimento flexible con los elementos que éste requiere basándonos en la explicación

del software pertinente AASHTO 93. Concluye que para el diseño por el método AASHTO-93, es necesario realizar los estudios de suelos y de tránsito previo a realizar el diseño. El periodo de servicio del pavimento depende de los trabajos previos de restablecimiento, tanto superficial como estructuralmente. El método AASHTO relaciona las variables de confiabilidad, desviación estándar, factor de distribución de carril, drenaje. Es importante determinar una norma permanente de mantenimiento periódico de la vía con el propósito de disminuir el daño del pavimento. Los principales factores de las desviaciones en los pavimentos se deben al tráfico de diseño, proceso constructivo, desviaciones de proyecto, factores medio ambientales y un error en el mantenimiento.

Suárez (2017) en su tesis *“Diseño de la estructura de un pavimento flexible por medio de la implementación del método AASTHO-93, para la ampliación del costado occidental de la autopista norte desde la calle 245 (El Buda) hasta La Caro”*, tiene como principal objetivo diseñar la estructura de pavimento flexible mediante la aplicación del Método AASHTO 93 para la ampliación del costado occidental de la Autopista Norte desde la calle 245 (El Buda) hasta la Caro. Se utilizó el método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles, surge a partir de los resultados del AASHTO ROAD TEST, la cual consistió en la construcción de 6 circuitos de pruebas en la ciudad de Ottawa, estado de Illinois (USA). Concluye que el periodo de diseño para la estructura de pavimento asfáltico es de 10 años para el análisis y cálculo realizado en el presente diseño, se parte de un inicio de operación en el año 2017. Referente a los datos analizados, se encontró una solicitación de carga de 43769350 de repeticiones, cuantificada en ejes equivalentes de 8.2 Ton. A través de la exploración geotécnica y ensayos de laboratorio, se estableció que, de manera general, el material de subrasante del proyecto se compone materiales de alta plasticidad y con baja capacidad portante con un CBR promedio del 1.46%. De acuerdo a lo enunciado anteriormente, se propone un mejoramiento con un espesor de 60 cm. Conforme a la uniformidad de la capacidad portante de la subrasante del proyecto, se consideró un solo sector homogéneo, con un módulo resiliente de la subrasante de 8534 psi.

A nivel nacional destacaron Escobar y Huincho (2017) con su tesis “*Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017*”, el objetivo principal es determinar la influencia de los parámetros de diseño y diseñar un pavimento flexible, como en Santa Rosa - Sachapite Huancavelica - 2017. La investigación corresponderá al tipo de investigación aplicada, método científico y diseño pre experimental. La población incluye un tramo de 12 kilómetros de investigación vial flexible en la vía Santa Rosa – Sacapite. Se utilizan como instrumentos: un formato para describir el transporte y el equipo de laboratorio de suelos para CBR. La conclusión es que cumple con IMD 467 veh / día, por lo que tiene un impacto directo, porque el diseño de la vía estudiada fue en 2006, y el IMD fue 275 veh / día, por lo que se han producido muchos cambios en el tema de diseño. Los coeficientes y valores de diseño, y estudio específico del manual de suelo vial, geología, GEOTECNIA y PAVIMENTOS, así como el método de uso de AASTHO 93. Según la investigación encontrada en el área, encontramos que el ESAL era de 2,289,418 ejes equivalentes en 2006, y se encontró que el grosor de la abrazadera de asfalto era de 4 pulgadas. Actualmente, para 2017, el ligante de asfalto debería ser de 7 pulgadas y el ESAL es de 7,867,970 ejes equivalentes (EE). Entonces, decimos que un ESAL más alto aumenta el ligante bituminoso requerido y un ESAL menor reduce el ligante bituminoso, haciendo que la estructura funcione en condiciones óptimas. El CBR se ve afectado directamente, porque el diseño en el pavimento flexible determinó que el CBR de diseño de los dos diseños en 2006 y 2017 fue de 7.2%, porque se recomienda utilizar el mismo CBR del subproveedor en el mismo piso. Otros métodos. Abrazaderas optimizadas para asfalto con una base de 4 pulgadas aumentada de 11.5 cm a 30.5 cm, manteniendo un espesor de base de 17 cm y una vida útil de 3,860,083.0 huecos por el Instituto ASSALTO. El ESAL que muestra los resultados es 7,867,970.0, por lo que cuando el eje 3,300,990.0 es equivalente a 0.5 pulgadas de hueco a través del INSTITUTO ASFALTO, habrá hueco.

Hinostroza (2018) en su tesis “*Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento*”, el presente estudio consiste en realizar el diseño del pavimento flexible reforzado para disminuir la

estructura del pavimento, donde se busca identificar los aportes de la geomallas como refuerzo para ver si es o no una opción económicamente viable sin reducir la capacidad estructural de la vía proyectada. Asimismo, usar la metodología de diseño establecido en la norma AASHTO R-50, donde los resultados fueron verificados con otras investigaciones internacionales y mediante un Análisis de elementos Finitos con el software Plaxis. Con este fin se llevó a cabo dos modelos bajo los mismos parámetros de diseño: el primero un pavimento flexible sin refuerzo (sección convencional); mientras que la segunda un pavimento flexible reforzado con geomallas biaxiales. Asimismo, esta investigación se enfocará en el proyecto: “Mejoramiento De Carretera Abra Toccto – Condorccochoa (Ruta Nacional Pe-32a)”

Sánchez (2019) en su tesis *“Diseño de pavimento empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho - Abancay. Tramo: Ayacucho km. 0+000 – km. 50+000”*, tiene como objetivo determinar la estructura del pavimento en la citada vía. Para esto, se determinará con anticipación el ciclo de diseño a considerar. Evaluación de suelos en la vía: Ayacucho-Abancay, Tramo I; Km.0+000 = Km.50+000 se encuentra a nivel granular (confirmado) Indican que el camino hoy tiene superficie insuficiente En algunos subcarriles, por excesivos baches y deterioro en el camino, su mantenibilidad es variable, la importancia del tema elegido en este artículo es que la mejora de las carreteras aumentará la transitabilidad de los vehículos en las zonas afectadas...

Zelada (2019) en su tesis *“Diseño de 1 km. de pavimento, carretera Juliaca - Puno (Km 44+000 – Km. 45+000)”*, muestra el diseño del afirmado de la vía de un kilómetro de pista, desde los kilómetros progresivos entre el Km. 44+000 hasta el Km. 45+000, el punto de partida es la elipse de Juliaca. Esta parte de la vía principal es un desvío que pasa por el límite de la ciudad y se une a la vía Puno-Moquegua. Esta ruta se utilizará como medio de transporte de vehículos pesados, para que pueda paliar la congestión de las calles de Puno. El clima en este lugar varía mucho de día a noche, y todo el invierno es principalmente frío. En junio y julio se puede conseguir una temperatura media por debajo de los 0°C. Además, se caracteriza por tener poca humedad casi todo el año. El diseño de pavimento duro adopta el método propuesto

por AASHTO y Portland Cement Association. Asimismo, a través de las recomendaciones de AASHTO y Asphalt Association, se adopta un diseño de pavimento flexible. Finalmente, luego de obtener el espesor de capa correspondiente, se realizó un cálculo presupuestario de las propuestas para seleccionar la alternativa más económica en el proyecto.

El pavimento se puede determinar como una capa o grupo de materiales aprobados. Entre la capa superior del subrasante y la superficie de rodadura, su función principal es proporcionar un color y textura apropiados y uniformes a la superficie de apoyo, resistencia a sustancias nocivas como el movimiento cruzado y la intemperie; Pasar el esfuerzo a la subregión para que no se deforme de forma dañina (Valenzuela, 1993).

Tipos de pavimentos:

Según Valenzuela (1993) la clasificación de los pavimentos es relativamente restringida; sin embargo, estos se han dividido en dos tipos:

Pavimento flexible. - Consiste en una carpeta relativamente delgada construida en capas (base y subbase), que soporta este conjunto de sub-Lasang comprimido, de manera que la subbase, base y carpeta son la estructura de este tipo de pavimento.

Pavimento rígido. - Compuesto por eslingas de hormigón hidráulico, la capa de subbase entre las eslingas y la subbase compactada.

Pavimentos flexibles

El pavimento flexible consta de una base y una abrazadera de asfalto, debe proporcionar una superficie de apoyo uniforme que sea resistente a los movimientos del tráfico, la intemperie y otras sustancias nocivas y transmita esfuerzos a la carga del tráfico (Valenzuela, 1993).

Según Rico y Del Castillo (1984) las principales características que debe reunir un pavimento flexible son las siguientes:

Resistencia estructural. – Lo primero que debe cumplir la vía es resistir la carga que ocasiona el tránsito en el ámbito del deterioro y daños por pobreza preestablecidos por el proyecto. Las cargas de tráfico generan tensiones normales y cortantes en toda la estructura del pavimento. La mecánica del suelo proporciona un método teórico para el análisis de la resistencia del pavimento. La teoría de fallas actualmente reconocida es la teoría del esfuerzo cortante; por lo tanto, en la investigación del pavimento flexible, el trabajo de corte a menudo se considera como la razón principal de la falla estructural; en consecuencia, el esfuerzo cortante del suelo. La resistencia es la característica básica. En suelos con resistencia potencial, la carga repetida puede causar colapso; además, la interacción de partículas en la capa más delgada del suelo.

Desde dos perspectivas, la resistencia del material de pavimentación es muy importante.

1. Las capas constitutivas de la superficie de la carretera pueden formar una capacidad de carga suficiente del tráfico.
2. Respecto a la capacidad portante de la capa de reparto de carga que constituye la conexión entre la calzada y la presa, para resistir el esfuerzo de transmisión y a su vez transportar el vehículo hasta la presa de un nivel adecuado.

Deformación. En cuanto a la deformación, debido a la naturaleza de la capa de acoplamiento que constituye la capa de pavimento, la deformabilidad suele aumentar mucho. En él, subrasante (capa inferior) está más deformado que el superior. Desde este punto de vista, la deformabilidad es de interés principalmente a un nivel relativamente profundo, porque incluso para un esfuerzo elevado en ellas, la capa hiperregional es relativamente fácil de tener un nivel de deformación tolerable. Es interesante la deformación de la superficie de la calzada, que es una costumbre en la ingeniería, vista desde dos perspectivas.

1. La deformación excesiva está relacionada con el estado de falla.

2. El pavimento deformado podría desistir de realizar sus funciones, luego de la independencia, la deformación no provocó el colapso de la estructura.

La carga del tráfico produce unos pocos quilates de deformación en la superficie de la carretera. Uno de ellos es elástico, es decir, recuperación instantánea. Generalmente se le llama plástico en la tecnología. Bajo cargas en movimiento y repetidas, la capa de plástico a menudo se acumula y puede alcanzar niveles inaceptables valor.

Durabilidad. - La incertidumbre real asociada con la durabilidad de los pavimentos flexibles es grande y difícil de manejar. Es difícil definir la durabilidad ideal lograda en una situación determinada. Esto obviamente está relacionado con algunos temas económicos y sociales; en obra moderada, la duración de la vía podría ser menor que la prevista, siempre que la serie de valores de reconstrucción requeridos en ese momento sean menores al costo inicial de la vía, más el valor que se le puede dar a la interrupción del servicio. , La reconstrucción provocará que los proyectos de alto tráfico y de importancia económica requieran carreteras muy duraderas para evitar costosas interrupciones al tráfico a gran escala.

Costo. - El pavimento representa un equilibrio entre cumplir con los requisitos de resistencia y estabilidad y costo general. El diseño adecuado es cumplir con los requisitos necesarios del servicio al menor costo.

La primera alternativa es determinar el tipo de pavimento utilizado en cada situación; los pavimentos duros, flexibles o semirrígidos son situaciones favorables o viceversa, de acuerdo sea el caso.

Se debe tener en cuenta que, el precio del pavimento rígido es muy pequeño y el deterioro es muy pequeño, sin embargo, su precio de construcción es muy elevado y se limitan al abastecimiento de materiales necesarios y equipos de construcción especiales. Los pisos flexibles requieren menos inversión inicial, pero son más costosos de ahorrar.

Requisitos de protección. - En cuanto al mantenimiento del pavimento, los factores climáticos tienen un impacto decisivo en la duración de éste, haciendo que el proyecto tome en consideración su predicción para hacer del mantenimiento una tarea razonable; sin embargo, estos factores obviamente involucran muchos factores que son difíciles de estimar, aunque siempre deben al hacerlo, combina la experiencia pasada con suficiente información sobre los estados locales.

El grado del tránsito también se observa en los aspectos analizados, el problema actual es predecir el futuro crecimiento, incluyendo la cantidad y tipos de vehículos en circulación.

La situación del drenaje del suelo y el drenaje insuficiente es sin duda uno de los aspectos más determinantes para establecer el tiempo de duración de la calzada y las necesidades de mantenimiento. Estos elementos deben considerarse habitualmente como parte del diseño del pavimento, porque constituyen un todo inseparable con él, y la degradación estructural de los materiales constituyentes por cargas repetidas.

Los requerimientos de mantenimiento deben resolverse con buen criterio y experiencia, porque la supervisión en esta área se refleja rápidamente en el costoso mantenimiento, e incluso en las necesidades de reconstrucción, este hecho resultó ser importante.

Confort. - En autopistas grandes y carreteras principales, todos los inconvenientes de diseño de pavimentos deben variar por la necesidad que requiere el cliente al conducir al ritmo de la obra. Obviamente, muchos otros estándares están incluidos en este requisito, de los cuales la seguridad es el más emocionante; también vale la pena considerar la estética y su impacto en la respuesta psicológica del conductor. Por ejemplo, la deformación longitudinal de la superficie de la carretera puede ser un problema desfavorable para la comodidad, no importa desde el aspecto netamente mecánico, tienen un bajo o ningún riesgo de defectos estructurales o fallas. En carreteras de alta especificación, el diseñador debe elevar su nivel de exigencia e intervenir en sus estándares. Esta consideración, más que en otras carreteras más suaves, hace que estos problemas sean menos críticos a bajas velocidades o intensidad de tráfico.

Sobre el Pavimento, es la estructura formado por capas de material clasificado la cual soporta las cargas del tránsito y las transmiten a las capas inferiores en forma disipada, y así determinando una superficie de rodamiento, la cual debe de actuar correctamente.

Sobre la Estructura del pavimento, está formado por un grupo de estratos como son: subrasante, subbase, base y superficie de rodadura.

Sobre el Subrasante, viene a ser la superficie del terreno de fundación sobre el cual se construye el pavimento de una autopista, vía urbana, carretera o pista de aterrizaje. Para estudiar el terreno de fundación, que está por debajo de la subrasante, se deberá tomar muestras hasta una profundidad tal que los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos o aviones reducidos a “cargas por eje” o “cargas por rueda”, sean mínimos.

Sobre el Subbase, es el estrato del pavimento que desempeña las siguientes funciones: resistir, transmitir y distribuir de manera uniforme las cargas aplicadas desde la superficie de rodadura del pavimento a la subrasante. La subbase debe soportar las variaciones que pueden afectar al suelo, controla los cambios de elasticidad y volumen que pueden dañar el pavimento. Esta capa se utiliza también como capa de drenaje y para el control de ascensión capilar de agua, cuidando la estructura de pavimento, por lo que ordinariamente se usan materiales granulares. La presencia de capilaridad en esta capa produce hinchamientos por acción del congelamiento del agua en temperaturas bajas, si no se dispone de una subrasante y subbase adecuada se producirán fallas en el pavimento. Esta capa de material actúa como material de transición entre la subrasante y la capa de base.

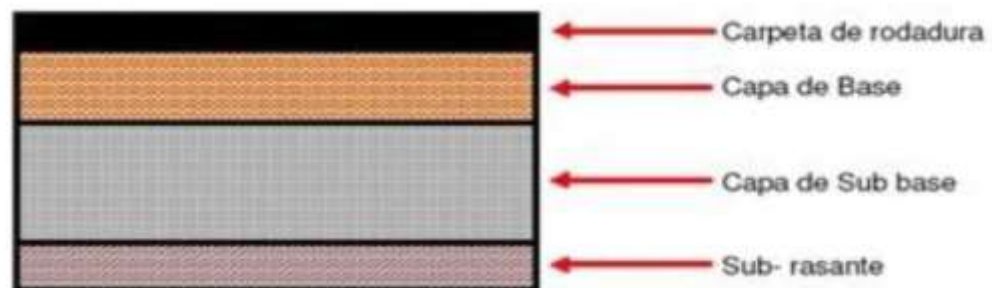
Sobre el Base, es la capa que conforma la estructura del pavimento ubicada entre la subbase y la capa de rodadura que tiene como funciones: la distribución y transmisión de las cargas generadas por el tránsito, a capas inferiores del pavimento como: la subbase y a través de ésta a la subrasante, y es la capa que sirve de soporte a la capa de rodadura. Las bases especificadas son las siguientes: Base granular y Base estabilizada.

Sobre el Base granular, es la capa que conforma la estructura del pavimento ubicada entre la subbase y la capa de rodadura, esta capa está constituida por piedra

de buena calidad triturada, grava y mezclada con material de relleno, arena y suelo, en su estado natural. Los materiales que forman esta capa deben ser clasificados para formar una base integrante de la estructura de pavimento. Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, todas estas propiedades dependerán de la relación entre la cantidad de finos y de agregado grueso.

Sobre el Superficie de rodadura, es la capa que conforma la estructura del pavimento más externa, se coloca sobre la base. La función principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para el ingreso del agua lluvia por filtración que puede saturar las capas inferiores. La capa de rodadura evita el deterioro de las capas inferiores a causa del tránsito de vehículos. La capa de rodadura aumenta la capacidad soporte del pavimento, por que absorbe cargas, este aumento es apreciable para espesores mayores a 4 centímetros, en el caso de riegos superficiales se considera el aumento nulo.

Figura 1
Estructura del pavimento.



Fuente: (Morales, 2007).

Según esta bibliografía, ha decidido para la estimación de las secciones del pavimento, por los procedimientos más generalizados de uso actual. Los procedimientos que tomaron en cuenta son:

- a. Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- b. Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.

Generalmente el diseño de los pavimentos es determinado por dos parámetros elementales que son:

Las cargas de tráfico vehicular colocadas al pavimento.

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento.

La forma como se tomen estos dos parámetros estará vinculado a la metodología que se utilice para el diseño.

1. Las cargas de tráfico vehicular colocadas al pavimento, se expresan en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 t, que se denominan Ejes Equivalentes (EE). La sumatoria de ESALs en el periodo de diseño es referida como (W18) o ESALs, lo cual se denomina Número de Repeticiones de EE de 8.2 t.

Para el tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, se definen tres categorías:

- a. Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla 1

Cuadro de número de repeticiones acumuladas de ejes Equivalentes de 8.2t entre 150,001 hasta 1'000,000 EE.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Cuadro N° 12.1 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”
Sección: Suelos y Pavimentos.

2. Las especificaciones de la subrasante sobre la que se coloca el pavimento, están definidas en 6 categorías de subrasante, tomando la capacidad de soporte CBR.

Tabla 2

Categoría de subrasante

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%

S1 : Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR $<$ 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR $<$ 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR $<$ 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR $<$ 30%
S5 : Subrasante Extraordinaria	CBR \geq 30%

Fuente: Cuadro N° 12.4 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Se tomarán como materiales habilitados para las capas de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. De ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se solucionará con la estabilización de los suelos, por lo que se estudiarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geo sintéticos u otros productos aprobados por el MTC, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, tomando la alternativa más técnica y económica.

Con relación a estos dos parámetros, tránsito expresado en ejes equivalentes (EE) y CBR de subrasante correlacionado con módulo resiliente, se determinarán las secciones de pavimento que se encuentran nombradas en los catálogos de estructuras de pavimento.

La metodología aplicada para estimar las secciones del catálogo de los pavimentos ha sido aplicar el procedimiento de la Guía AASHTO 1993, y aplicar un análisis de comportamiento del pavimento que cubre el periodo de diseño de 20 años de la estructura del pavimento.

Se describe las características más influyentes para la aplicación de los procedimientos:

Este procedimiento se basa en modelos desarrollados en torno a la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para la determinación de espesores. Se incluye posteriormente la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO - 93.

El objetivo del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), con el que se identifican y determinan un grupo de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, las cuales deberían ser construidas sobre la subrasante para resistir las cargas vehiculares con una correcta serviciabilidad durante el periodo de diseño preestablecido en la obra.

I. *Periodo de Diseño*

El Periodo de Diseño a ser empleado para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

II. *Variables*

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

- a. **W18**, Es el número acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (ver capítulo 6).
- b. **Módulo de Resiliencia (MR)**. El Módulo de Resiliencia es (MR) es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

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

A continuación, el cálculo de módulo de resiliencia para diferentes tipos de CBR.

Tabla 3
Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.

CBR% Subrasante Te	Módulo resiliente subrasante (MR) (PSI)	Módulo resiliente subrasante (MR) (MPA)	CBR% subrasante	Módulo resiliente subrasante (MR) (PSI)	Módulo resiliente subrasante (MR) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.2	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.9	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.2
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Cuadro N° 12.5 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”
Sección: Suelos y Pavimentos.

c. Confiabilidad (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitaciones diferentes a las esperadas, como, por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento.

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada; por ejemplo, 90% o 95%, significa que solamente un 10% o 5% del tramo pavimentado, se encontrará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto; es decir que el modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado mecanismo de falla. En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Z_r).

A continuación, se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

Tabla 4
Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años).

Tipo de caminos t	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad ®
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750 001	1,000,000	80%
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
Resto de Caminos	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%

Fuente: Cuadro N° 12.6 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”
Sección: Suelos y Pavimentos

Para un diseño por etapas, según AASHTO, se deben determinar las confiabilidades de cada etapa, teniendo en cuenta la confiabilidad total

correspondiente a todo el periodo de diseño, que, para el presente Manual, corresponde a los valores indicados en el Cuadro 12.6, elevado a la potencia inversa del número de etapas. Así se tiene la relación siguiente:

$R \text{ Etapa} = \text{Confiabilidad de cada etapa}$

$R \text{ Total} = \text{Confiabilidad total para el periodo total de diseño (ver cuadro anterior)}$

$n = \text{Número de etapas}$

Tabla 5
Valores recomendados de nivel de confiabilidad para dos etapas de diseño de 10 años.

Tipo de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados	Nivel de confiabilidad ®			
			1era. etapa (1)	2da. etapa (2)	Total (1) x (2)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,001 1	150,000	81%	81%	65%
	TP1	150,001	300,000	84%	84%	70%
	TP2	300,001	500,000	87%	87%	75%
	TP3	500,001	750,000	89%	89%	80%
	TP4	750 001	1,000,000	89%	89%	80%
	TP5	1,000,001 1	1,500,000	92%	92%	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
Resto de Caminos	TP8	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	TP15	>30'000,000		97%	97%	95%

Fuente: Cuadro N° 12.7 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

d. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Tabla 6

Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,001	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
Resto de Caminos	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15		>30'000,000	-1.645

Fuente: Cuadro N° 12.8 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Tabla 7

Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r) para dos etapas de diseño de 10 años.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
-----------------	---------	------------------------------	--------------------------------------

Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,001	150,000	-0.878
	TP1	150,001	300,000	-0.994
	TP2	300,001	500,000	-1.126
	TP3	500,001	750,000	-1.227
	TP4	750 001	1,000,000	-1.227
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.405
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.405
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.405
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.645
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.645
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.645
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.645
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.881
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.881
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.881
	TP15		>30'000,000	-1.881

Fuente: Cuadro N° 12.9 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

e. Desviación Estándar Combinada (So)

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de So comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.

f. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

f.1) Serviciabilidad Inicial (Pi)

La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

Tabla 8
Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15		>30'000,000	4.20

Fuente: Cuadro N° 12.10 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

f.2) Serviciabilidad Final o Terminal (PT)

La Serviciabilidad Terminal (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación, se indican los índices de serviciabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

Tabla 9
Índice de serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00

TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
TP15	>30'000,000		3.00

Fuente: Cuadro N° 12.11 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

f.3) Variación de Serviciabilidad (APSI)

(A PSI) es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

Tabla 10

Diferencial de serviciabilidad (Δ PSI) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15	>30'000,000		1.20

Fuente: Cuadro N° 12.12 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos

g. Numero Estructural Requerido (SNR)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante

el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a1 * d1 + a2 * d2 * m2 + a3 * d3 * m3$$

Donde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d1, d2, d3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m2, m3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

Los valores de los coeficientes estructurales considerados en el presente manual son:

Tabla 11

Coefficientes estructurales de las capas del pavimento ai.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000EE. 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.	a1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000EE 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	a2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $>$ 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad	a2	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
Marshall (= 1500 lb)			
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a2	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)	a2	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	a3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Cuadro N° 12.13 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.

El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables que son:

- a. La calidad del drenaje.
- b. Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

El siguiente cuadro presenta valores de la calidad de drenaje con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

Tabla 12
Calidad del drenaje.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Cuadro N° 12.14 Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO-1993.

El siguiente cuadro presenta valores de coeficiente de drenaje para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

Tabla 13
Valores recomendados del coeficiente de drenaje m_i para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles.

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO-1993.

Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase, asumido fue de 1.00.

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados.

Tabla 14
Valores recomendados de espesores mínimos de capa superficial y base granular.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60 mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60 mm	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60 mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70 mm	150 mm
	TP4	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70 mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80 mm	200 mm
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80 mm	200 mm
	TP6	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90 mm	200 mm
	TP7	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90 mm	200 mm
	TP8	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100 mm	250 mm

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
	TP9	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110 mm	250 mm
	TP10	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120 mm	250 mm
	TP11	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130 mm	250 mm
	TP12	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140 mm	250 mm
	TP13	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150 mm	300 mm
	TP14	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150 mm	300 mm

Fuente: Cuadro N° 12.17 Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" Sección: Suelos y Pavimentos.

Esta investigación se justifica debido a que, en la actualidad, la calle Real del CP Santa Rosa tiene un rango de serviciabilidad considerable por la gran cantidad de deformaciones observados en la vía, lo cual genera deficiencias de tránsito, afectando el transporte y por consiguiente un problema económico y social. Por este motivo, se tiene la imperiosa necesidad de mejorar la calle Real para mejorar las condiciones de transitabilidad y por consiguiente la calidad de vida de la población circundante.

Adicionalmente podemos afirmar que esta obra encuadra dentro de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Privada del Norte, debido a que, al definir dicho diseño, permite escoger materiales que ayudarán a obtener una óptima estructura vial y una mejor duración del pavimento.

Finalmente, se debe decir que este proyecto permite la aplicación de los conocimientos aprendidos durante la formación profesional, se puede estudiar una situación práctica, por lo que la investigación es aplicada, enlazando la parte teórica, aplicada, práctica, y metodológica.

1.2. Formulación del problema

Problema General

¿Cuál es el diseño más adecuado del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar cuál es el diseño más adecuado del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el Estudio de suelos de la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén para determinar ciertos valores importantes en el cálculo del diseño de pavimento.
- Realizar el Estudio de tráfico de la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén para determinar ciertos valores importantes en el cálculo del diseño de pavimento
- Realizar el cálculo estructural del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén usando como guía el manual de AASHTO 93.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Existe un diseño adecuado del pavimento flexible a colocar en la calle Real del C.P. Santa Rosa – Pueblo Nuevo – Chepén 2020.

1.4.2 Hipótesis específicas

Construcción de pistas en la calle Real del C.P. Santa Rosa, distrito de Pueblo Nuevo Chepén - La Libertad.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo al fin que persigue: El tipo de investigación es aplicada ya que busca construir y modificar la realidad problemática del proyecto.

De acuerdo al diseño: El tipo de investigación de acuerdo al diseño es descriptiva, debido a que para ello se seleccionará las características elementales del objeto de estudio y así detallar las partes y categorías de dicha investigación.

Diseño de la Investigación: El diseño de la investigación es no experimental debido a que no hay una manipulación de la variable.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población:

Calle Real del C.P. Santa Rosa, distrito de Pueblo Nuevo - Chepén - La Libertad.

Muestra:

4 cuadras que se requieren pavimentar (Tramo Km: 0+000.00 al 0+298.504)

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas

- ✓ Observación.
- ✓ Análisis.

Instrumentos

- ✓ Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993.
- ✓ Flexómetro
- ✓ Laboratorio de suelos Lemit S.A.C.
- ✓ Smartphone con cámara de fotos.

Equipos de procesamiento

- ✓ Laptop

Herramientas informáticas de procesamiento de datos

- ✓ Hoja de cálculo Microsoft Excel 2019.

- ✓ Software Ecuación AASHTO 93.

Identificación y definición de variables.

- ✓ Variable Independiente.

Diseño de la estructura del pavimento flexible.

- ✓ Variable dependiente.

Método AASHTO 1993 para pavimento flexible.

Operacionalización de variables.

Tabla 15

Definición de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CARÁCTER	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
	- Estudio de suelos.	CBR clasificación de suelos	Cuantitativo	SUCS
	- Estudio de tráfico.	Numero de vehículo tipo de vehículo	Cuantitativo	Unidad
	- Diseño estructural del pavimento flexible.	Espesor de base granular, espesor de carpeta asfáltica.	Cuantitativo	cm
Método AASHTO 1993 para pavimento flexible.	- Carpeta asfáltica a subrasante recomendada según parámetros AASHTO-93	Rango	Cuantitativo	
	Base a subrasante recomendada según parámetros AASHTO-93	Rango	Cuantitativo	

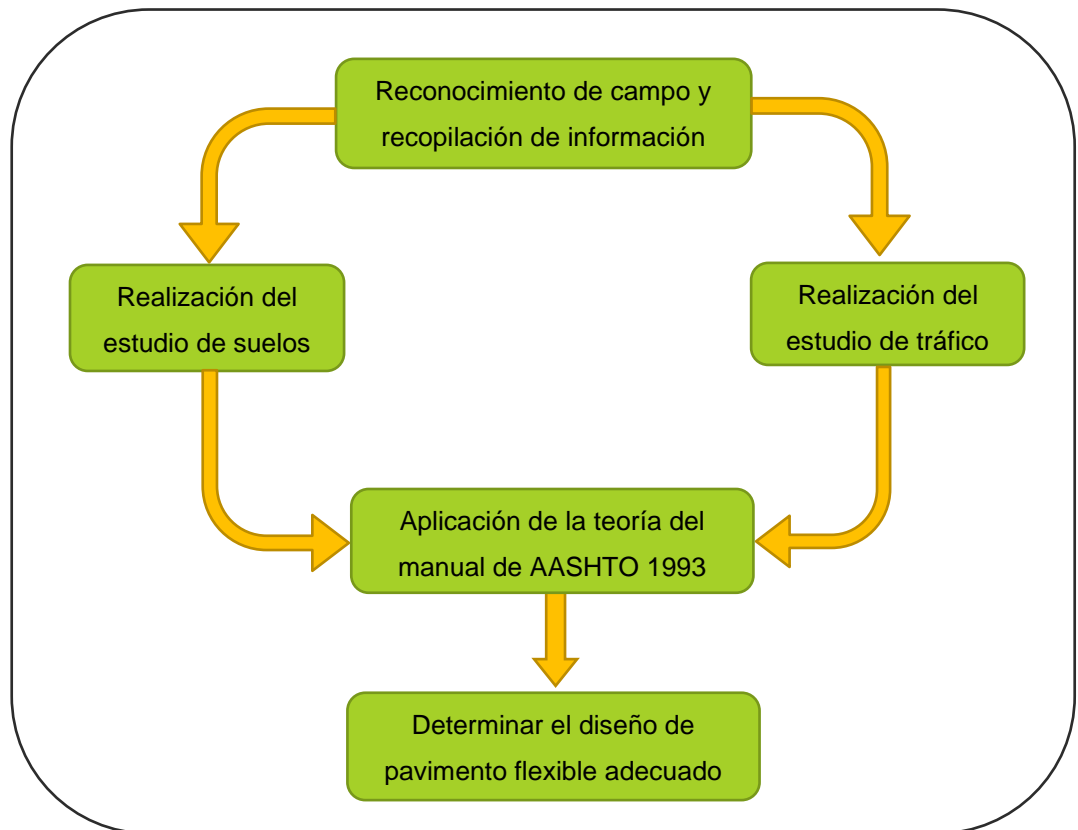
Fuente: Elaboración de los autores.

2.4. Procedimiento

Para nuestro proyecto, se consideró el siguiente procedimiento:

Figura 2

Metodología usada en la investigación.



Fuente: Elaboración de los autores.

2.4.1. Reconocimiento de campo y recopilación de información previa.

En primer lugar, se procedió a un reconocimiento de campo en el cual pudimos observar un pavimento totalmente deteriorado, incluso con tramos que no quedaba rastros del pavimento.

Figura 3
Pavimento totalmente deteriorado.



Fuente: Elaboración de los autores.

Dentro de la información con la que se contaba se tiene el levantamiento topográfico.

Generalidades de la obra

Ubicación política.

Zona de Estudio : CP Santa Rosa.
Región : La Libertad
Provincia : Chepén
Distrito : Pueblo Nuevo

Figura 4
Ubicación en el país, en la región y en la provincia.



Ubicación en el país



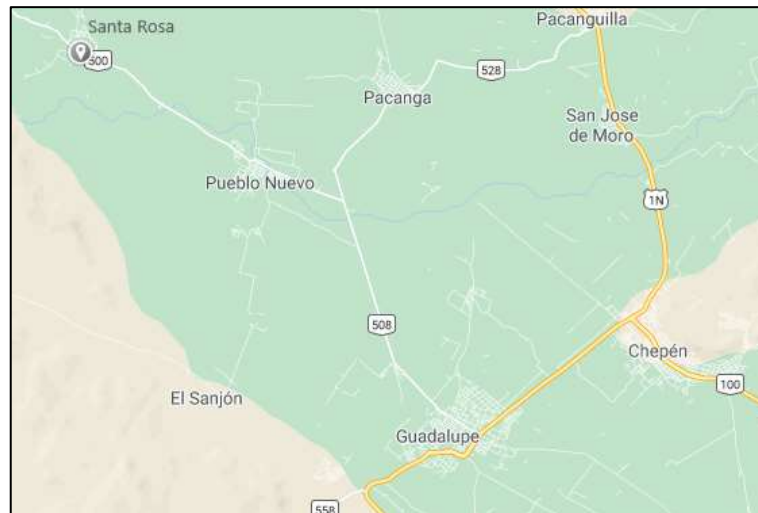
Ubicación en la region



Ubicación en la provincia

Fuente: Google Maps.

Figura 5
Ubicación en el distrito.



Ubicación en el distrito

Fuente: Google Maps.

Vías de acceso

El lugar de influencia del proyecto de estudio es accesible desde el distrito de Chepén, por la carretera panamericana, a partir de ahí una red vial vecinal donde se toma la desviación a Pacanga, donde se toma la desviación a Pueblo Nuevo - Cherrepe, en cuyo camino se pasa por del CP Santa Rosa.

Población beneficiada

Tabla 16
Centro poblado Santa Rosa

CÓDIGO	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m.s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
			Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
0006	Chala	64	2 523	1 281	1 242	881	847	34

Fuente: (INEI, 2017).

Viviendas

Las viviendas están hechas con material de la zona, material noble, en su mayoría de un piso, con algunas construcciones de adobe.

Economía y producción

La economía del distrito principalmente está compuesta por agricultura y pesca, esta última de alcance local, administración pública y otras actividades económicas son minúsculas.

Clima, Topografía y Geología

a) Clima

La región climática es Chala, tiene una temperatura que oscila entre los 25 °C y los 30 °C. (PCM, 2020)

b) Topografía y geología

La topografía de la localidad a beneficiar es plana, sin pendientes. El material geológico está compuesto por suelos gravas pobremente graduadas y una consistencia media, de baja densidad.

El nivel freático se encuentra a una altura de 3 a 12 mts de profundidad.

Los planos fueron proporcionados por el área de desarrollo urbano del municipio de pueblo nuevo y fueron:

- i. Plano de ubicación y localización
- ii. Plano topográfico
- iii. Plano de plantas y perfiles
- iv. Plano de secciones transversales
- v. Plano de señalización

2.4.2. Realización del estudio de suelos.

El estudio geotécnico determina las propiedades del subsuelo para el proyecto. Realizando la correspondiente investigación geotécnica, hizo definir el perfil del terreno de fundación, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos. Cabe resaltar que nos basamos en la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones”, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.4.2.1. Sismicidad

Según el mapa de zonificación sísmica y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, la Provincia de Chepén, está comprendido en la Zona 4, por lo que le corresponde una sismicidad media y una intensidad de VI a VII en la escala Mercalli Modificada.

Tomando como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 Diseño Sismo resistente, debemos asumir los valores recomendados: Modificada por DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA (24 de enero del 2016).

a) Factor de Zona $Z = 0.45$ (*)

b) Condiciones Geotécnicas

El suelo de estudio, está dentro del perfil Tipo S2, que se le asigna a un suelo intermedio.

c) Periodo de Vibración del Suelo $T_p = 0.60$ seg

d) Factor de Amplificación del Suelo $S = 1.05$

e) Factor de Amplificación Sísmica (C)

Se aplicará la siguiente fórmula

$$c = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

Para:

$T =$ Periodo de Vibración de la Estructura $= H/C_t$

f) Categoría de la Edificación B

g) Factor de Uso $U = 1.30$

2.4.2.2. Estudio Geotécnico

La prospección del terreno se hizo dentro del área de proyecto, mediante excavaciones denominadas calicatas C-1, C-2, C-3, C-4, C-5

y C-6 las cuales tienen una profundidad homogénea de 1.50 m. Tomando como referencia el fondo de excavación que será el asiento de la cimentación, se tomaron una toma de muestras alteradas e inalteradas para determinar sus propiedades geotécnicas.

A. Identificación y clasificación

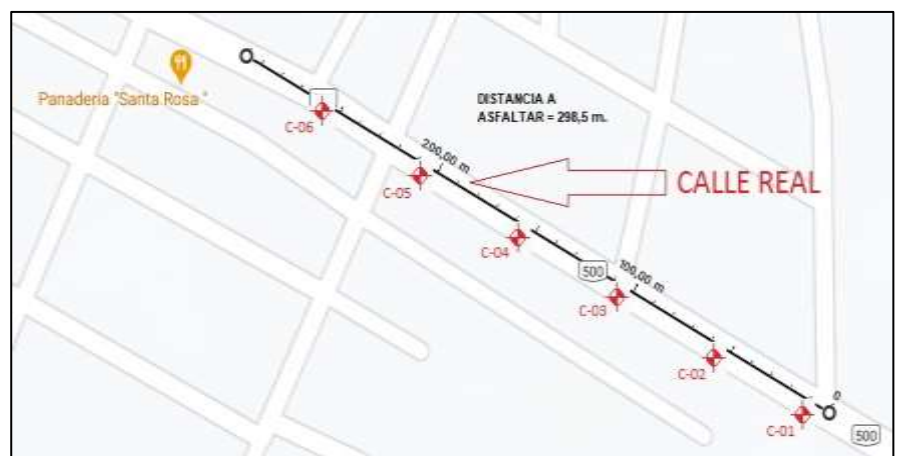
Estos aspectos se hicieron tomando en cuenta la norma ASTM D - 2487-69 / NTP 339.134, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS". En la totalidad de las muestras, se hicieron los análisis granulométricos por tamizado y los límites de ATTERBERG (Límite líquido, límite plástico), para determinar su clasificación.

El subsuelo evaluado con fines de cimentación (q admisible) pertenece en su mayoría a Arena fina y arena gruesa pobremente mal graduada compacta con gravas sin plasticidad (SP/GP).

B. Perfil estratigráfico

Por los resultados obtenidos en los estudios previos, se elaboró 6 perfiles estratigráficos del terreno, los cuales se detallan a continuación:

Figura 6
Ubicación de las calicatas.



Fuente: Elaboración de los autores.

Calicata C-01 (Ver Anexo N° 3):

Estrato E-1 (profundidad 0.00 – 0.10 m.): Estrato de suelo que corresponde a una carpeta asfáltica muy deteriorada.

Estrato E-2 (profundidad 0.10 – 1.60 m.): Estrato de suelo que corresponde a una arena fina pobremente mal graduada sin plasticidad, con 3.20% de finos pasante del tamiz N° 200. Estrato color crema. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SP”. Con una humedad natural de 0.90%. Máxima densidad seca de 1.740 gr/cm³, un contenido óptimo de humedad de 9.80%.

Calicata C-02 (Ver Anexo N° 4):

Estrato E-1 (profundidad 0.00 – 0.20 m.): Estrato de suelo que corresponde a una carpeta asfáltica muy deteriorada.

Estrato E-2 (profundidad 0.20 – 1.70 m.): Estrato de suelo que corresponde a una arena gruesa pobremente graduada con poca plasticidad, material con 1.40% de finos pasante del tamiz N° 200. material de beige claro. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SP”. Con una humedad natural de 1.10%. Máxima densidad seca de 1.737 gr/cm³, un contenido óptimo de humedad de 7.80%.

Calicata C-03 (Ver Anexo N° 5):

Estrato E-1 (profundidad 0.00 – 0.20 m.): Estrato de suelo que corresponde a una carpeta asfáltica muy deteriorada.

Estrato E-2 (profundidad 0.20 – 1.70 m.): Estrato de suelo que corresponde a una arena mal graduada con poca plasticidad, con 1.30% de finos pasante del tamiz N° 200. Estrato color beige claro. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SP”. Con una

humedad natural de 0.90%. Máxima densidad seca de 1.742 gr/cm³, un contenido óptimo de humedad de 8.30%.

Calicata C-04 (Ver Anexo N° 6):

Estrato E-1 (profundidad 0.00 – 0.20 m.): Estrato de suelo que corresponde a una carpeta asfáltica muy deteriorada.

Estrato E-2 (profundidad 0.20 – 1.70 m.): Estrato de suelo que corresponde a una arena mal graduada con poca plasticidad, con 2.20% de finos pasantes del tamiz N° 200. Estrato color beige claro. Clasificado en el sistema “SUCS”, como un suelo “SP”. Con una humedad natural de 1.10%. Máxima densidad seca de 1.754 gr/cm³, un contenido óptimo de humedad 8.50%.

Calicata C-05 (Ver Anexo N° 7):

Estrato E-1 (profundidad 0.00 – 0.20 m.): Estrato de suelo que corresponde a una carpeta asfáltica muy deteriorada.

Estrato E-2 (profundidad 0.20 – 1.70 m.): Estrato de suelo que corresponde a una arena mal graduada con poca plasticidad, con 2.80% de finos pasantes del tamiz N° 200. Estrato color crema. Clasificado en el sistema “SUCS”. Con una humedad natural de 1.20%. Máxima densidad seca de 1.749 gr/cm³, un contenido óptimo de humedad de 8.00%.

Calicata C-06 (Ver Anexo N° 8):

Estrato E-1 (profundidad 0.00 – 0.20 m.): Estrato de suelo que corresponde a una carpeta asfáltica muy deteriorada.

Estrato E-2 (profundidad 0.20 – 1.70 m.): Estrato de suelo que corresponde a una arena fina pobremente mal graduada sin plasticidad, con 2.80% de finos pasantes del tamiz N° 200. Estrato color crema. Clasificado en el sistema “SUCS”, como un suelo

“SP”. Con una humedad natural de 1.00%. Máxima densidad seca de 1.740 gr/cm³, un contenido óptimo de humedad de 8.00%.

2.4.2.3. Capacidad de soporte del suelo

a Clasificación de Suelos (SUCS – AASHTO)

Clasificación SUCS:

(ASTM D 2487) / NTP 339.134

Clasificación AASHTO:

Sistema Unificado de Clasificación de suelos, la cual utiliza para identificación los siguientes símbolos.

Tabla 17

Sistema unificado de clasificación de suelos.

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

b Proctor modificado

(ASTM D1557) / NTP 339.141

El procedimiento a seguir en el ensayo Proctor modificado es prácticamente idéntico al que acabamos de describir para el Proctor normal, aunque modificando algunos parámetros fundamentales. Utilizaremos un molde metálico con una capacidad de 2340 cm³ y una masa de 4535 Kg., la cual se dejará caer en este caso desde una altura mayor (457 mm), dando lugar a una energía de compactación mayor. Además, en lugar de 3 capas de material granular, se dispondrán 5 capas, dando a cada una de ellas un total de 25 golpes.

Calicata C -1/E-2 (Ver Anexo N° 3):

Máxima densidad Seca: 1.740 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 9.80 %

Calicata C -2/E-2 (Ver Anexo N° 4):

Máxima densidad Seca: 1.737 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 7.80 %

Calicata C -3/E-2(Ver Anexo N° 5):

Máxima densidad Seca: 1.742 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 8.30 %

Calicata C -4/E-2 (Ver Anexo N° 6):

Máxima densidad Seca: 1.754 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 8.50 %

Calicata C -5/E-2 (Ver Anexo N° 7):

Máxima densidad Seca: 1.749 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 8.00 %

Calicata C -6/E-2 (Ver Anexo N° 8):

Máxima densidad Seca: 1.740 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 8.00 %

2.4.2.4. California Bearing Ratio (CBR)

(ASTM D 1883)

Es un ensayo en el cual se establece una relación ente la resistencia a la penetración de un suelo, y su capacidad de soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles. Si ben este método es empírico, se basa en un sin número de trabajos de investigación llevados a cabo tanto en los laboratorios de ensayos de materiales como en el terreno,

lo que permite considerarlo como uno de los mejores procedimientos prácticos sugeridos hasta hoy.

Calicata C-1/ E-2 (Ver Anexo N° 3):

Tabla 18

Calicata C-1/ E-2.

CLAS. (SUCS)	SP
MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	ASTM : D1557 1.735
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.648
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.10%

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

Calicata C-2/ E-2 (Ver Anexo N° 4):

Tabla 19

Calicata C-2/ E-2.

CLAS. (SUCS)	SP
MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	ASTM : D1557 1.737
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.650
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.80%

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

Calicata C-3/ E-2 (Ver Anexo N° 5):

Tabla 20

Calicata C-3/ E-2.

CLAS. (SUCS)	SP
MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	ASTM : D1557 1.742
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.655
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.30%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.40%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.80%

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

Calicata C-4/ E-2 (Ver Anexo N° 6):

Tabla 21

Calicata C-4/ E-2.

CLAS. (SUCS)	SP
MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	ASTM : D1557 1.754
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.666
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.50%

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

Calicata C-5/ E-2 (Ver Anexo N° 7):

Tabla 22
Calicata C-5/ E-2.

CLAS. (SUCS)	SP
MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	
ASTM : D1557	
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.749
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.662
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.00%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.30%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.50%

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

Calicata C-6/ E-2 (Ver Anexo N° 8):

Tabla 23
Calicata C-6/ E-2.

CLAS. (SUCS)	SP
MÉTODO DE COMPACTACIÓN:	
ASTM : D1557	
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.740
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.653
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.00%

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

De los valores anteriormente expuestos, tenemos que el terreno se clasificaría de regular a buena calidad como suelo de fundación (a menos de -1.00 m), lo cual va a influenciar en su performance frente a las cargas.

Conclusiones y recomendaciones del estudio de suelos

1. Observando el origen de los especímenes obtenidos en el lugar de la obra, podemos decir que, tomando como referencia el nivel de fundación, el perfil de capas de manera general corresponde a Gravas con arenas pobremente mal graduadas sin plasticidad.
2. Definido el nivel de la sub rasante, el material (E-1), deberá ser retirado convenientemente antes de la colocación de las capas del pavimento, mediante un proceso de escarificado, control de

humedad, perfilado y compactado, por lo menos al 95% de la máxima densidad seca obtenida de la muestra.

3. El espesor del pavimento afirmado se estimará tomando en cuenta la capacidad de resistencia del suelo, las condiciones del tráfico, medio ambiente, mediante un procedimiento estandarizado y reconocido en el medio, como el AASHTO, IA.
4. La zona del proyecto se ubica dentro de la zona de sismicidad N° 4 (zona de alta sismicidad), lo cual genera tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de movimientos telúricos de regular magnitud, con una intensidad de VII a X en escala de Mercalli modificado.
5. Tomando en cuenta los cálculos realizados, se concluye utilizar los resultados de la Calicata N° 5 por ser la más baja en calidad de soporte (CBR): SUCS (SP), OCH (8.00%), MDS (1.749gr/cm³), CBR al 95% de la máxima densidad seca (12.50%).
6. Por los resultados, eliminar el material contaminado, encontrado en el estrato superior y reemplazarlo por material de mayor calidad; acorde con las especificaciones del MTC.
7. Parámetros Sismo-resistentes:

De acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 Diseño Sismo-resistente y el predominio del suelo de cimentación, se debe asumir los parámetros de análisis sismo-resistente para edificaciones, Modificada por DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA (24 de enero del 2016).

a). Zonificación: Zona 4 Factor Zona (Z) = 0.45(*)

b). Tipo de Suelo: S2 (suelo intermedio)

c). Periodo de Vibración del Suelo (T_p): 0.60 seg

d). Factor de Amplificación del Suelo (S): 1.05

e). Uso (U): 1.30

De acuerdo a la zona del proyecto, se observa los siguientes parámetros dinámicos del suelo de cimentación:

f). Coeficiente Módulo de poisson (u): 0.30

g). Coeficiente Modulo de elasticidad (E): 500.00 Kg /cm².

8. Se contó con los servicios del Laboratorio de Mecánica de Suelos Lemit S.A.C. para la ejecución de los estudios de suelos. Las muestras alteradas e inalteradas fueron recepcionadas en el Laboratorio, por el solicitante.

2.4.2. Realización del estudio de tráfico.

La metodología a usar es la determinación del Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA), que representará el promedio aritmético de los volúmenes diarios que incluye todos los días del año establecido en una parte específica de la vía, del cual se calculará posteriormente la tasa de crecimiento y la proyección.











Al diseñar la vía, se debe calcular el caudal de tránsito diario promedio a circular al final del período de diseño, lo cual se refiere al número de vehículos promedio que usan la vía por día en la actualidad y que aumenta con una tasa de crecimiento anual, previamente determinada por el MTC, para las diferentes regiones del país.

Figura 7
Ubicación del punto de conteo vehicular.



Fuente: Google Maps.

Tabla 24
Resultados del conteo de tráfico Calle Real Enero 2020.

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E		
Diagrama vehicular											Total	
Lunes	11	15	392	61	3	3	2	2	1	1	491	
Martes	8	11	287	172	1	2	1	8	9	1	500	
Miércoles	11	8	369	90	1	2	1	5	9	4	500	
Jueves	3	3	295	194	2	3	3	2	2	0	507	
Viernes	5	4	291	201	3	4	3	2	1	0	514	
Sábado	3	4	260	210	10	2	1	3	7	1	501	
Domingo	3	0	253	225	1	2	0	2	0	1	487	
TPD	6	6	307	165	3	3	2	3	4	1	500	IMDS

Fuente: Elaboración de los autores.

De los datos obtenidos, se puede afirmar que el mayor flujo vehicular se tiene el día viernes, así como el día de menor flujo vehicular es el domingo.

Luego de aplicar los factores de corrección en el IMDS obtenido (Ver tabla 23), obtenemos un IMDS = 500 en el año 2020.

Para nuestro diseño, asumiremos que nuestro pavimento entrará en servicio el año 2024, con lo cual nuestro nuevo IMDS será 624.

Periodo de diseño

Para la elaboración de diseño de la vía, se considerará un periodo de diseño equivalente a $n = 10$ años.

Factor de crecimiento (Fc)

Para estimar el aumento del flujo vehicular, se utilizará la siguiente expresión:

$$Fc = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

Fc = Flujo vehicular asumido al año “n” en veh/día.

n = Años del período de diseño.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito. Estimada en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Se estima que está entre 2% y 5%.

En nuestro caso:

n = 10 años.

i = 5 %








$$Fc = \frac{(1 + 0.05)^{10} - 1}{0.05}$$

$$Fc = 12.58$$

Luego, calculamos los IMDS proyectados desde el año 2020 hasta el 2033 debido a que nuestro diseño de pavimento fue de 10 años y se cuenta a partir del 2024 porque nuestro proyecto tiene un margen de 4 años para llevarse a cabo.

A continuación, se muestra los IMDS proyectados:

Tabla 25
Resultados del conteo de tráfico Calle Real Enero 2020.

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			Distribución	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Tráfico Promedio Diario Anual	
$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$												
2020	6	7	315	169	3	3	2	3	4	1	513	IMDA
2021	7	7	331	178	3	3	2	4	4	1	539	IMDA
2022	7	7	347	186	3	3	2	4	4	1	566	IMDA
2023	7	8	365	196	4	3	2	4	5	1	594	IMDA
2024	8	8	383	206	4	3	2	4	5	1	624	IMDA
2025	8	8	402	216	4	3	2	4	5	1	655	IMDA
2026	9	9	422	227	4	4	2	5	5	2	688	IMDA
2027	9	9	443	238	4	4	2	5	6	2	722	IMDA

2028	10	10	465	250	5	4	2	5	6	2	758	IMDA
2029	10	10	489	262	5	4	3	5	6	2	796	IMDA
2030	11	11	513	276	5	4	3	5	7	2	836	IMDA
2031	11	11	539	289	5	5	3	6	7	2	877	IMDA
2032	12	12	566	304	6	5	3	6	7	2	921	IMDA
2033	12	12	594	319	6	5	3	6	8	2	967	IMDA
Para 10 años												
Acumulados	99	101	4815	2586	47	40	25	52	62	17	7844	IMDA
Año 2033	1,26	1,29	61,39	32,97	0,60	0,51	0,31	0,66	0,79	0,22	100,0	%

Luego de realizar el estudio de tráfico, se obtiene un W18 de 1123827,34 (Ver anexo 3), con lo cual se realizó los cálculos estructurales.

Figura 8
Conteo vehicular.



Fuente: Elaboración los autores.

3.4 Cálculo estructural del pavimento

Diseño estructural del pavimento

Para el diseño estructural del pavimento se consideró un Volumen bajo de Transito, debido que se trata de un Proyecto de Habilitación Urbana y por ende circulan Automóviles, Camionetas, Combis, Buses y camiones con un eje simple de dos ruedas y un eje doble de 8 ruedas; como máximo.

Estructuras de Pavimentos para Vías de Tránsito Liviano

En este proyecto se considera en esta categoría a las vías que su flujo principal de vehículos es de Tránsito liviano con un porcentaje menor al 15 % de vehículos

pesados. Aquí incluyen las vías tales como: Vías de accesos a playas, lugares turísticos, urbanizaciones, habilitaciones entre otras zonas.

En el caso particular de este tipo de pavimentos, el proyecto debe estar garantizado por un análisis que asegure, que después del reforzamiento que se aplique, estas continuarán siendo requeridos únicamente por tránsito liviano.

Método AASHTO – 93 de diseño estructural

Parámetros de Diseño

Fuente de la guía AASTHO 93

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

W18 = Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.

Z_R = Desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento estructural.

S₀ = Desviación Estándar Total

ΔPSI = Diferencia entre la Serviciabilidad Inicial (P_o) y Final (P_t).

MR = Mr = Módulo Resiliente de la Sub-rasante (psi)

SN = Número Estructural, indicador de la Capacidad Estructural requerida (materiales y espesores).

3.4.1 Confiabilidad

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

Tabla 26

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 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: Manual de diseño AASHTO 1993

De acuerdo a AASTHO, la credibilidad del binomio diseño - comportamiento está monitoreada por la empleabilidad de un factor de confiabilidad (FR), que se multiplica por el flujo vehicular encontrado para el periodo de diseño (W18) y así tener las aplicaciones del tráfico de diseño (W18) a emplearse en la expresión de diseño. Para nuestro caso, el nivel de confiabilidad será de 85% según el rango previsto de ejes equivalentes. (Ver tabla 25).

Tabla 27

Desviación estándar para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el nivel de confiabilidad y el rango de tráfico. AASHTO – 1993.

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: Manual de diseño AASHTO 1993

La desviación estándar (Z_R) a usar en la ecuación de diseño se toma en base al rango de ejes equivalentes calculados en el estudio de tráfico. Para nuestro caso se tiene una desviación estándar de -1.036 (Ver tabla 26).

Tabla 28
Tabla Desviación Estándar Total (So).

0.30-0.40	Pavimentos rígidos
0.40-0.50	Pavimentos flexibles

Fuente: Manual de diseño AASHTO 1993

Según AASHTO, la desviación estándar total se toma de acuerdo al tipo de pavimento que se va a emplear. Para nuestro caso se usará un pavimento flexible y de acuerdo a nuestro criterio asumiremos un valor medio; es decir asumiremos una desviación estándar de 0.45 (Ver tabla 27).

3.4.2 Valor Índice Serviciabilidad (PSI)

Para la estimación del pavimento, es primordial escoger un índice de serviciabilidad Inicial y Final.

El Índice de serviciabilidad Terminal o Final (pt) de Diseño deberá ser tal que culminado el período de duración de la vía (superficie de Rodadura) ofrezca una serviciabilidad apropiada, para esto se procedió a seguir las recomendaciones del AASHTO 1993 que se señalan en la tabla

$$\Delta PSI = P_0 - P_f$$

ΔPSI	Índice de servicio
P_0	Serviciabilidad inicial
P_f	Serviciabilidad final

Tabla 29
Índice de Serviciabilidad inicial, final y diferencial de serviciabilidad según ejes equivalentes proyectado.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150.001	300.000	3,8	2,0	1,8
	TP2	300.001	500.000	3,8	2,0	1,8
	TP3	500.001	750.000	3,8	2,0	1,8
	TP4	750.001	1.000.000	3,8	2,0	1,8
Resto de Caminos	TP5	1.000.001	1.500.000	4,0	2,5	1,5
	TP6	1.500.001	3.000.000	4,0	2,5	1,5
	TP7	3.000.001	5.000.000	4,0	2,5	1,5
	TP8	5.000.001	7.500.000	4,0	2,5	1,5
	TP9	7.500.001	10.000.000	4,0	2,5	1,5
	TP10	10.000.001	12.500.000	4,0	2,5	1,5
	TP11	12.500.001	15.000.000	4,0	2,5	1,5
	TP12	15.000.001	20.000.000	4,2	3,0	1,2
	TP13	20.000.001	25.000.000	4,2	3,0	1,2
	TP14	25.000.001	30.000.000	4,2	3,0	1,2
	TP15		>30.000.000	4,2	3,0	1,2

Fuente: Manual de diseño AASHTO

Según el número de ejes equivalentes proyectado, asumiremos lo siguiente:

a. Índice de serviciabilidad inicial (pi)

Pavimento flexible 4.0

b. Índice de serviciabilidad final (pt)

Carreteras con clasificación menor 2.5

3.4.3 Valor de índice Medio Diario (IMD)

Acorde al apartado 3.3 es 500 (Ver Tabla 24).

3.4.4 Caracterización de los materiales de las capas de pavimento.

Para ser utilizados en la estimación del pavimento, los materiales que forman parte de los estratos del pavimento necesitan de usar un “coeficiente de capa” (ai) para convertir el espesor de cada una de las capas en números estructurales (SN). Estos coeficientes se colocan tomando en cuenta el módulo resiliente (MR), o de ciertas propiedades del material, como por ejemplo el módulo de elasticidad.

a. Módulo Resiliente y/o Elástico (M_R)

Cuando se estiman los espesores del pavimento siguiendo la Metodología de Diseño de la AASHTO, versión 1993, la determinación del suelo de fundación se basa en el Módulo Resiliente y/o Elástico

Para la obtención del módulo Resiliente, se utilizó la correlación propuesto por VAN TILL, teniéndose un CBR de la subrasante = 12.5% (Calicata 05) al 95.0% de la máxima densidad seca, conforme a la siguiente expresión:

$$MR_{SR} = 1,885.205 * (CBR_{SR})^{0.69387} \text{ (psi)} = 10,876.1 \text{ psi}$$

Es importante resaltar que, por los valores calculados mediante los ensayos de mecánica de suelos a las 06 muestras de la exploración de calicatas, se consideró el CBR más bajo, el cual se encontró en la calicata 05.

Tabla 30
Calidad de drenaje.

Calidad de Drenaje	Tiempo del Agua Remoción
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No Drena.

Fuente: Manual de diseño AASHTO

Valores para el coeficiente de drenaje (Cd).

Tabla 31
Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.

CALIDAD DEL DRENAJE	PORCENTAJE DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACIÓN			
	MENOS DEL 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	MÁS DEL 25 %
EXCELENTE	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
MEDIANO	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
MALO	1.10 - 1.00	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.80
MUY MALO	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual de diseño AASHTO

En toda clase de pavimento, este es un factor importante en la performance de la estructura en su duración y en el diseño., que afectará considerablemente la performance estructural del pavimento.

Teniendo en cuenta las condiciones topográficas y climatológicas se tiene: calidad de drenaje mediano y porcentaje de tiempo; se considera la presencia de saturación en el rango de 1.0 a 5.0%, en una estación seca mayormente, para la estructura de soporte, ante un colapso de tubería matriz fracturada y/o presencia del fenómeno del niño, por lo que $m_2 = 1.00$ (asumimos este valor para nuestro proyecto debido a que es el más crítico según la tabla 30).

3.7 Procedimiento de diseño.

a. Determinación del Número Estructural Requerido.

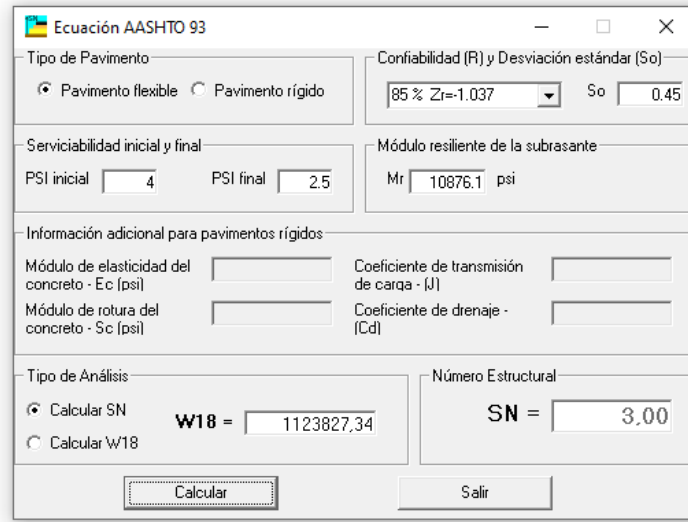
Al estimar el número estructural requerido, es factible usar la fórmula de diseño, o del nomograma recomendado por la guía, para las características de diseño específicas, incluyendo:

- (1) El flujo vehicular futuro estimado, W_{18} para el período de diseño.
- (2) La desviación estándar total SD .
- (3) El módulo resiliente efectivo del material del suelo de fundación MR .
- (4) La pérdida de serviciabilidad de diseño, $APSI = p_i - p_t$.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Empleando la ecuación, se determina por iteración el valor de SN que resulta en un valor de W_{18} igual o similar a REE. El cual corresponde a la estructura requerida sobre la subrasante ($M_r = 10,876.1$ psi). $W_{18} \geq REE$.

Figura 9
Diseño de número estructural.



Fuente: Elaboración de los autores

Al utilizar el programa ecuación de AASHTO 93, obtenemos el siguiente número estructural requerido: REE = 3.00.

A continuación, aplicaremos el método prueba – error, asumiendo coeficientes estructurales.

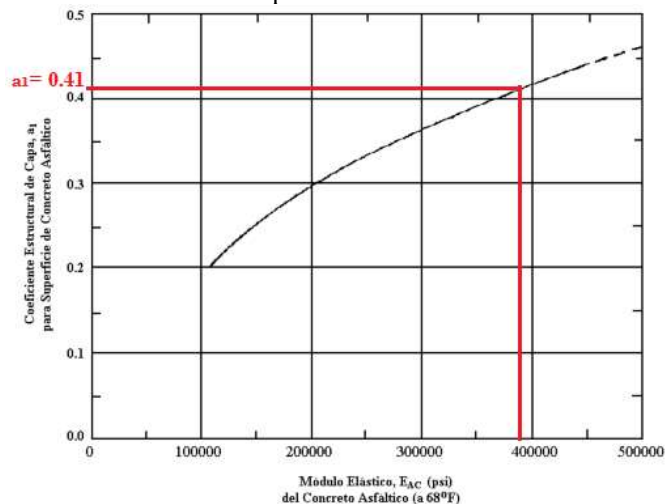
Asumiremos lo siguiente:

a. Coeficientes estructurales de capa

- ✓ Coeficiente estructural carpeta asfáltica, $a_1 = 0.41$

Figura 10

Coefficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.



Fuente: Elaboración de los autores

Al asumir el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica ($a_1 = 0.41$), podemos obtener un módulo dinámico de la mezcla asfáltica de 380,000.0 psi ($E_{AC} = 2,620.0$ MPa), con el cual se determina el coeficiente estructural.

También podemos comprobar el valor del módulo dinámico de la mezcla asfáltica y la Estabilidad Marshall con las siguientes fórmulas:

$$a_1 = 0.0052 \times E_{AC}^{0.555}$$

$$a_1 = 0.0078 \times E_M^{0.441}$$

Donde.

E_{AC} : Módulo dinámico de la mezcla asfáltica (MPa)

E_M : Estabilidad Marshall en Newton (N)

✓ Coeficiente estructural de la base granular:

Con el módulo resiliente y/o CBR = 64.1% (al 95.0% MDS), se determina el coeficiente estructural con las siguientes fórmulas:

$$a_2 = 0.249 \times \log (E_{BG})^{0.555}$$

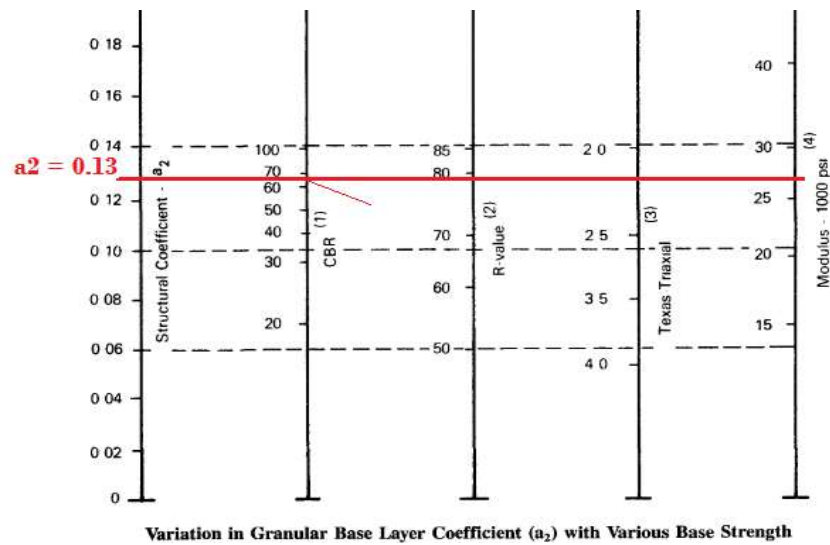
$$a_2 = 0.032 \times \text{CBR}^{0.32} = 0.032 \times 64.1^{0.32} = 0.1212 \approx 0.13$$

Donde.

E_{BG} : Módulo del material base granular (lb/pulg²)

CBR : Capacidad de soporte del material (%)

Figura 11
Variación en el coeficiente estructural de la capa de base granular.



Fuente: Elaboración de los autores

b. Selección de los espesores de capa

Luego de determinar el número estructural de diseño para una estructura de pavimento, es importante determinar el espesor de las capas del pavimento, que cuando sean combinadas brindarán la capacidad de carga correspondiente al NE de diseño. A continuación, indicaremos la siguiente ecuación a usar para determinar los espesores de superficie, base y subbase:

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

Donde:

a₁, a₂, a₃ = Coeficientes de capa respectivos de la superficie, base y sub-base respectivamente.

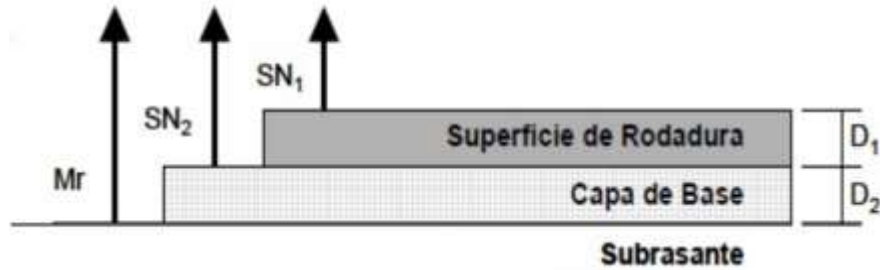
D₁, D₂, D₃ = Espesores reales en pulgadas de las capas de superficie, de base y sub-base respectivamente,

m₂, m₃ = Coeficiente de drenaje para las capas de base y sub-base respectivamente

a. Diseño por Capas

Figura 12

Diseño de capas.



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

Luego, con los datos obtenidos hasta el momento calculamos el número estructural propuesto y lo comparamos con el número estructural requerido. Finalmente, mostraremos el diseño del pavimento:

Figura 13
Diseño de pavimento flexible.

DISEÑO DE PAVIMENTO - MÉTODO AASHTO - 93

PROYECTO : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD

SOLICITADO : BACH. CHAVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL

UBICACIÓN : CP. SANTA ROSA - PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD

FECHA : febrero / 2020

- CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO:

DATOS	
$W_{8,2}$	= 1,124E+06
PI	= 4,0
PT	= 2,5
MR	= 10876,1
ZR	= -1,037
So	= 0,45

$$\log_{10}(R_{18}) = Z_R \times S_p + 9,36 \times \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{2,15}}} + 2,32 \times \log_{10}(M_s) - 8,07$$

ITERACIONES		
LOG W_{18} =	6,050700	6,050700

SN = 3,00

- CÁLCULO DE ESPESORES:

a_1	0,161/cm	0,41/pulg
a_2	0,051/cm	0,13/pulg
a_3		
m_2	1,0	
m_3		
D_1	12,70 cm	2,05 SN1
D_2	25,1 cm	1,28 SN2
D_3		

$$SN_r = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot D_3$$

SN_r = 3,33

ESPEOR PROPUESTO



- SN Requerido = 3.00

- SN Propuesto = 3.33

SN Propuesto > SN Requerido OK

Fuente: Elaboración de los autores.

Luego verificamos según el criterio de diseño balanceado de la siguiente manera:

Considerando la base granular como la sub rasante en el pavimento, se obtiene lo siguiente:

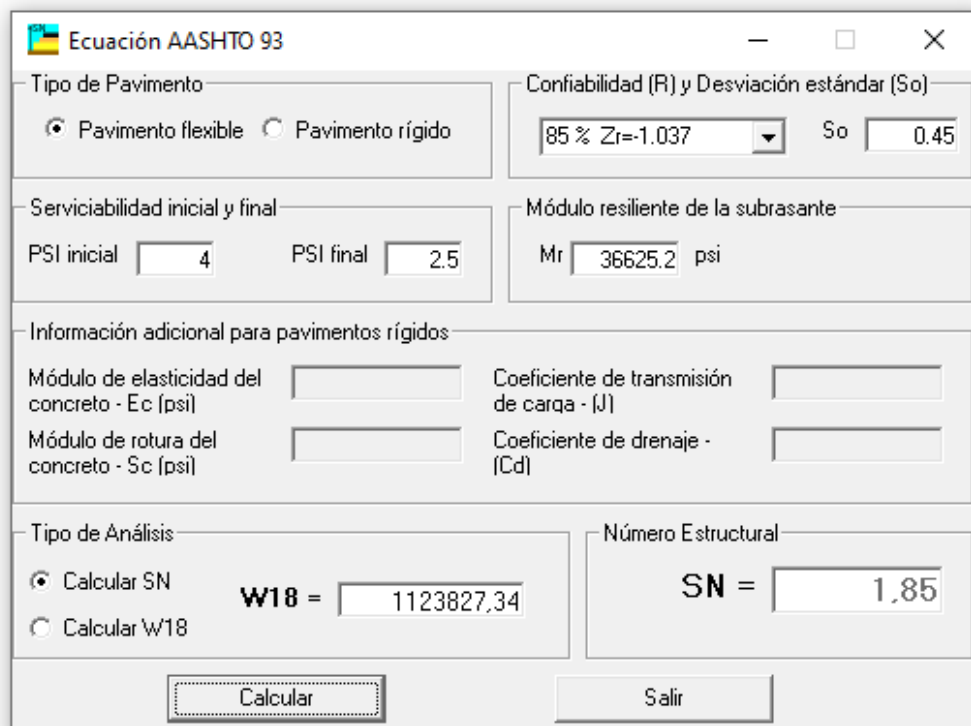
$$Mr = 2555 \times CBR_{BG}^{0.64} = Mr = 2555 \times (64.1)^{0.64} = 36625.2 \text{ psi}$$

Donde:

CBR_{BR} = CBR de la base granular al 95% de la MDS (CBR_{BR} = 64.1 según el estudio de la base granular Anexo 7).

A continuación, utilizaremos nuevamente el programa ecuación de AASHTO 93, para calcular el nuevo número estructural bajo las nuevas condiciones:

Figura 14
Diseño de número estructural (SN1).



The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' is set to '85 % Zr=-1.037' and 'So = 0.45'. 'Serviciabilidad inicial y final' shows 'PSI inicial = 4' and 'PSI final = 2.5'. 'Módulo resiliente de la subrasante' is 'Mr = 36625.2 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, resulting in 'W18 = 1123827.34' and 'Número Estructural SN = 1.85'. Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are at the bottom.

Fuente: Elaboración de los autores.

El número estructural requerido en estas nuevas condiciones es de 1.85.

Las nuevas condiciones están conforme a la figura que se muestra a continuación:

Figura 15

Diseño de capas considerando la base granular como la subrasante.



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

Luego, teniendo los datos obtenidos bajo las nuevas condiciones, calculamos el número estructural propuesto y lo comparamos con el número estructural requerido para ver si cumple adecuadamente. A continuación, se mostrará el diseño de pavimento:

Figura 16

Diseño de pavimento flexible considerando a la base granular como la subrasante.

DISEÑO DE PAVIMENTO - MÉTODO AASHTO - 93

PROYECTO : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD

SOLICITADO : BACH. CHAVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL

UBICACIÓN : CP. SANTA ROSA - PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD

FECHA : febrero / 2020

- CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO:

DATOS	
$W_{8,2}$	= 1,124E+06
PI	= 4,0
PT	= 2,5
MR	= 36625,2
ZR	= -1,037
S_o	= 0,45

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

ITERACIONES		
LOG W_{18} =	6,050700	6,050700

SN = 1,84

- CÁLCULO DE ESPESORES:

a_1	0,161/cm	0,41/pulg
a_2	0,051/cm	0,13/pulg
a_3		
m_2	1,0	
m_3		
D_1	12,70 cm	2,05 SN1
D_2		0,00 SN2
D_3		

$$SNr = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3$$

SNr = 2,05

ESPESOR PROPUESTO

TESIS

CARPETA

12.7 cm (5.0")

SUB RASANTE MEJORADA $e = 0,10$ m

- SN Requerido = 1.84

- SN Propuesto = 2.05

SN Propuesto > SN Requerido OK

Fuente: Elaboración de los autores.

Finalmente, recalculamos espesores de la siguiente manera:

Con el valor de $SN_{BG} = 1.84$, se determina el espesor mínimo de la carpeta asfáltica, requerido para proteger la Base Granular:

$$D_1 = (1.84/0.41) \times 2.54 = 11.40 \text{ cm} \approx 12.70 \text{ cm.} = 5 \text{ pulg. (Cumple según tabla 15)}$$

El siguiente paso es recalculer el espesor Base Granular:

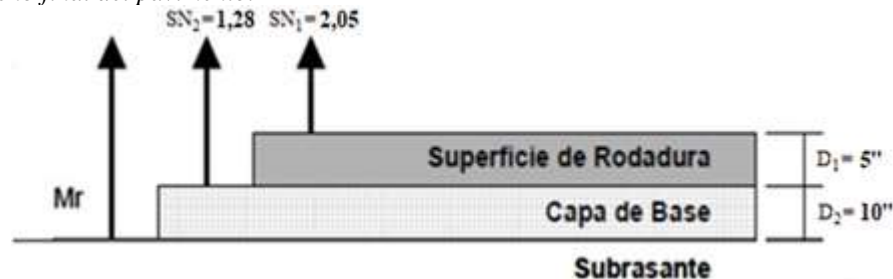
$$D_2 = (3.00 - 1.84) / 0.13 \times 2.54 = 22.66 \text{ cm} \approx 25.40 \text{ cm} = 10 \text{ pulg. (Cumple según tabla 15)}$$

Luego tendremos los siguientes datos:

$$SN_1 = 2.05; SN_2 = 1.28; SN_R = 3.33 \text{ (Ver imagen 16)}$$

$$D_1 = 5.00 \text{ pulg.}; D_2 = 10.00 \text{ pulg.}; D_{\text{total}} = 15.00 \text{ pulg. (Ver imagen 16)}$$

Figura 17
Diseño final del pavimento.



Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 32

Espesores mínimos de la carpeta asfáltica y base granular según el rango de ejes equivalentes.

Minimum Thickness (inches)		
Traffic, ESAL's	Asphalt Concrete	Aggregate Base
Less than 50,000	1 0 (or surface treatment)	4
50,001-150,000	2 0	4
150,001-500,000	2 5	4
500,001-2,000,000	3 0	6
2,000,001-7,000,000	3 5	6
Greater than 7,000,000	4 0	6

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

- Luego de realizar el Estudio de suelos de la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén se encontró una estratigrafía de manera general corresponde gravas con arenas pobremente mal graduadas sin plasticidad por lo que se concluye utilizar los resultados de la calicata N° 5 por ser de más baja calidad de soporte C.B.R:
SUCS (SP), AASHTO (A-2-4 (0)), OCH (8.0%), MDS (1.749g/cm³), CBR al 95% de la máxima densidad seca (12.50%).
- Luego de realizar el estudio de tráfico de la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén se obtuvo un IMD = 500 y un W18 = 1123827.34
- Luego de realizar el cálculo estructural del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén usando como guía el manual de AASHTO 93 se encontró un diseño final, en el cual se obtiene una capa de rodadura D1 = 5 Pulg con un SN1 = 2.05 y la capa de base granular D2 = 10 Pulg con un SN2 = 1.28 lo que hace un SN = 3.33 mayor que el SNrequerido = 3.00 con lo que se logró el diseño del pavimento flexible.

Figura 18
Diseño final del pavimento flexible

DISEÑO DE PAVIMENTO - MÉTODO AASHTO - 93

PROYECTO : DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD
 SOLICITADO : BACH. CHAVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL
 UBICACIÓN : CP. SANTA ROSA - PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD FECHA : febrero / 2020

- CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO:

DATOS	
$W_{8,2}$	= 1,124E+06
PI	= 4,0
PT	= 2,5
MR	= 10876,1
ZR	= -1,037
S_o	= 0,45

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_a \times S_a + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{2.15}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

ITERACIONES		
LOG W_{18} =	6,050700	6,050700

SN = 3,00

- CÁLCULO DE ESPESORES:

a_1	0,161/cm	0,41/pulg
a_2	0,051/cm	0,13/pulg
a_3		
m_2	1,0	
m_3		
D_1	12,70 cm	2,05 SN1
D_2	25,1 cm	1,28 SN2
D_3		

$$SN_r = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3$$

SN_r = 3,33



Fuente: Elaboración de los autores

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los resultados obtenidos encontraron una capa de rodadura de 5 pulg. y una capa base de 10 pulg, parámetros por ser un mantenimiento de pavimento urbano cuyo desgaste no justifica arreglo y más bien se reemplazará toda la vía.

Estos resultados concuerdan metodológicamente con los hallados por Guerrero (2020) quien señala la importancia fundamental de la confiabilidad de los datos en el diseño AASHTO 93 para el correcto diseño, pues como es sabido, el procedimiento AASHTO 93 se basa en la codificación de los resultados de estudios experimentales de carreteras realizados durante un período de dos años a finales de la década de 1950 en el ensayo de carreteras de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales (AASHTO) situado en Ottawa, Illinois. Al ser un método empírico, se requiere un escrupuloso seguimiento experimental, el mismo que nada sirve si los datos de tránsito, y estudio de suelos no están adecuadamente hechos, la fiabilidad del método AASHTO se basa en la fiabilidad del estudio de campo, por otro lado, es un método adecuado a la tecnología de países en desarrollo y lo más importante es su confiabilidad

En esta línea de ideas, nuestros resultados convergen con Escobar y Huincho (2017) quien señala que el método AASHTO es de particular conveniencia para carreteras rurales en particular de bajo IMD, y con zonas climáticas que no son extremas, dado que diseño del pavimento es el proceso de desarrollo de la combinación más económica de capas de pavimento con respecto al tipo de material y al grosor para adaptarse a los cimientos del suelo y a la carga de tráfico durante el período de diseño, el método más económico, al alcance de las posibilidades de los países subdesarrollados y su pronóstico de mantenimiento, la edad de 10 años es adecuado, como lo es por el bajo nivel de conservación, lo que a su poco uso en zonas rurales, y poco tránsito pesado de alto tonelaje lo hacen seguro y es lo que predomina.

Nuestros resultados difieren de los de Hinojosa (2018) quien propone el uso de geomallas para la reducción de estructuras de pavimentos, lo cual puede justificarse en zonas de bajos recursos y transporte de materiales, en el caso de nuestra investigación, hay materiales naturales y su costo es competitivo, por otro lado, el material tradicional permite el drenaje óptimo.

4.2 Conclusiones

- Respecto a la realización del Estudio de suelos en base a la Norma Técnica E-050 encontrando que 1) la estratigrafía de manera general corresponde a Gravillas con arenas pobremente mal graduadas sin plasticidad, la zona de sismicidad N°4, se concluye utilizar los resultados de la Calicata N° 5 por ser la más baja en calidad de soporte (CBR): SUCS (SP), AASHTO (A-2-4 (0)), OCH (8.00%), MDS (1.749gr/cm³), CBR al 95% de la máxima densidad seca (12.50%). Respecto a los parámetros sísmo resistentes estos se determinaron así: a) Zonificación: Zona 4; Factor Zona (Z): 0.45; b) Tipo de Suelo: S2 (suelo intermedio); c) Periodo de Vibración del Suelo (Tp): 0.60 seg; d) Factor de Amplificación del Suelo (S): 1.05; e) Uso (U): 1.30; f) Coeficiente Módulo de Poisson (u): 0.30 y g) Coeficiente Módulo de elasticidad (E): 500.00 Kg./cm².
- Respecto al estudio de tráfico, los resultados obtenidos llevaron a un IMD de 500 y un W18 igual a 1123827.34.
- Respecto al cálculo estructural del pavimento usando el método AASHTO, se encontró un diseño final, en el cual se tiene una capa de rodadura D1 = 5 pulg., con un SN₁ = 2.05 y la capa de base granular D2 = 10 pulg., con un SN₂ = 1.28, lo que hace un SN de 3.33, mayor que el SN requerido = 3.00, con lo cual se consiguió un diseño óptimo del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo – Chepén 2020 que era el objetivo general.

REFERENCIAS

- Escobar L, & Huincho J. (2017). Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica—2017 [Tesis Titulación, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>
- García D. (2012). Inauguración del P.A.R. PNP Santa Rosa—Chepén. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=c3eZcYYTaXU>
- Guerrero CA. (2020). Trabajo de monografía, análisis y diseño del pavimento flexible por medio del método de la AASHTO-93 [Tesis Titulación, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30367>
- Hinostroza HA. (2018). Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento [Tesis Titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784>
- INEI. (2017). Censos nacionales de población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/cuadros/dpto13.xlsx
- Morales CA. (2007). Control de calidad en la evaluación de pavimentos asfálticos existentes.
- PCM. (2020). La municipalidad. Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo. https://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidades/1172/entidad/pm_municipalidad.asp
- Poveda MG, Bernal FA, & Marín AJ. (2014). Diseño de un pavimento para la estructura vial, de la vía conocida como “El Kilómetro 19”, desde el k2+000 al k2+500, que comunica a los Municipios de Chipaque—UNE, en el Departamento de Cundinamarca [Tesis de Especialidad, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería].

- https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2574/1/Dise%C3%B1o-de-un-pavimento-en-el-Kil%C3%B3metro-19_Chipaque-Une.pdf
- RCC. (2020). Distrito de Pueblo Nuevo, en Chepén, cuenta con 8 obras de reconstrucción por S/ 6.8 millones. RE Construcción con Cambios. <https://www.rcc.gob.pe/2020/distrito-de-pueblo-nuevo-en-chepen-cuenta-con-8-obras-de-reconstruccion-por-s-6-8-millones/>
- Rico A, & Del Castillo H. (1984). La ingeniería de suelos en las vías terrestres (Vol. 2). Limusa.
- Sánchez OA. (2019). Diseño de pavimento empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho—Abancay. Tramo: Ayacucho km. 0+000 – km. 50+000 [Tesis Titulación, Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería Civil]. http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3306/UNFV_SANCHEZ_VASQUEZ_OSCAR_ALEJANDRO_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Suárez JS. (2017). Diseño de la estructura de un pavimento flexible por medio de la implementación del método AASTHO-93, para la ampliación del costado occidental de la autopista norte desde la calle 245 (El Buda) hasta La Caro [Tesis de Especialidad, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16554>
- Valenzuela J. (1993). Actualización de coeficientes de daño para el diseño de pavimentos flexibles [Tesis Titulación]. Universidad de Sonora.
- Zelada LA. (2019). Diseño de 1 km. De pavimento, carretera Juliaca—Puno (Km 44+000 – Km. 45+000) [Tesis Titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería]. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13836/ZELADA_ROJAS_LUIS_DISE%C3%91O_PAVIMENTO_JULIACA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
¿Qué diseño del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén 2020?.	Objetivo general: Determinar el diseño del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén 2020. Objetivos específicos: - Realizar el Estudio de suelos. - Realizar el Estudio de tráfico. - Realizar el diseño geométrico del pavimento, definir la sección vial. - Realizar el cálculo estructural del pavimento.	Existe diseño del pavimento flexible para la calle Real del C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén 2020.	Diseño de la estructura del pavimento	Estudio de suelos	CBR clasificación de suelos	SUCS
				Estudio de tráfico	Número de vehículo tipo de vehículo	Unidad
				Diseño Estructural del pavimento	Espesor de Base Granular Espesor de Asfalto	Cm, pulg.
			Método AASHTO 1993, para pavimento flexible	Carpeta asfáltica a subrasante recomendada según parámetros AASHTO-93 Base a subrasante recomendada según parámetros AASHTO-93 Subrasante o sub base según parámetros AASHTO-93	Rango	

Anexo 02: Matriz de Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de la estructura del pavimento	Estructuras sobre capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural, con la finalidad de distribuir las cargas aplicadas a la subrasante. Un pavimento flexible es un pavimento elaborado por una capa asfáltica aplicada sobre una capa de base y una capa de subbase.	Parámetros acordes a la AASHTO-93	Estudio de suelos	CBR clasificación de suelos	Rango
			Estudio de tráfico	Numero de vehículo tipo de vehículo	
			Diseño Estructural Del pavimento	Espesor Base Espesor de Subbase Espesor de Asfalto	
Método AASHTO 1993, para pavimento flexible	La metodología AASHTO-93 para diseño de pavimentos asfálticos emplea un modelo o ecuación a través de la cual se obtiene el parámetro denominado número estructural (SN) el cual es fundamental para la determinación de los espesores de las capas que conforman el pavimento las cuales son la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase. Como se dijo anteriormente, esta ecuación está en función de unas variables de diseño tales como el tránsito, la desviación estándar, la confiabilidad y el índice de serviciabilidad entre otros.	Parámetros acordes a la AASHTO-93	Carpeta asfáltica a subrasante recomendada según parámetros AASHTO-93	Rango	Rango
			Base a subrasante recomendada según parámetros AASHTO-93		
			Subrasante o sub base según parámetros AASHTO-93		

Anexo 03: Estudio de tráfico



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa – Pueblo Nuevo – Chepén

DIA Y FECHA: Lunes 13/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%
7:00 - 7:15	1	1	1	2	1	1			1		8	1,83
7:15 - 7:30	1	2	2	1	1		1			1	9	1,83
7:30 - 7:45		1				1					2	0,41
7:45 - 8:00	2	1	1				1				5	1,02
8:00 - 8:15	1		2	3		1					7	1,43
8:15 - 8:30		1	1								2	0,41
8:30 - 8:45	1	2	2	1							6	1,22
8:45 - 9:00	2	1	2								5	1,02
9:00 - 9:15		2	1	1							4	0,81
9:15 - 9:30											0	0,00
9:30 - 9:45			1	1							2	0,41
9:45 - 10:00			2	2							4	0,81
10:00 - 10:15			3	1							4	0,81
10:15 - 10:30			1								1	0,20
10:30 - 10:45			1	1							2	0,41
10:45 - 11:00			19								19	3,87
11:00 - 11:15			18	1							19	3,87
11:15 - 11:30			15								15	3,05
11:30 - 11:45			10	2							12	2,44
11:45 - 12:00			21	1							22	4,48
12:00 - 12:15			11								11	2,24
12:15 - 12:30			10	2							12	2,44
12:30 - 12:45			26	1							27	5,50
12:45 - 01:00			21	3							24	4,89
01:00 - 01:15			20	1							21	4,28
01:15 - 01:30			16	2							18	3,67
01:30 - 01:45			14								14	2,85
01:45 - 02:00			10	2							12	2,44
02:00 - 02:15			19	3							22	4,48
02:15 - 02:30			15	1							16	3,26
02:30 - 02:45			20	2							22	4,48
02:45 - 03:00			14	3	1						18	3,67
03:00 - 03:15			6								6	1,22
03:15 - 03:30			2	2							4	0,81
03:30 - 03:45			2	2							4	0,81
03:45 - 04:00			1	1							2	0,41
04:00 - 04:15			18	3							21	4,28
04:15 - 04:30				1							1	0,20
04:30 - 04:45			16	3							19	3,87
04:45 - 05:00			33								33	6,72
05:00 - 05:15			2								2	0,41
05:15 - 05:30	1		1	2							4	0,81
05:30 - 05:45		1	2	1							4	0,81
05:45 - 06:00	1		3	3							7	1,43
06:00 - 06:15		2	2	2							6	1,22
06:15 - 06:30	1		2	1				1			5	1,02
06:30 - 06:45		1	1	2				1			5	1,02
06:45 - 07:00			2	1							3	0,61
TOTAL DIA	11	15	392	61	3	3	2	2	1	1	491	100,00
	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION				
	26		453		3	5		4				

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACION: Calle Real - C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén

DIA Y FECHA: Martes 14/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%
7:00 - 7:15			1	1					1		3	0,60
7:15 - 7:30	1	2	1	1	1	1			2	1	10	2,00
7:30 - 7:45		1	2	2				2			7	1,40
7:45 - 8:00	2	1	1			1		2	2		9	1,80
8:00 - 8:15	1		2	2							5	1,00
8:15 - 8:30			1					2	1		4	0,80
8:30 - 8:45	1		2	1							4	0,80
8:45 - 9:00	2	1	2								5	1,00
9:00 - 9:15		2	1	1							4	0,80
9:15 - 9:30											0	0,00
9:30 - 9:45			1	1							2	0,40
9:45 - 10:00			2	2							4	0,80
10:00 - 10:15			8	1							9	1,80
10:15 - 10:30			8	7							15	3,00
10:30 - 10:45			1	7							8	1,60
10:45 - 11:00			1	10							11	2,20
11:00 - 11:15			12	1							13	2,60
11:15 - 11:30			8	7							15	3,00
11:30 - 11:45			5	8							13	2,60
11:45 - 12:00			18	8							26	5,20
12:00 - 12:15			11								11	2,20
12:15 - 12:30			10	2							12	2,40
12:30 - 12:45			13	14							27	5,40
12:45 - 01:00			10	15							25	5,00
01:00 - 01:15			10	10							20	4,00
01:15 - 01:30			12	10							22	4,40
01:30 - 01:45			11	10							21	4,20
01:45 - 02:00			10	2							12	2,40
02:00 - 02:15			12	8							20	4,00
02:15 - 02:30			12	9							21	4,20
02:30 - 02:45			8	5							13	2,60
02:45 - 03:00			14	3							17	3,40
03:00 - 03:15			6								6	1,20
03:15 - 03:30			2	2							4	0,80
03:30 - 03:45			2	2							4	0,80
03:45 - 04:00			1	1							2	0,40
04:00 - 04:15			15	3							18	3,60
04:15 - 04:30				1							1	0,20
04:30 - 04:45		1	11	3							15	3,00
04:45 - 05:00			22								22	4,40
05:00 - 05:15			5						1		6	1,20
05:15 - 05:30			1	2							3	0,60
05:30 - 05:45			2	1					1		4	0,80
05:45 - 06:00			3	3				1	1		8	1,60
06:00 - 06:15		2	2	2			1				7	1,40
06:15 - 06:30	1		2	1							4	0,80
06:30 - 06:45		1	1	2				1			5	1,00
06:45 - 07:00			2	1							3	0,60
TOTAL DIA	8	11	287	172	1	2	1	8	9	1	500	100,00
	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION				
	19		459		1	3		18				



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01











ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa – Pueblo Nuevo – Chepén

DIA Y FECHA: Miércoles 15/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%
Diagrama vehiculo												
7:00 - 7:15				2							2	0,40
7:15 - 7:30	1		2	1		1					5	1,00
7:30 - 7:45	2		2	2							6	1,20
7:45 - 8:00	1	1	1	3		1					7	1,40
8:00 - 8:15				2							2	0,40
8:15 - 8:30	1	1	2					1			5	1,00
8:30 - 8:45	2	1	1	2					1		7	1,40
8:45 - 9:00	1		2	3					1		7	1,40
9:00 - 9:15		1									1	0,20
9:15 - 9:30											0	0,00
9:30 - 9:45			1	1							2	0,40
9:45 - 10:00			2	2							4	0,80
10:00 - 10:15			3	1							4	0,80
10:15 - 10:30			1								1	0,20
10:30 - 10:45			1	1							2	0,40
10:45 - 11:00			19								19	3,80
11:00 - 11:15			18	1							19	3,80
11:15 - 11:30			15								15	3,00
11:30 - 11:45			10	2							12	2,40
11:45 - 12:00			21	1							22	4,40
12:00 - 12:15			11								11	2,20
12:15 - 12:30			10	2							12	2,40
12:30 - 12:45			26	1							27	5,40
12:45 - 01:00			21	3							24	4,80
01:00 - 01:15			20	1							21	4,20
01:15 - 01:30			16	2							18	3,60
01:30 - 01:45			14								14	2,80
01:45 - 02:00			10	2							12	2,40
02:00 - 02:15			19	3							22	4,40
02:15 - 02:30			15	1							16	3,20
02:30 - 02:45			20	2							22	4,40
02:45 - 03:00			14	3	1						18	3,60
03:00 - 03:15			6								6	1,20
03:15 - 03:30			2	2							4	0,80
03:30 - 03:45			0	2							2	0,40
03:45 - 04:00			1	5							6	1,20
04:00 - 04:15			12	6							18	3,60
04:15 - 04:30			12	5							17	3,40
04:30 - 04:45			8	3							11	2,20
04:45 - 05:00			9								9	1,80
05:00 - 05:15			3								3	0,60
05:15 - 05:30			4	3							7	1,40
05:30 - 05:45			5	6				1			12	2,40
05:45 - 06:00	2	1	3	8				1	2	2	19	3,80
06:00 - 05:15	1	1	2	2					5		11	2,20
06:15 - 05:30		2	2	1				1		2	8	1,60
06:30 - 05:45			1	2			1	1			5	1,00
06:45 - 07:00			2	1							3	0,60
TOTAL DIA	11	8	369	90	1	2	1	5	9	4	500	100,00
	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION				
	19		459		1	3		18				

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén

DIA Y FECHA: Jueves 16/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS			COMBI		BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%		
7:00 - 7:15				2							2	0,39		
7:15 - 7:30	1		2	1							4	0,79		
7:30 - 7:45			2	2				1			5	0,99		
7:45 - 8:00	1	1	4	5							11	2,17		
8:00 - 8:15			4	2			1	1			8	1,58		
8:15 - 8:30			2			1					3	0,59		
8:30 - 8:45		1	3	4							8	1,58		
8:45 - 9:00			2	3	1						6	1,18		
9:00 - 9:15	1										1	0,20		
9:15 - 9:30											0	0,00		
9:30 - 9:45			1	1							2	0,39		
9:45 - 10:00			2	2							4	0,79		
10:00 - 10:15			3	1							4	0,79		
10:15 - 10:30			1								1	0,20		
10:30 - 10:45			1	1							2	0,39		
10:45 - 11:00			9	9							18	3,55		
11:00 - 11:15			10	8							18	3,55		
11:15 - 11:30			12	5							17	3,35		
11:30 - 11:45			10	2							12	2,37		
11:45 - 12:00			15	12							27	5,33		
12:00 - 12:15			11	10							21	4,14		
12:15 - 12:30			10	2							12	2,37		
12:30 - 12:45			12	8							20	3,94		
12:45 - 01:00			15	8							23	4,54		
01:00 - 01:15			10	8							18	3,55		
01:15 - 01:30			16	2							18	3,55		
01:30 - 01:45			14								14	2,78		
01:45 - 02:00			10	8							18	3,55		
02:00 - 02:15			10	10							20	3,94		
02:15 - 02:30			12	10							22	4,34		
02:30 - 02:45			10	12							22	4,34		
02:45 - 03:00			12	10	1						23	4,54		
03:00 - 03:15			6								6	1,18		
03:15 - 03:30			2	2							4	0,79		
03:30 - 03:45			0	2							2	0,39		
03:45 - 04:00			1	5							6	1,18		
04:00 - 04:15			12	6							18	3,55		
04:15 - 04:30			12	5							17	3,35		
04:30 - 04:45			8	3							11	2,17		
04:45 - 05:00			9								9	1,78		
05:00 - 05:15			3								3	0,59		
05:15 - 05:30			4	3							7	1,38		
05:30 - 05:45			3	6							9	1,78		
05:45 - 06:00			3	8		1					12	2,37		
06:00 - 05:15		1	2	2		1			1		7	1,38		
06:15 - 05:30			2	1			1				4	0,79		
06:30 - 05:45			1	2			1		1		5	0,99		
06:45 - 07:00			2	1							3	0,59		
TOTAL DIA	3	3	295	194	2	3	3	2	2	0	507	100,00		
	AUTOS		CAMIONETAS			COMBI	BUS		CAMION					
	6		489			2	6		4					

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén

DIA Y FECHA: Viernes 17/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS			COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%	
7:00 - 7:15				2							2	0,39	
7:15 - 7:30		1	2	1				1			5	0,97	
7:30 - 7:45	2		2	2				1			7	1,38	
7:45 - 8:00			4	5	1	1					11	2,14	
8:00 - 8:15	1		4	2		2	1				10	1,95	
8:15 - 8:30		2	2								4	0,78	
8:30 - 8:45			3	4							7	1,38	
8:45 - 9:00			2	3	1		1				7	1,38	
9:00 - 9:15											0	0,00	
9:15 - 9:30											0	0,00	
9:30 - 9:45			1	1							2	0,39	
9:45 - 10:00			2	2							4	0,78	
10:00 - 10:15			3	1							4	0,78	
10:15 - 10:30			1								1	0,19	
10:30 - 10:45			1	1							2	0,39	
10:45 - 11:00			9	9							18	3,50	
11:00 - 11:15			10	8							18	3,50	
11:15 - 11:30			12	5							17	3,31	
11:30 - 11:45			10	2							12	2,33	
11:45 - 12:00			15	12							27	5,25	
12:00 - 12:15			11	10							21	4,09	
12:15 - 12:30			10	8							18	3,50	
12:30 - 12:45			12	8							20	3,89	
12:45 - 01:00			15	8							23	4,47	
01:00 - 01:15			10	8							18	3,50	
01:15 - 01:30			16	4							20	3,89	
01:30 - 01:45			14								14	2,72	
01:45 - 02:00			10	8							18	3,50	
02:00 - 02:15			10	8							18	3,50	
02:15 - 02:30			12	7							19	3,70	
02:30 - 02:45			10	10							20	3,89	
02:45 - 03:00			12	9							21	4,09	
03:00 - 03:15			6								6	1,17	
03:15 - 03:30			2	8							10	1,95	
03:30 - 03:45			0	2							2	0,39	
03:45 - 04:00			1	5							6	1,17	
04:00 - 04:15			10	6							16	3,11	
04:15 - 04:30			14								14	2,72	
04:30 - 04:45			8	3							11	2,14	
04:45 - 05:00			7	7							14	2,72	
05:00 - 05:15			3		1						4	0,78	
05:15 - 05:30	1		2	3							6	1,17	
05:30 - 05:45				6							6	1,17	
05:45 - 06:00	1		3								4	0,78	
06:00 - 06:15		1	2	2		1					6	1,17	
06:15 - 06:30			2	8							10	1,95	
06:30 - 06:45			4	2			1		1		8	1,56	
06:45 - 07:00			2	1							3	0,58	
TOTAL DIA	5	4	291	201	3	4	3	2	1	0	514	100,00	
	AUTOS		CAMIONETAS			COMBI	BUS		CAMION				
	9		492			3	7		3				

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: Iida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén

DIA Y FECHA: Sábado 18/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS			COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%	
7:00 - 7:15				1							1	0,20	
7:15 - 7:30		1	1	2	2			1			7	1,40	
7:30 - 7:45	1		1	2	1			2			7	1,40	
7:45 - 8:00			2	3	2				2		9	1,80	
8:00 - 8:15	1		2	2					2		7	1,40	
8:15 - 8:30		2	1								3	0,60	
8:30 - 8:45			2	5							7	1,40	
8:45 - 9:00			1	5	1	1			2		10	2,00	
9:00 - 9:15					1						1	0,20	
9:15 - 9:30											0	0,00	
9:30 - 9:45			1	2							3	0,60	
9:45 - 10:00			1	6							7	1,40	
10:00 - 10:15			2	2							4	0,80	
10:15 - 10:30			3								3	0,60	
10:30 - 10:45			1	2							3	0,60	
10:45 - 11:00			8	8							16	3,19	
11:00 - 11:15			8	10							18	3,59	
11:15 - 11:30			16	8							24	4,79	
11:30 - 11:45			8	4							12	2,40	
11:45 - 12:00			10	10							20	3,99	
12:00 - 12:15			8	8							16	3,19	
12:15 - 12:30			15	6							21	4,19	
12:30 - 12:45			10	10							20	3,99	
12:45 - 01:00			12	6							18	3,59	
01:00 - 01:15			8	10							18	3,59	
01:15 - 01:30			12	4							16	3,19	
01:30 - 01:45			14								14	2,79	
01:45 - 02:00			8	8							16	3,19	
02:00 - 02:15			8	6							14	2,79	
02:15 - 02:30			8	7							15	2,99	
02:30 - 02:45			8	10							18	3,59	
02:45 - 03:00			15	10							25	4,99	
03:00 - 03:15			6								6	1,20	
03:15 - 03:30			2	8							10	2,00	
03:30 - 03:45			0	2							2	0,40	
03:45 - 04:00			1	5							6	1,20	
04:00 - 04:15			10	6							16	3,19	
04:15 - 04:30			14								14	2,79	
04:30 - 04:45			8	3							11	2,20	
04:45 - 05:00			7	7							14	2,79	
05:00 - 05:15			3		1						4	0,80	
05:15 - 05:30			2	3							5	1,00	
05:30 - 05:45				6	1						7	1,40	
05:45 - 06:00			3		1						4	0,80	
06:00 - 05:15		1	2	2							5	1,00	
06:15 - 05:30	1		2	8							11	2,20	
06:30 - 05:45			4	2		1	1		1	1	10	2,00	
06:45 - 07:00			2	1							3	0,60	
TOTAL DIA	3	4	260	210	10	2	1	3	7	1	501	100,00	
	AUTOS		CAMIONETAS			COMBI	BUS		CAMION				
	7		470			10	3		11				



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén

DIA Y FECHA: Domingo 19/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	%
7:00 - 7:15				1				2			3	0,62
7:15 - 7:30	1		2	2							5	1,03
7:30 - 7:45			1	1							2	0,41
7:45 - 8:00	2		1	1		1					5	1,03
8:00 - 8:15			1	2							3	0,62
8:15 - 8:30			1								1	0,21
8:30 - 8:45			2	7							9	1,85
8:45 - 9:00			1	5		1					7	1,44
9:00 - 9:15											0	0,00
9:15 - 9:30											0	0,00
9:30 - 9:45			1	2							3	0,62
9:45 - 10:00			2	6							8	1,64
10:00 - 10:15			2	2							4	0,82
10:15 - 10:30			3								3	0,62
10:30 - 10:45			2	2							4	0,82
10:45 - 11:00			5	6							11	2,26
11:00 - 11:15			10	10							20	4,11
11:15 - 11:30			14	6							20	4,11
11:30 - 11:45			2	4							6	1,23
11:45 - 12:00			12	2							14	2,87
12:00 - 12:15			8	8							16	3,29
12:15 - 12:30			10	4							14	2,87
12:30 - 12:45			2	10							12	2,46
12:45 - 01:00			5	6							11	2,26
01:00 - 01:15			16	12							28	5,75
01:15 - 01:30			10	2							12	2,46
01:30 - 01:45			10								10	2,05
01:45 - 02:00			8	10							18	3,70
02:00 - 02:15			8	6							14	2,87
02:15 - 02:30			11	10							21	4,31
02:30 - 02:45			8	10							18	3,70
02:45 - 03:00			8	10							18	3,70
03:00 - 03:15			4								4	0,82
03:15 - 03:30			2	8							10	2,05
03:30 - 03:45			0	8							8	1,64
03:45 - 04:00			1	5							6	1,23
04:00 - 04:15			12	8							20	4,11
04:15 - 04:30			16	11							27	5,54
04:30 - 04:45			12	3							15	3,08
04:45 - 05:00			7	12							19	3,90
05:00 - 05:15			15								15	3,08
05:15 - 05:30			2	3							5	1,03
05:30 - 05:45				7							7	1,44
05:45 - 06:00			6								6	1,23
06:00 - 06:15			2	2							4	0,82
06:15 - 06:30			2	8							10	2,05
06:30 - 06:45			4	2	1					1	8	1,64
06:45 - 07:00			2	1							3	0,62
TOTAL DIA	3	0	253	225	1	2	0	2	0	1	487	100,00
	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION				
	3		478		1	2		3				



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01

ESTACION: E - 01

SENTIDO: ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa – Pueblo Nuevo – Chepén

FECHA INFORME: 22/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			DISTRIBUCION	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Total	Veh/día
Diagrama vehiculo												
Lunes	11	15	392	61	3	3	2	2	1	1	491	veh/día
Martes	8	11	287	172	1	2	1	8	9	1	500	veh/día
Miércoles	11	8	369	90	1	2	1	5	9	4	500	veh/día
Jueves	3	3	295	194	2	3	3	2	2	0	507	veh/día
Viernes	5	4	291	201	3	4	3	2	1	0	514	veh/día
Sábado	3	4	260	210	10	2	1	3	7	1	501	veh/día
Domingo	3	0	253	225	1	2	0	2	0	1	487	veh/día
TPD	6	6	307	165	3	3	2	3	4	1	500	IMDS

fem :	Factor correccion estacional vehiculo menores = 1.026832						Factor correccion estacional vehiculo mayores = 0.983575					
	6	7	315	169	3	3	2	3	4	1	513	IMDA
	Año 2020											
Tn = To (1+r) ⁿ⁻¹	7	8	365	196	4	3	2	4	5	1	594	IMDA
	Puesta en servicio											
	Año 2024											

Fcr = [(1+r)ⁿ - 1]/r = 12,58

Donde

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en Veh/día (Puesta en servicio)
 T_0 = Tránsito actual (año base) en Veh/día
 n = Número de años del periodo de diseño
 r = Tasa de crecimiento del tránsito (2 a 6% MTC)

Datos

n = 10 años
 r = tasa de crecimiento



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO: T - 01



ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

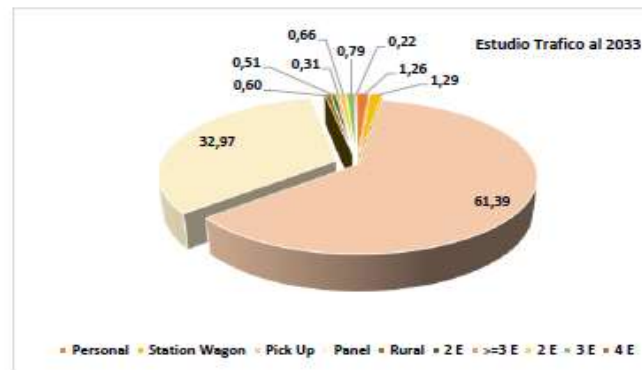
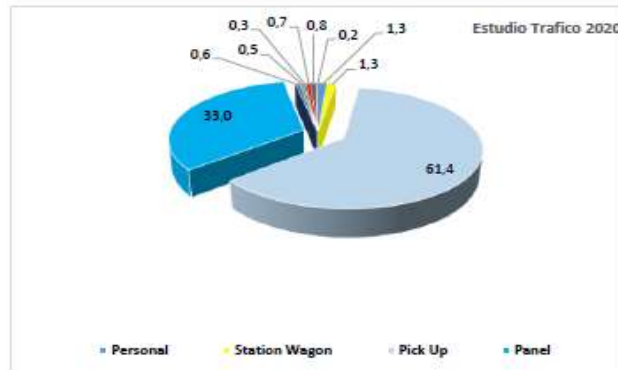
CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa – Pueblo Nuevo – Chepén

FECHA INFORME: 22/01/2020

HORA	AUTOS		CAMIONETAS		COMBI	BUS		CAMION			Distribución	
	Personal	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	Trafico Promedio Diario Anual	
$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$												
2020	8	7	315	169	3	3	2	3	4	1	513	IMDA
2021	7	7	331	178	3	3	2	4	4	1	539	IMDA
2022	7	7	347	186	3	3	2	4	4	1	566	IMDA
2023	7	8	365	196	4	3	2	4	5	1	594	IMDA
2024	8	8	383	206	4	3	2	4	5	1	624	IMDA
2025	8	8	402	216	4	3	2	4	5	1	655	IMDA
2026	9	9	422	227	4	4	2	5	5	2	688	IMDA
2027	9	9	443	238	4	4	2	5	6	2	722	IMDA
2028	10	10	465	250	5	4	2	5	6	2	758	IMDA
2029	10	10	489	262	5	4	3	5	6	2	796	IMDA
2030	11	11	513	276	5	4	3	5	7	2	836	IMDA
2031	11	11	539	289	5	5	3	6	7	2	877	IMDA
2032	12	12	566	304	6	5	3	6	7	2	921	IMDA
2033	12	12	594	319	6	5	3	6	8	2	967	IMDA

Para 10 años												
Acumulados	99	101	4815	2586	47	40	25	52	62	17	7844	IMDA
Año 2033	1,26	1,29	61,39	32,97	0,60	0,51	0,31	0,66	0,79	0,22	100,0	%





FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO: T - 01







ESTACION: E - 01

SENTIDO: Ida

CODIGO DE LA ESTACION: E - 01

UBICACIÓN: Calle Real - C.P. Santa Rosa - Pueblo Nuevo - Chepén

FECHA INFORME: 22/01/2020

Tipo Vehículo : Símbolo	IMDA 2024	Carga de vehículo por eje (TN)	Factor de equivalencia por carga	F.IMDA	Diagrama	Longitud, m	Peso eje delantero TN	Carga por eje o conjunto posterior TN			Peso bruto, TN
								1 eje	2 eje	3 eje	
Auto/camionet a/combi	608	1	0,00052702	0,32		4,0	1	1			2
	608	1	0,00052702	0,32							
B2	3	7	1,26536675	28,43		13,2	7	10			17
	3	10	2,21179357	70,99							
B3	2	7	1,26536675	17,37		14,0	7	15			22
	2	15	1,05515965	31,04							
C2	4	7	1,26536675	36,31		12,3	7	10			17
	4	10	2,21179357	90,66							
C3	5	7	1,26536675	43,87		13,2	7	16			23
	5	16	1,26058502	99,90							
C4	1	7	1,26536675	12,10		13,2	7	25			32
	1	25	1,70602625	58,28							
Total			F.IMDA	489,8			490				


Calculo ESAL

Donde :

fd = factor direccional ESAL = 365 x F IMDA x Fd x Fc x Fcr
 fc = factor carril ESAL = 1123827,34
 fca = factor crecimiento

Anexo 04: Ensayos de laboratorio

1.- Base Granular

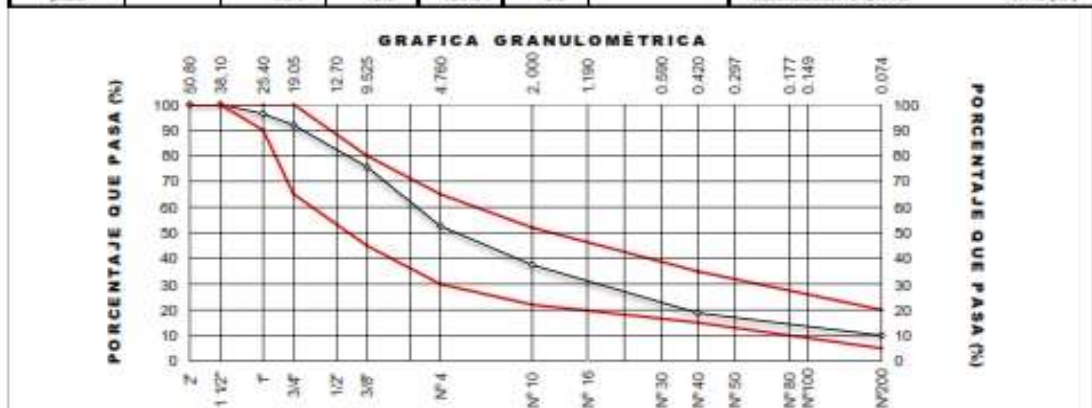
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO	Código	GOC-Fr-142
		Version	01
		Fecha	09/10/2019
		Página	01 de 01
NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12			
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHAVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
CANTERA	TALAMBO	COORDENADAS UTM	336093.0 S 1154820.6 N
FECHA MUESTREO	13/02/2020	FECHA ENSAYO	17/02/2020

PARTIDA	TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo de análisis granulométrico

Tamices		Peso Retenido, g	% Retiene		% que Pasa	Especificación		Descripción
Pulgada	mm.		Parcial	Acumulado		Gradación	A-1	
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							Datos:
2"	50.800				100.0	100	100	Peso Total muestra seca 17,621.0 g
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Material retenido tamiz N°4 5,361.0 g
1"	25.400	649.0	3.7	3.7	96.3	90	100	Material pasante tamiz N°4 9,260.0 g
3/4"	19.050	786.0	4.3	8.0	92.0	65	100	Fracción húmeda agregado fino 450.3 g
1/2"	12.700	1,641.0	9.3	17.3	82.7			Fracción seca agregado fino 422.6 g
3/8"	9.525	1,239.0	7.0	24.4	75.6	45	80	Material pasante tamiz N° 200 60.4 g
1/4"	6.350	0.0	0.0	24.4	75.6			Humedad agregado fino 6.6 %
N° 4	4.760	4,086.0	23.1	47.4	52.6	30	65	Tamaño Máximo (pulgada) 2"
N° 6	3.360	0.0	0.0	47.4	52.6			
N° 8	2.360	96.6	12.3	59.7	40.3			Proporciones
N° 10	2.000	22.5	2.6	62.5	37.5	22	52	Agregado Grueso, retenido 47.4 %
N° 16	1.190	63.6	7.9	70.4	29.6			Agregado Fino, retenido 52.6 %
N° 20	0.840	31.5	3.9	74.4	25.6			Fino pasa tamiz N° 200 10.0 %
N° 30	0.590	27.5	3.4	77.6	22.2			
N° 40	0.420	27.9	3.5	81.2	18.8	15	35	Clasificación SUCS / AASHTO
N° 50	0.297	21.3	2.6	83.9	16.1			Límite Líquido ASTM D 4316 16.6 %
N° 80	0.177	22.1	2.7	86.6	13.4			Límite Plástico ASTM D 4316 13.5 %
N° 100	0.149	7.5	0.9	87.6	12.4			Índice Plástico ASTM D 4316 5.3 %
N° 200	0.074	19.5	2.4	90.0	10.0	5	20	Clasificación SUCS GW-GC
pasa		80.4	10.0	100.0	0.0			Clasificación AASHTO A-1-a (10)



Nota: GW-GC Grava bien graduada con Arcilla y Arena


JUAN ROMERO PERALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 86606


TINO ARENAS URQUIJO
 Ing. Civil
 CIP N° 16766

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	LÍMITES DE ATTERBERG		Código	GOC-Fr-003
			Versión	01
	NORMA MTC E 110 / MTC E 111 / ASTM D 4318		Fecha	04/07/2017
			Página	01 de 01
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				

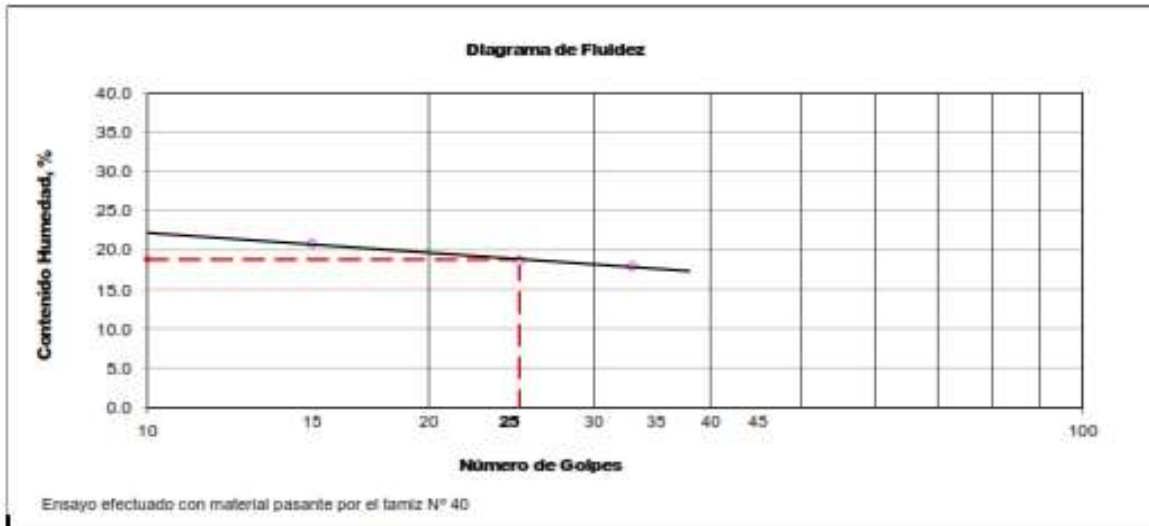
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD			MUESTRA	01
CANTERA	TALAMBO	COORDENADAS UTM	538093.0 S 1154820.6 N		
FECHA MUESTREO	13/02/2020		FECHA DE ENSAYO	15/02/2020	

PARTIDA	TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRIMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo límites atterberg

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	01	02	03	01	02
Ensayo No.	01	02	03	01	02
Capsula No.	01	02	03	02	03
Peso Cápsula + Suelo Húmedo, g.	78.02	78.93	81.05	22.57	36.27
Peso Cápsula + Suelo Seco, g.	71.02	73.03	75.12	21.74	35.45
Peso agua, g.	6.40	5.90	5.93	0.83	0.82
Peso de la Cápsula, g.	40.83	41.36	42.13	15.61	29.36
Peso Suelo Seco, g.	30.79	31.67	32.99	6.13	6.07
Contenido de Humedad, %	20.79	18.63	17.98	13.54	13.51
Número de Golpes	15	25	33		

Límite Líquido, % 18.8 Límite Plástico, % 13.5 Índice plástico, % 5.3



Nota

NP : Indica no Presenta



JORGE ROMERO PUNAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88008


TINO ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CI: 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA
GERENTE GENERAL

APROBADO POR:

	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Código	GOC-Fr-006
		Version	01
		Fecha	04/07/2017
	NORMA MTC E 117 / ASTM D 1556 / NTP 339.143	Página	01 de 01
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD	MUESTRA	01
CANTERA	TALAMBO	COORDENADAS UTM	536093.0 S 1154520.6 N
FECHA DE MUESTREO	13/02/2020	FECHA ENSAYO	15/02/2020

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/> AFRMADO	<input type="checkbox"/> RELLENOS	<input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/> BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/> PAVIMENTO	<input type="checkbox"/> OTROE	<input type="checkbox"/>

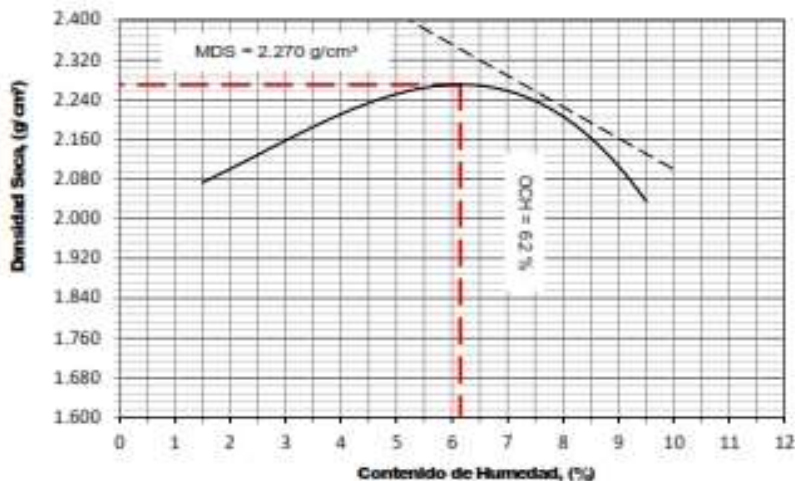
Integral

Ensayo Proctor Modificado

Método Compactación :	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Estandar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde, g.	10622.0	11130.0	11323.0	11172.0
02 - Peso del Molde, g.	6179.0	6179.0	6179.0	6179.0
03 - Peso Suelo Humedo, g.	4643.0	4951.0	5144.0	4993.0
04 - Volumen del Molde, cm ³	2126.0	2126.0	2126.0	2126.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm ³	2.162	2.327	2.417	2.346
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro, g.	493.0	495.0	502.0	500.0
08 - Peso suelo seco + tarro, g.	461.0	474.0	470.0	461.0
09 - Peso del agua, g.	12.0	21.0	32.0	39.0
10 - Peso del tarro, g.	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g.	461.0	474.0	470.0	461.0
12 - Contenido de Humedad, %	2.5	4.4	6.8	8.5
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm ³	2.129	2.229	2.263	2.163

Contenido Optimo Humedad : 6.2 %

Maxima Densidad Seca MDS : 2.270 g/cm³



Nota :

Peso específico del material = 2.740 g/cm³


JORGE ROGERO PALLASALT
 Ingeniero Civil
 CIP N° 28008


TIBERIO ARENAS URQUIZA
 Ing. Civil en la Especialidad de Geotecnia
 CIP N° 18706

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA
GENERAL

APROBADO POR: GERENTE

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR		Código	GOC-Fr-007
		Versión	01
		Fecha	04/07/2017
		Página	01 de 02
NORMA MTC E 132 / ASTM D 1553 / AASHTO T 193			

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		MUESTRA
CANTERA	TALAMBO	COORDENADAS UTM	536093.0 S 1154520.6 N
FECHA MUESTREO	13/02/2020	FECHA ENSAYO	18/02/2020

PARTIDA	TERRAPLENES	<input type="checkbox"/> AFIRMADO	<input type="checkbox"/> RELLENOS	<input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUBBASE GRANULAR	<input type="checkbox"/> BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/> PAVIMENTO	<input type="checkbox"/> OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo :

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
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 molde + Suelo húmedo (g)	11,305.0	11,197.0	12,500.0	12,473.0	10,620.0	10,511.0
Peso molde (g)	6,096.0	6,096.0	7,540.0	7,540.0	6,045.0	6,045.0
Peso del suelo húmedo (g)	5,209.0	5,101.0	4,960.0	4,933.0	4,575.0	4,766.0
Volumen del molde (cm ³)	2,145.0	2,145.0	2,145.0	2,145.0	2,145.0	2,145.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.425	2.375	2.309	2.297	2.130	2.219
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	390.3	555.2	390.3	505.6	390.3	542.3
Peso suelo seco + tara (g)	366.2	519.7	366.2	471.6	366.2	503.1
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	24.1	35.5	24.1	34.0	24.1	39.2
Peso de suelo seco (g)	366.2	519.7	366.2	471.6	366.2	503.1
Contenido de humedad (%)	6.58	6.82	6.58	7.20	6.58	7.80
Densidad seca (g/cm ³)	2.275	2.223	2.167	2.142	1.998	2.056

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/02/2020	11:06	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
19/02/2020	11:06	24	12.0	0.305	0.3	16.0	0.406	0.4	23.0	0.584	0.5
20/02/2020	11:06	36	16.0	0.457	0.4	20.0	0.506	0.4	26.0	0.711	0.6

PENETRACION													
Penetración, mm. (pulg.)	Carga Estándar kg/cm ²	Molde N° 19				Molde N° 20				Molde N° 21			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025	24	114			16	69			13	66		
1.270	0.050	65	276			40	161			23	110		
1.905	0.075	145	606			90	390			52	231		
2.540	0.100	250	1,170	1,309.3	96.0	150	641	695.7	65.7	50	223	526.2	38.6
3.180	0.125	305	1,275			270	1,142			100	432		
3.810	0.150	502	2,096			310	1,309			230	975		
5.080	0.200	105.7	560	2,425	2,370.5	115.6	405	1,706	1,739.6	64.9	245	1,038	1,077.3
7.620	0.300		630	2,634			505	2,124			305	1,268	
10.160	0.400		705	2,947			615	2,584			402	1,694	

Nota:

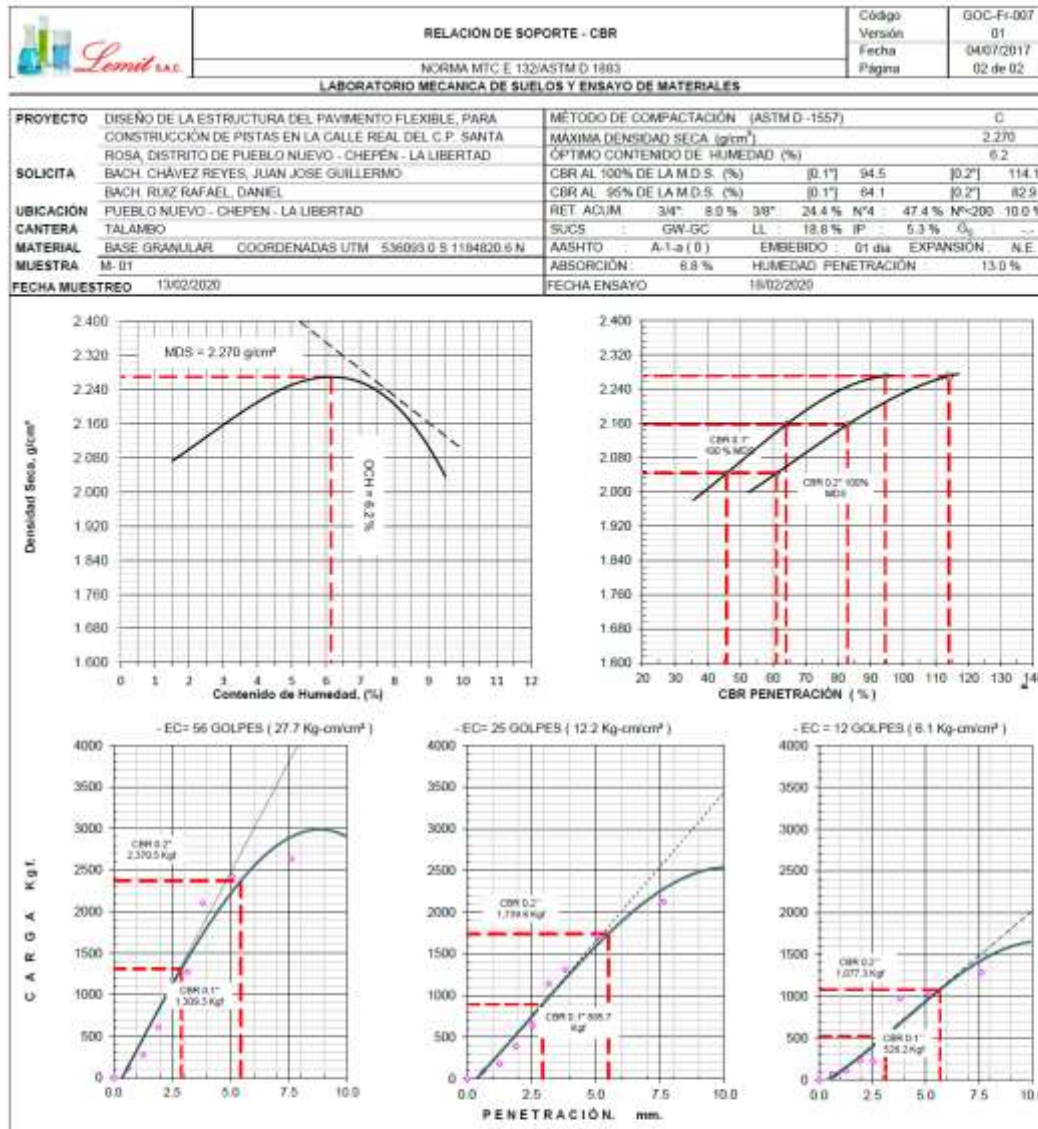

RICARDO PULAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48606


TINO ARENAS URQUIZA
 Ing. OBTENIDA DE CALIDAD
 CIP N° 18706

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA
GENERAL

APROBADO POR: GERENTE




JORGE ROMERO PUMARÍN
 Ingeniero Civil
 CIP N° 86000


TIBERIO ARENILLAS URQUILLO
 ING. GEÓMETRICO DE CALIDAD
 CIP 18796

REVISADO POR GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR GERENTE GENERAL

	ABRASIÓN LOS ÁNGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES 37.5 mm (1 1/2") NORMA MTC E 207 / ASTM C 131 / AASHTO T 96	Código	GOC-Fr-009
		Versión	01
		Fecha	01/11/2016
		Página	01 de 01

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL

DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD

SOLICITA BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL

UBICACIÓN PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD

MUESTRA 01

CANTERA TALAMBO COORDENADAS UTM 536093.0 S 1154520.6 N

FECHA MUESTREO 13/02/2020

FECHA ENSAYO 17/02/2020

PARTIDA

TERRAPLENES AFIRMADO RELLENOS MEJORAMIENTO
 SUB BASE GRANULAR BASE GRANULAR TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA
 MEZCLA ASFALTICA CONCRETO PORTLAND

Ensayo Abrasión Los Angeles

[ESPECIFICACIÓN - GRADACIÓN / REVOLUCIONES]

Tamiz Abertura Cuadrada		Masa de tamaño indicado, g.			
		Gradación			
Pasante	Retenido	A	B	C	D
37.5 mm. (1 1/2")	25.0 mm. (1")	1,250 ± 25			
25.00 mm. (1")	19.0 mm. (3/4")	1,250 ± 25			
19.0 mm. (3/4")	12.5 mm. (1/2")	1,250 ± 10	2,500 ± 10		
12.5 mm. (1/2")	9.5 mm. (3/8")	1,250 ± 10	2,500 ± 10		
9.5 mm. (3/8")	6.3 mm. (1/4")			2,500 ± 10	
6.3 mm. (1/4")	4.75 mm. (N° 4)			2,500 ± 10	
4.75 mm. (N° 4)	2.36 mm. (N° 8)				5,000 ± 10
Masa total de la muestra		5,000 ± 10	5,000 ± 10	5,000 ± 10	5,000 ± 10
Cantidad de esferas (carga)		12	11	8	6
Masa de la carga		5,000 ± 25	4,564 ± 25	3,330 ± 20	2,500 ± 15
Revoluciones		500.0	500.0	500.0	500.0

Cálculos

- Selección de Gradación	A
- Peso del material, g	5,000.0
- Peso del material retenido malla N° 12, g	4,195.0
- Peso del material pasa la malla N° 12, g	805.0
- Porcentaje Desgaste, %	16.1 %

Nota


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 58008


TIROSO ARENAS URQUILIZO
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 16796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA
GERENTE GENERAL

APROBADO POR:

2.- Calicata 01

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO	Código	GOC-P1-143
		Versión	01
		Fecha	01/10/2019
		Página	01
NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12			
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			

PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD

SOLICITA: BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL

UBICACIÓN: PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD COORDENADAS UTM 537144.5 E 1188197.5 N

CALICATA: 01 PROFUNDIDAD 1.50 m. MUESTRA 01

FECHA MUESTREO: 05/02/2020 **FECHA ENSAYO:** 10/02/2020

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Prueba de análisis granulométrico

Tamiz		Peso Retenido, g	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación	Descripción
Pulgada	mm.						
3"	76.200						Datos:
2 1/2"	63.500						Peso Total muestra seca 615.0 g.
2"	50.800						Material retenido tamiz N°4 147.6 g.
1 1/2"	38.100						Material pasado tamiz N°4 467.4 g.
1"	25.400						Fracción húmeda agregado fino 101.1 g.
3/4"	19.050						Fracción seca agregado fino 100.0 g.
1/2"	12.700			0.0	100.0		Material pasado tamiz N° 200 25.2 g.
3/8"	9.525	36.9	6.0	6.0	94.0		Humedad agregado fino 1.1 %.
1/4"	6.350	49.2	8.0	14.0	96.0		Tamaño Máximo (pulgada) 1/2"
N° 4	4.750	61.5	10.0	24.0	76.0		Proporciones
N° 6	3.360	55.4	9.0	33.0	87.0		Agregado Grueso, retenido 24.0 %
N° 8	2.380	43.1	7.0	40.0	90.0		Agregado Fino, retenido 76.0 %
N° 10	2.000	4.9	0.8	40.8	99.2		Fino para tamiz N° 200 4.1 %
N° 16	1.180	15.4	2.5	43.3	96.7		Clasificación SUCS / AASHTO
N° 20	0.840	22.1	3.6	46.9	93.1		Límite Líquido ASTM D 4318 98.8 %
N° 30	0.595	25.2	4.1	51.0	49.0		Índice Plástico ASTM D 4318 NP
N° 40	0.420	61.5	10.0	61.0	39.0		Clasificación SUCS SP
N° 50	0.297	67.7	11.0	72.0	28.0		Clasificación AASHTO A-1-b (1.0)
N° 60	0.177	49.2	8.0	80.0	20.0		Coefficiente / Diámetro
N° 100	0.148	56.6	9.2	89.2	10.8		D ₁₀ 2.38 %
N° 200	0.074	41.2	6.7	95.9	4.1		Cu = 17.37 D ₃₀ 0.32 %
pass		25.2	4.1	100.0	0.0		Cc = 0.31 D ₆₀ 0.14 %



Nota: SP Arena mal graduada con Grava


JORGE ROMERO PUJARALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 8009


TIRSO ARENAS URQUIZA
 INGENIERO EN CONTROL DE CALIDAD
 CP N° 4876

	LIMITES DE ATTERBERG			Código	GDC-FI-003
				Versión	01
				Fecha	04/07/2017
	NORMA MTC E 310 / MTC E 111 / ASTM D 4358			Página	01
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES					
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM		537144.9 E 1182107.5 N
CALICATA	01	PROFUNDIDAD	1.50 m.	MUESTRA	01
FECHA MUESTREO	09/02/2020		FECHA DE ENSAYO 11/02/2020		

PARTIDA

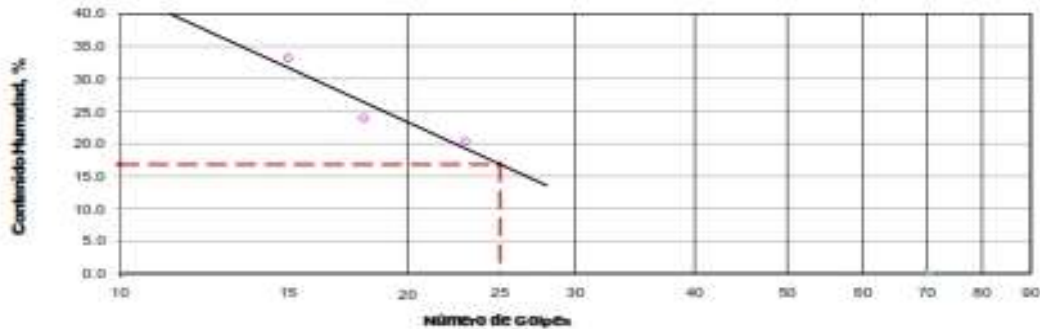
TIERRAS/ARENAS	<input type="checkbox"/>	AFRASCOS	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUE BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Proceso límites atterberg

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	01	02	03	01	02
Ensayo No.	01	02	03	01	02
Cápsula No.	02	03	01		
Peso Cápsula + Suelo Húmedo, g	77.88	77.88	81.28		
Peso Cápsula + Suelo Seco, g	68.58	70.27	74.38		
Peso agua, g	8.82	8.73	6.82		
Peso de la Cápsula, g	41.36	42.13	40.83		
Peso Suelo Seco, g	27.22	28.14	33.55		
Contenido de Humedad, %	33.14	23.92	20.33		
Número de Golpes	18	18	23		

Límite Líquido, % 18.8 Límite Plástico, % 0.0 Índice plástico, % NP

diagrama de fluidez




Ensayo efectuado con material pasando por el tamiz N° 40

Nota


JORGE RICARDO PUMATA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88000


TIROSO ARENAS URGULOSO
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 18796

	ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	DOC-FY-006
			Versión	01
	NORMA MTC E 117 / ASTM D 1556 / NTP 339.143		Fecha	00/01/1900
			Página	01
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537144.5 E 1168197.5 N	
CALCATA	01	PROFUNDIDAD 1.50 m	MUESTRA 01	
FECHA MUESTREO	09/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020

PARTIDA

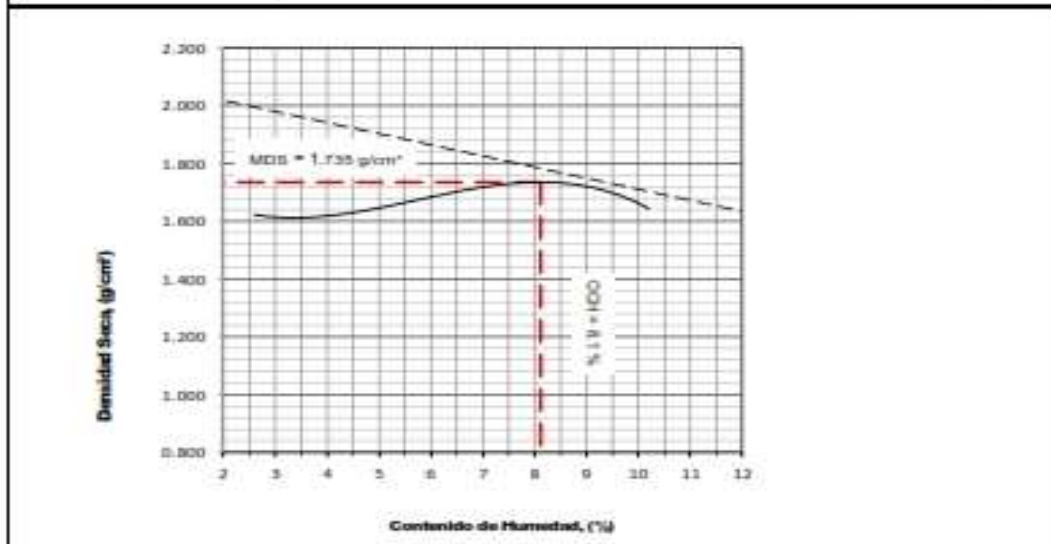
TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRANCO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo Proctor Modificado

Método Compactación :	C	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Estándar	27.7 Kg.cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde, g.	9604.0	9915.0	10070.0	10023.0
02 - Peso del Molde, g.	6082.6	6082.6	6082.6	6082.6
03 - Peso Suelo Humedo, g.	3521.4	3735.4	3952.4	3940.4
04 - Volumen del Molde, cm ³	2107.0	2107.0	2107.0	2107.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm ³	1.671	1.773	1.876	1.870
06 - Tarro, N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro, g.	400.0	400.0	400.0	400.5
08 - Peso suelo seco + tarro, g.	356.0	375.0	370.0	366.6
09 - Peso del agua, g.	14.0	22.0	36.0	33.9
10 - Peso del tarro, g.	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g.	356.0	375.0	370.0	366.6
12 - Contenido de Humedad, %.	3.8	5.8	8.1	9.2
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm ³	1.813	1.676	1.735	1.713

Contenido Óptimo Humedad : 6.1 %

Maxima Densidad Seca MDS : 1.735 g/cm³



Nota :

Peso específico del material = 2.100 g/cm³


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 8826


TIROSO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CP N° 16796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	PERFIL ESTRATIGRAFICO	Código	GOC-FI-006
		Versión	01
		Fecha	01/10/2019
		Página	01
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
CALICATA	01	ELEVACION, msnm	105.721
REGISTRO	M 01 - 2020	CONDICION SUPERFICIAL	SUELO SECO
		COORDENADAS UTM	537144.5 E 1108197.5 N
		PROFUNDIDAD TOTAL, m	1.70
		NIVEL FREATICO, m	-

ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488)

Profundidad, m.	Simbología SUELO	Descripción Campo	Análisis Granulométrico, %			Límites de Atterberg	
			Feltarse Tazim N° 4	Pasa Tazim N° 4	Pasa Tazim N° 200	Límite Líquido, %	Índice Plasticidad, %
0.1		Carpeta Asfáltica					
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0	SP	Arena mal graduada, color beige claro, humedad ligera, poca plasticidad, compacta, con agregado grueso disperso	24.0	76.0	4.1	16.5	NP
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							



[Signature]
JORGE RICARDO PLUMAYAL
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88206

[Signature]
TISSO ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 16796

3.- Calicata 02

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	IOC-Fr-142
			Versión	01
	NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12		Fecha	01/10/2019
	LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		Página	01
PROYECTO DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD				
SOLICITA BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD			COORDENADAS UTM 537147.4 E 1168157.1 N	
CALICATA	02	PROFUNDIDAD 1.50 m.	MUESTRA	01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO 15/02/2020	

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRANADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Fractions de analyse granulométrique

Tamices		Peso Retenido, g	% Retiene Parcial	% Retiene Acumulado	% que Pasa	Especificación	Descripción
Pulgada	mm.						
Datos :							
3"	75.200						Peso Total muestra seca 609,0 g.
2 1/2"	63.500						Materia retenida tamiz N°4 163,4 g.
2"	50.800						Materia pasante tamiz N°4 441,7 g.
1 1/2"	38.100						Fración humeda agregado fino 103,2 g.
1"	25.400						Fración seca agregado fino 102,1 g.
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700	46.4	6.0	6.0	92.0		Materia pasante tamiz N° 200 6.5 g.
3/8"	9.525	42.4	7.0	13.0	85.0		Humedad agregado fino 1.1 %
1/4"	6.350	46.4	6.0	23.0	77.0		Tamaño Máximo (pulgada) 19 1/2
N° 4	4.750	24.2	4.0	27.0	73.0		Proporciones
N° 6	3.360	21.2	3.5	30.5	69.5		Agregado Grueso, retenido 27.0 %
N° 8	2.350	11.5	1.9	28.9	67.8		Agregado Fino, retenido 73.0 %
N° 10	2.000	4.8	0.8	29.7	66.8		Fino para tamiz N° 200 1.4 %
N° 16	1.190	15.8	3.1	32.8	63.7		Clasificación SUCS / AASHTO
N° 20	0.840	27.2	4.5	37.3	59.2		Límite Líquido - ASTM D 4318 16.0 %
N° 30	0.590	24.8	4.1	41.4	55.1		Índice Plástico - ASTM D 4318 NP
N° 40	0.425	49.6	8.2	49.6	48.8		Clasificación SUCS SP
N° 50	0.297	65.3	14.1	63.7	32.8		Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 60	0.177	78.8	12.7	76.4	20.1		Coefficiente / Diámetro
N° 100	0.149	83.5	10.5	86.9	9.8		D ₆₀ = 0.85 %
N° 200	0.074	49.6	8.2	35.1	1.4		D ₃₀ = 0.28 %
passa		8.5	1.4	36.5	0.0		D ₇₅ = 0.15 %



Nota:

SP Arena mal gradua.


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 68008


TESIS ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 18796

	LIMITES DE ATTERBERG		Código	GOC-FI-003	
			Versión	01	
			Fecha	04/07/2017	
			Página	01	
NORMA MTC E 110 / MTC E 111 / ASTM D 4318					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES					
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM: 537147.4 E 1186157.1 N		
CALICATA	02	PROFUNDIDAD	1.50 m	MUESTRA	01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA DE ENSAYO		11/02/2020

PARTIDA

TERRAJES ARRIBADO RELLENOS MEJORAMIENTO
 SUB BASE GRANULAR BASE GRANULAR TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA
 MEZCLA ASFALTICA CONCRETO PORTLAND PAVIMENTO OTROS

Ensayo límites atterberg:

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	01	02	03		
Ensayo No.	01	02	03		
Cápsula No.	03	02	01		
Peso Cápsula + Suelo Húmedo, g.	75.88	76.50	81.50	NP	
Peso Cápsula + Suelo Seco, g.	68.58	70.30	74.62		
Peso agua, g.	8.30	6.20	7.08		
Peso de la Cápsula, g.	42.13	41.36	40.83		
Peso Suelo Seco, g.	26.82	28.94	33.59		
Contenido de Humedad, %	25.84	21.42	21.08		
Número de Golpes	14	17	19		

Límite Líquido, % 16.0 Límite Plástico, % 0.0 Índice plástico, % NP

Diagrama de fluidez




Ensayo efectuado con material pasando por el tambo N° 40

Nota


JORGE ROMERO PUMAÑALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 88008


TICHO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CP: 18798

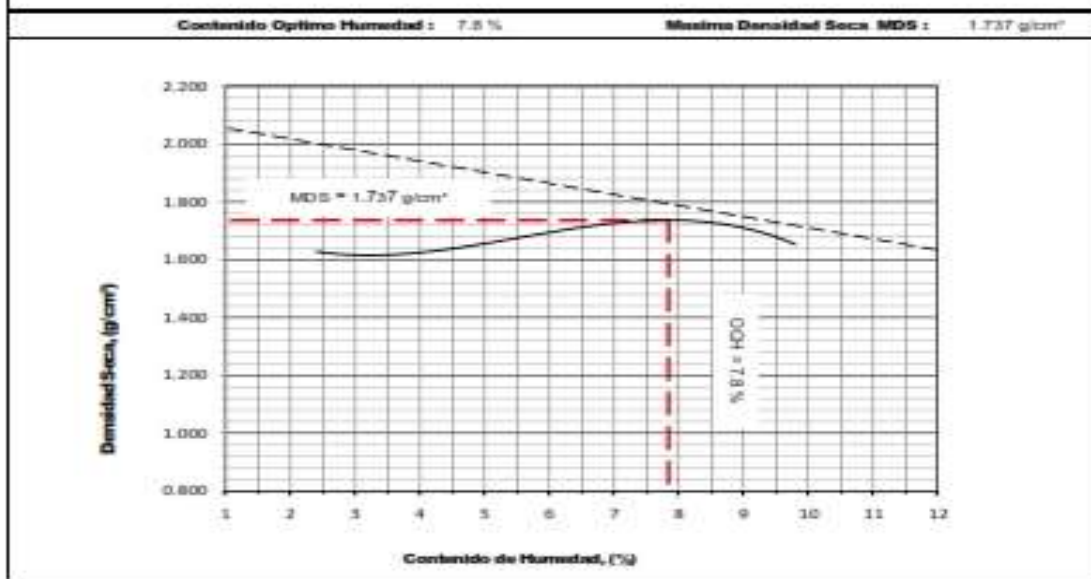
	ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	DOC-Fr-008
			Versión	01
	NORMA MTC E 117 / ASTM D 1556 / NTP 339.143		Fecha	00/01/1900
			Página	01
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM	537147.4 E 1168157.1 N
CALCATA	02	PROFUNDIDAD	1.50 m	MUESTRA 01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020

PARTIDA

TIERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRIBADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>


Ensayo Proctor Modificado

Método Compactación :	°C	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Estándar	27.7 Kg-cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo * Molde, g.	3633.5	3617.8	10012.1	10023.0
02 - Peso del Molde, g.	6062.6	6062.6	6062.6	6062.6
03 - Peso Suelo Humedo, g.	3520.9	3735.2	3929.5	3940.4
04 - Volumen del Molde, cm ³	2107.0	2107.0	2107.0	2107.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm ³	1.671	1.773	1.865	1.870
06 - Tare, N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo * tare, g.	400.0	400.0	400.0	400.0
08 - Peso suelo seco * tare, g.	387.0	378.8	372.0	368.0
09 - Peso del agua, g.	13.0	21.2	28.0	32.0
10 - Peso del tarro, g.	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g.	387.0	378.8	372.0	368.0
12 - Contenido de Humedad, %	3.4	5.6	7.5	8.8
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm ³	1.816	1.679	1.735	1.719




JORGE ROMERO PUNATALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 68006


TINO ARENAS URCAIACO
 ING. QUÍMICA DE CALIDAD
 CP 18706

	PERFIL ESTRATIGRAFICO	Código	GOC-Fr-006
	NTP 330.150.2001	Versión	01
	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	Fecha	01/10/2019
		Página	01

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537147.4 E 1100157.3 N		
CALICATA	02	ELEVACIÓN, msnm	505.722	PROFUNDIDAD TOTAL, m	1.70
REGISTRO	M 02 - 2020	CONDICION SUPERFICIAL	SUELO SECO ARCILLA	NIVEL FREATICO, m	--

ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488)

Profundidad, m.	Simbología SUCS	Descripción Campo	Análisis Granulométrico, %			Límites de Atterberg	
			Retiene Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 200	Límite Líquido, %	Índice Plasticidad, %
0.1		Carpeta Asfáltica					
0.2							
0.3	SP	Arenas gruesas, pobremente graduada, color beige claro, humedad ligera, poca plasticidad, compacta, con agregado grueso disperso	27.0	73.0	1.4	16.0	NP
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0							
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							




JORGE ROMERO FUMAYAL
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88008


TIHISO ARENAS URQUIZA
 ING. CIVIL EN LA CALIDAD
 CIP: 88766

4.- Calicata 03

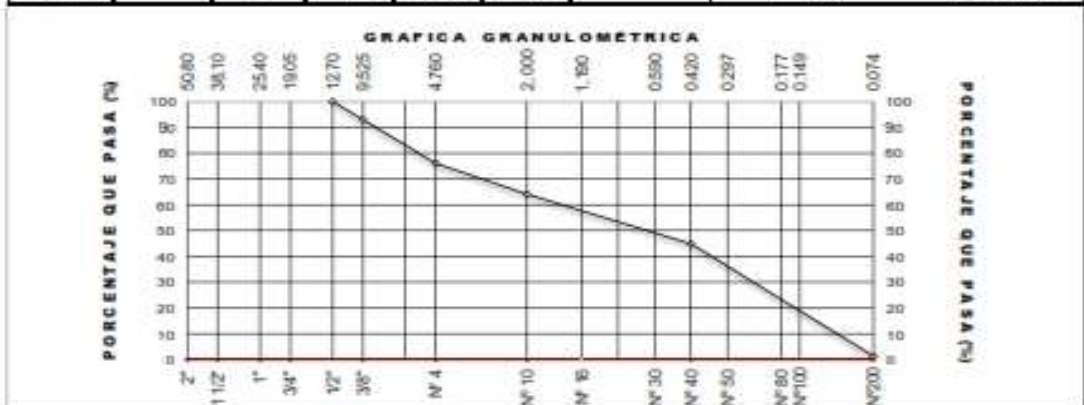
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	GOC-Py-142
			Versión	01
	NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12		Fecha	01/10/2018
	LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		Página	01

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD	COORDENADAS UTM	537150 1 E 1168112.7 N
CALICATA	03	PROFUNDIDAD	1.50 m.
FECHA MUESTREO	05/02/2020	FECHA ENSAYO	10/02/2020

PARTIDA	TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFORNADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Presentación de análisis granulométrico


Tamices	Peso Retenido, g.	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación	Descripción
3"	76.208					Datos :
2 1/2"	50.800					Peso Total muestra seca 502.0 g.
2"	50.800					Material retenido tamiz N°4 120.5 g.
1 1/2"	35.108					Material pasante tamiz N°4 381.5 g.
1"	25.400					Fracción húmeda agregado fino 86.1 g.
3/4"	18.050					Fracción seca agregado fino 95.2 g.
1/2"	12.700			100.0		Material pasante tamiz N° 200 6.5 g.
3/8"	9.525	35.1	7.0	63.0		Humedad agregado fino 0.6 %
1/4"	6.350	45.2	9.0	54.0		Tamaño Máximo (pulgada) 1/2"
N° 4	4.760	40.2	8.0	76.0		Proporciones
N° 6	3.380	35.1	7.0	86.0		Agregado Grueso, retenido 24.0 %
N° 8	2.380	35.1	7.0	87.1		Agregado Fino, retenido 76.0 %
N° 10	2.000	15.1	3.0	84.1		Fino para tamiz N° 200 1.3 %
N° 16	1.190	14.1	2.8	81.3		Clasificación SUCS / AASHTO
N° 20	0.840	16.1	3.2	86.1		Límite Líquido ASTM D 4318 15.1 %
N° 30	0.590	20.6	4.1	84.0		Índice Plástico ASTM D 4318 NP
N° 40	0.420	46.2	9.2	53.8		Clasificación SUCS SP
N° 50	0.297	70.8	14.1	29.2		Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 60	0.177	51.2	10.2	48.8		Coefficiente / Diámetro
N° 100	0.149	45.2	9.0	54.8		$D_{10} = 1.03 \%$
N° 200	0.074	51.2	10.2	48.8		$C_u = 7.68$
pesa	6.5	1.3	100.0	0.0		$D_{30} = 0.29 \%$
						$C_c = 0.61$
						$D_{60} = 0.13 \%$



Nota : SP: Arena mal graduada con Grava

JOSÉ GUILLERMO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 86606

INGENIERO ARIEL RUIZ RAFAEL
ING. CIVIL DE CALIDAD
CIP 16384

	LIMITES DE ATTERBERG		Código	GDC-FI-003
			Versión	01
			Fecha	04/07/2017
	NORMA MTC E 110 / MTC E 111 / ASTM D 4318		Página	01

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD

SOLICITA BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL

UBICACIÓN PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD COORDENADAS UTM 537150.1 E 1168112.7 N

CALICATA 03 PROFUNDIDAD 1.50 m MUESTRA 01 FECHA 00/01/1900

FECHA MUESTREO 05/02/2020 **FECHA DE ENSAYO** 11/02/2020

PARTIDA

TERMINALES ARRIBADO RELLENOS MEJORAMIENTO

SUB BASE GRANULAR BASE GRANULAR TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASPALTICA

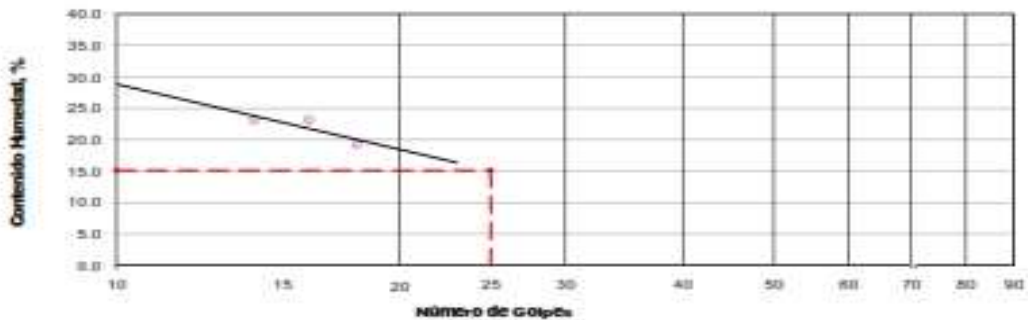
MEZCLA ASFALTICA CONCRETO PORTLAND PAVIMENTO OTROS

Ensayo límites atterberg

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
Ensayo No.	01	02	03		
Cápsula No.	01	02	03		
Peso Cápsula + Suelo Húmedo, g.	75.00	78.20	80.60		
Peso Cápsula + Suelo Seco, g.	68.50	71.27	74.38		
Peso agua, g.	6.42	6.93	6.22		
Peso de la Cápsula, g.	40.83	41.36	42.13		
Peso Suelo Seco, g.	27.75	29.91	32.25		
Contenido de Humedad, %	23.14	23.17	19.28		
Número de Golpes	14	16	18		

Límite Líquido, % 25.1 Límite Plástico, % 0.0 Índice plástico, % NP

Diagrama de fluidez



Ensayo efectuado con material presente por el tante N° 40

Nota


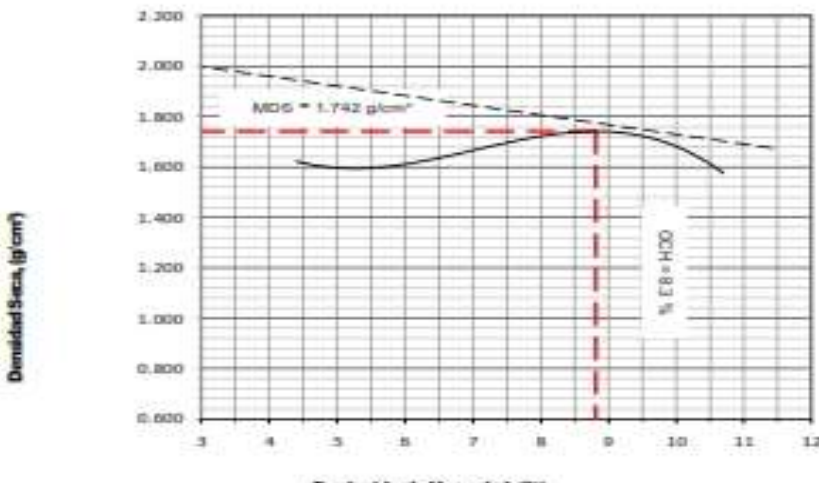

JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 48008


TIROSO ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	GOC-Ft-008
			Versión	01
	NORMA MTC E 117 / ASTM D 1556 / NTP 309.143		Fecha	00/01/1900
			Página	01
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537150.1 E 1188112.7 N	
CALCATA	03	PROFUNDIDAD 1.50 m.	MUESTRA 01	
FECHA DE MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020
PARTIDA	<input type="checkbox"/> TERRAPLENES <input type="checkbox"/> ARMADO <input type="checkbox"/> RELLENOS <input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SUBBASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MEZCLA ASFALTICA <input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND <input type="checkbox"/> PAVIMENTO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
<u>Prueba Proctor Modificada</u>				
Método Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Estándar	27.7 Kg cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo * Molde, g	9608.0	9822.0	10548.0	10017.0
02 - Peso del Molde, g	6082.6	6082.6	6082.6	6082.6
03 - Peso Suelo Humedo, g	3525.4	3739.4	3962.4	3934.4
04 - Volumen del Molde, cm ³	2107.0	2107.0	2107.0	2107.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm ³	1.673	1.775	1.881	1.867
06 - Torno N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo * tarro, g	408.5	407.8	406.0	403.0
08 - Peso suelo seco * tarro, g	387.5	382.0	375.7	369.2
09 - Peso del agua, g	19.0	25.8	30.3	33.8
10 - Peso del tarro, g	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g	387.5	382.0	375.7	369.2
12 - Contenido de Humedad, %	4.9	6.5	8.1	9.2
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm ³	1.593	1.688	1.740	1.710
Contenido Óptimo Humedad : 8.3 %		Maxima Densidad Seca MDS : 1.742 g/cm³		
				

Nota :

Peso específico del material = 2.100 g/cm³



JUAN JOSÉ GUILLERMO CHÁVEZ REYES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88008


DANIEL RAFAEL RUIZ
 Ing. Civil
 CIP N° 87756

REVISADO POR: GESTOR CHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	RELACION DE SOPORTE - CBR		Código	GOC-Fr-007	
	NORMA MTC E 132 / ASTM D 1553 / AASHTO T 193		Versión	01	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			Fecha	04/07/2017	
			Página	01	
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM	537150.1 E 1166112.7 N	
CALCATA	03	PROFUNDIDAD	1,50 m.	MUESTRA	01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020	

PARTIDA

TERRAPLENES AFIRMACO RELLENO MEJORAMIENTO

SUB BASE GRANULAR BASE GRANULAR TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA

MEZCLA ASFALTICA CONCRETO PORTLAND PAVIMENTO OTROS

Ensayo:

COMPACTACION						
Molde N°	2		6		1	
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 molde + Suelo húmedo (g)	10.072.0	10.202.0	9.902.0	9.947.0	9.705.0	9.641.0
Peso molde (g)	6.069.0	6.069.0	6.112.0	6.112.0	6.055.0	6.066.0
Peso del suelo húmedo (g)	4.003.0	4.133.0	3.790.0	3.835.0	3.617.0	3.703.0
Volumen del molde (cm ³)	2.146.0	2.146.0	2.147.0	2.147.0	2.155.0	2.155.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.864	1.924	1.765	1.786	1.678	1.742
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	469.0	555.2	459.0	505.6	462.0	542.3
Peso suelo seco + tara (g)	435.0	513.5	425.0	465.5	426.5	497.3
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	34.0	41.4	34.0	40.1	33.5	45.0
Peso de suelo seco (g)	435.0	513.5	425.0	465.5	426.5	497.3
Contenido de humedad (%)	7.82	8.06	8.00	8.62	7.82	9.04
Densidad seca (g/cm ³)	1.726	1.781	1.634	1.644	1.557	1.597

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/02/2020	07:12	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/02/2020	07:12	24	12.0	0.305	0.2	16.0	0.457	0.4	30.0	0.762	0.6
13/02/2020	07:12	48	15.0	0.361	0.3	20.0	0.506	0.4	33.0	0.836	0.7
14/02/2020	07:12	72	21.0	0.533	0.4	26.0	0.711	0.6	35.0	0.869	0.7

PENETRACION

Penetración, mm. (pulg.)	Carga Estandar kg/cm ²	Molde N° 19				Molde N° 20				Molde N° 21				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025	7	43			3	26			2	22			
1.270	0.050	10	55			5	47			5	34			
1.905	0.075	17	85			10	55			7	43			
2.540	0.100	25	116	241.9	17.7	15	76	173.3	12.7	11	59	134.6	9.9	
3.180	0.125	48	214			24	114			15	76			
3.810	0.150	60	346			46	214			26	220			
5.050	0.200	105.7	100	432	525.6	25.6	92	396	374.1	16.2	47	210	297.3	14.5
7.620	0.300		160	682			102	440			90	390		
10.160	0.400		205	870			160	662			120	515		

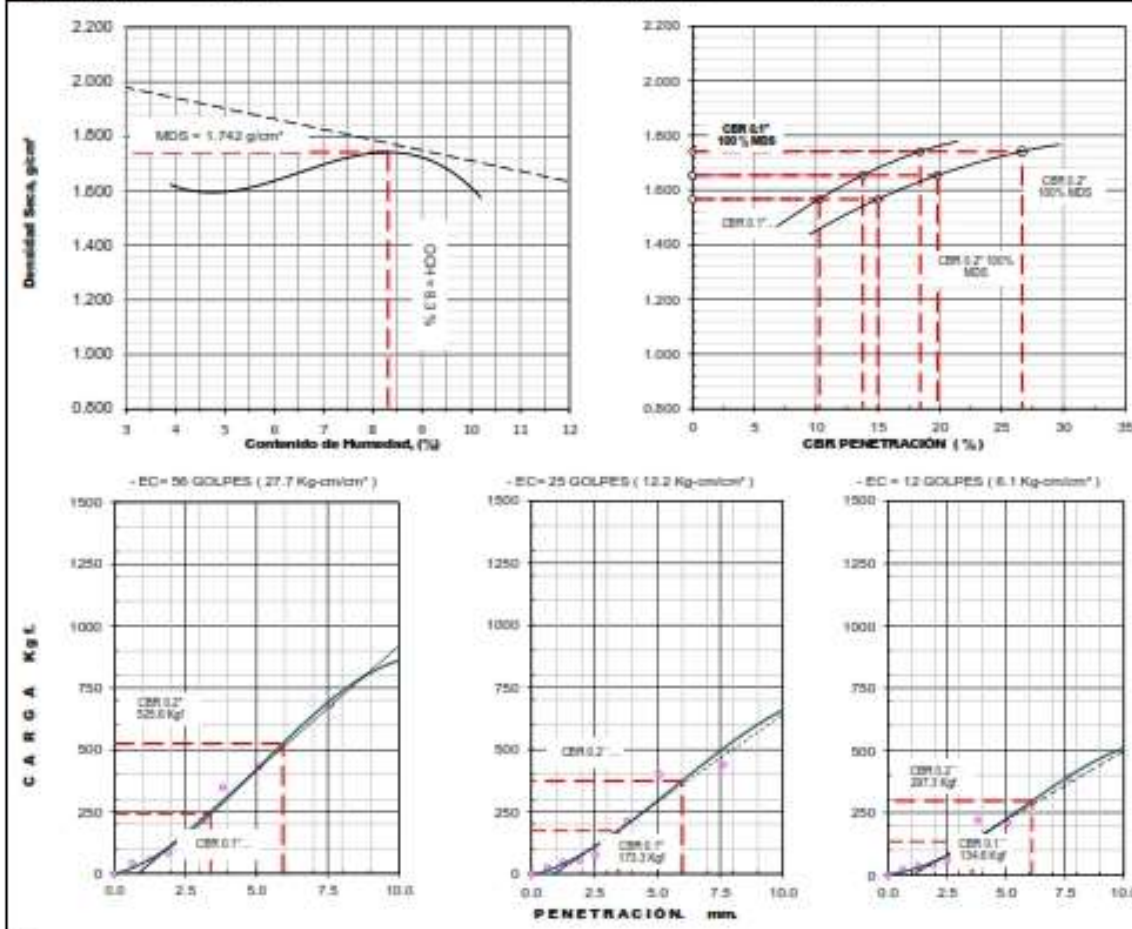
Nota


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88008


TIROSO ARENAS URQUIZA
 Ing. Civil de Calidad
 CIP: 18796

	RELACIÓN DE SOPORTE - CBR		Código	GDC-P-007
			Version	01
			Fecha	04/07/2017
			Página	01
NORMA MTC E 132/ASTM D 1853				
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D - 1557)		C
	PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.742
SOLICITA	BACH CHÁVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.3
	BACH RUIZ RAFAEL, DANIEL		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		[0.1"] 18.4 [0.2"] 26.7
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		[0.1"] 13.8 [0.2"] 19.8
MATERIAL	SUELO EXISTENTE (SUB RASANTE)		RET. ACUM. 34% 38% 7.0% N°4 26.0% N°200 1.3%		
PROFUNDIDAD	1.30 m		SUCS. SP LL 15.1% IP NP G _s		--
CALICATA	03 MUESTRA M-01		AASHTO A-1-6 (0)		EMBEUDO 01 sta EXPANSION N.E.
FECHA MUESTREO	05/02/2020		ABSORCION 8.1%		HUMEDAD PENETRACION 16.4%
			FECHA ENSAYO		11/02/2020



Nota:



JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88006


TIVISO ARENAS URQUIZA
 ING. CIVIL EN LA CALIDAD
 CIP 10726

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	PERFIL ESTRATIGRAFICO	Código	GDC-PT-006
	NTP 330.150.2001	Versión	01
	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	Fecha	01/10/2019
		Página	01

PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD

SOLICITA: BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL

UBICACIÓN: PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD COORDENADAS UTM: 537150.1 E 1188112.7 N

CALICATA: 03 ELEVACION, msnm: 105.718 PROFUNDIDAD TOTAL, m: 1.70

REGISTRO: M 03 - 2020 CONDICION SUPERFICIAL: SUELO SECO ARCILLA NIVEL FREATICO, m: --

ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488)

Profundidad, m.	Simbología, SUELO	Descripción Campo	Análisis Granulométrico, %			Límites de Atterberg	
			Retorno Tamiz N° 4	Fase Tamiz N° 4	Fase Tamiz N° 200	Límite Líquido, %	Índice Plastico, %
0.1		Carpeta Asfáltica					
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1	SP	Arena med. graduada, color beige clara, humedad ligera, poca plasticidad, compacta, con agregado grueso disperso	24.0	76.0	1.3	15.1	NP
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							




JORGE ROMERO PUNAVALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88008


TIROSO ARENAS URQUIZA
 Ing. Civil de Calidad
 CIP: 18716

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

5.- Calicata 04

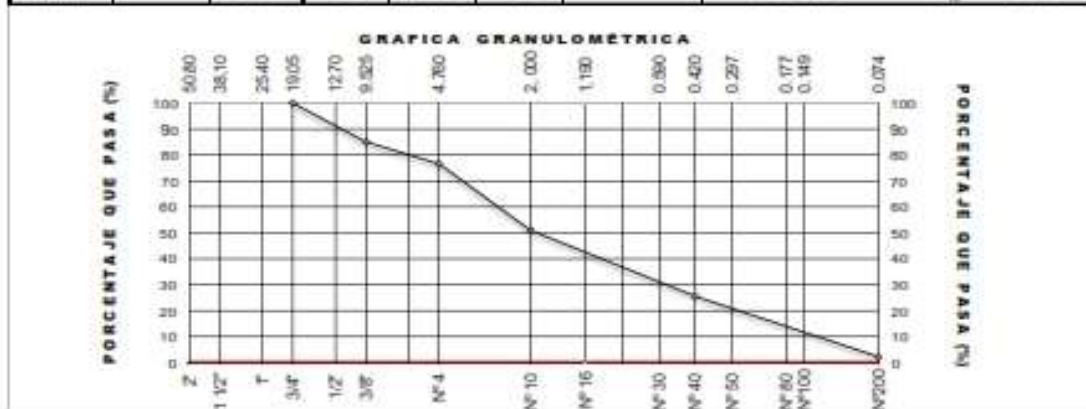
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	GOC-Py-142
			Versión	01
	NORMA: MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 406.12		Fecha	01/10/2018
	LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		Página	01

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	SACH CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; SACH RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD	COORDENADAS UTM	537153.4 E 1188085.7 N
CALICATA	04	PROFUNDIDAD	1.50 m
FECHA MUESTREO	05/02/2020	FECHA ENSAYO	10/02/2020

PARTIDA	TERRAJENES	<input type="checkbox"/>	AFRIMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo de análisis granulométrico.

Tamiz	Pulgada	mm.	Peso Retenido g	% Retena Parcial	% Retena Acumulado	% que Pasa	Especificación	Descripción
3"		76.200						Datos :
2 1/2"		63.500						Peso Total muestra seca 26,151.0 g.
2"		50.800						Material retenido tamiz N°4 287.0 g.
1 1/2"		38.100						Material pasante tamiz N°4 25,864.0 g.
1"		25.400						Fracción húmeda agregado fino 719.5 g.
3/4"		19.050				100.0		Fracción seca agregado fino 712.0 g.
1/2"		12.700	15.0	5.0	5.0	95.0		Material pasante tamiz N° 200 230.5 g.
3/8"		9.525	92.8	10.0	15.0	85.0		Humedad agregado fino 1.1 %
1/4"		6.350	75.0	8.0	23.0	77.0		Tamaño Máximo (pulgada) 3/4"
N° 4		4.750	105.0	0.4	23.4	76.6		Proporciones
N° 8		3.350	8.8	0.0	23.4	76.6		Agregado Grueso, retenido 1.1 %
N° 8		3.350	32.5	12.0	35.4	64.6		Agregado Fino, retenido 95.9 %
N° 10		2.000	96.0	13.6	49.0	51.0		Fino pasa tamiz N° 200 2.2 %
N° 16		1.180	0.0	0.0	49.0	51.0		Clasificación SUCS / AASHTO
N° 20		0.840	0.0	0.0	49.0	51.0		Límite Líquido - ASTM D 4318 15.4 %
N° 30		0.590	65.0	9.0	58.0	42.0		Índice Plástico - ASTM D 4318 3p
N° 40		0.420	118.0	16.4	74.4	25.6		Clasificación SUCS SP
N° 50		0.297	0.0	0.0	74.4	25.6		Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 60		0.177	0.0	0.0	74.4	25.6		Coefficiente / Diámetro
N° 100		0.149	102.0	14.2	88.6	11.4		Cu = 3.49 D ₆₀ 0.47 %
N° 200		0.075	66.0	9.2	97.8	2.2		Cc = 0.69 D ₁₀ 0.07 %
pasas			230.5	2.2	100.0	0.0		D ₁₀ 0.13 %



Nota :
SP - Arena mal graduada


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 58008


TESO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	LÍMITES DE ATTERBERG		Código	GOC-Fr-003
			Versión	01
			Fecha	04/07/2017
			Página	01
NORMA MTC E 118 / MTC E 111 / ASTM D 4318				

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD			
CALICATA	04	PROFUNDIDAD	1.50 m.	MUESTRA 01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA DE ENSAYO 11/02/2020	

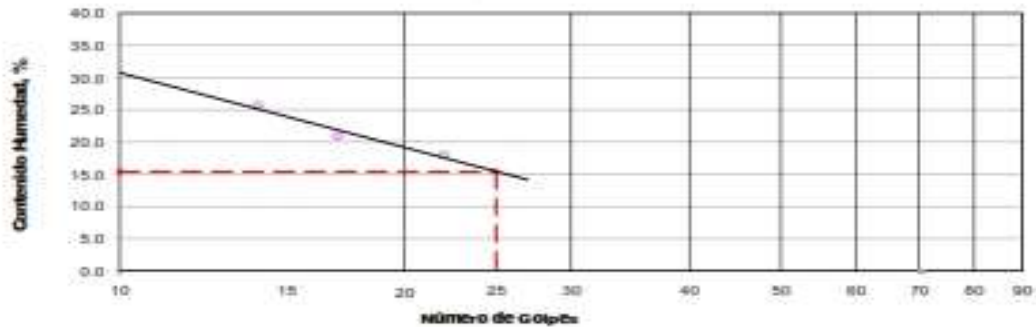
PARTIDA	<input type="checkbox"/> TERRALES <input type="checkbox"/> SUELO GRANULAR <input type="checkbox"/> VEZGA ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/> APRIMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/> RELLENOS <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFÁLTICA <input type="checkbox"/> PAVIMENTO	<input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO <input type="checkbox"/> OTROS
----------------	--	---	---	---

Ensayo límites atterberg

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	01	02	03		
Ensayo No.	01	02	03		
Cápsula No.	01	02	03		
Peso Cápsula + Suelo Húmedo, g	76.10	78.25	80.20		
Peso Cápsula + Suelo Seco, g	68.90	70.21	74.48		
Peso agua, g	7.20	8.04	5.72		
Peso de la Cápsula, g	40.83	41.36	42.13		
Peso Suelo Seco, g	28.07	28.85	32.35		
Contenido de Húmedad, %	25.65	27.84	17.67		
Número de Golpes	14	17	22		

Límite Líquido, % 15.4 Límite Plástico, % 0.0 Índice plástico, % NP

Diagrama de fluidez



Ensayo efectuado con material pasando por el tamiz N° 40

Nota


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 68006


TIROSO ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CP. 18705

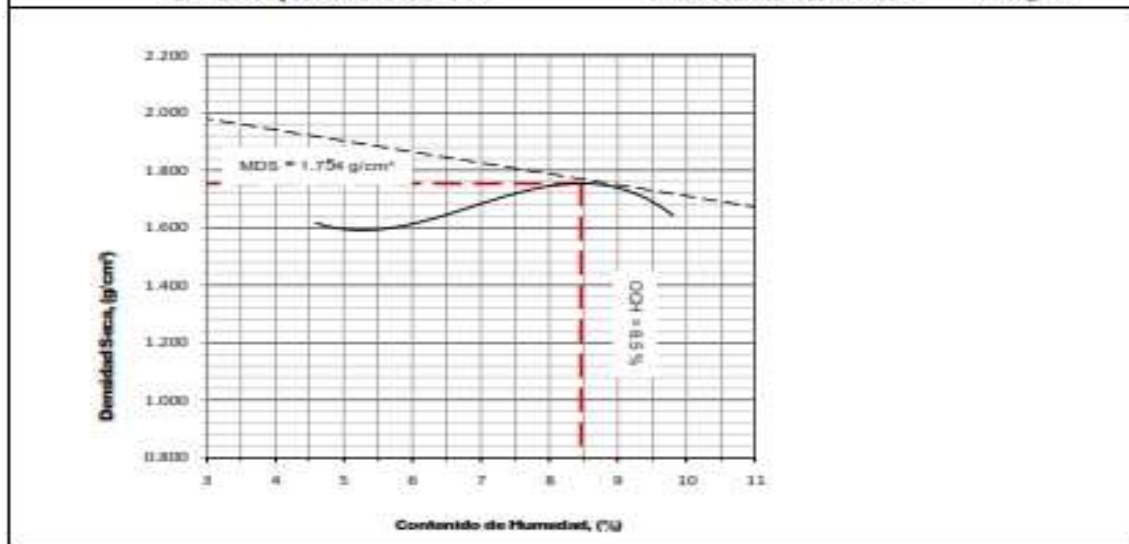
	ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	GDC-PY-008
			Versión	01
			Fecha	00/01/1900
			Página	01
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537153.4 E 1188065.7 N	
CALICATA	04	PROFUNDIDAD 1.50 m.	MUESTRA 01	
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020
PARTIDA	<input type="checkbox"/> TERRAPLENES <input type="checkbox"/> APISADO <input type="checkbox"/> RELLENOS <input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SUB BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MEZCLA ASFALTICA <input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND <input type="checkbox"/> PAVIMENTO <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>			

Proceso Especie Modificado

Método Compactación :	°C	Número de Golpes		56
Energía de Compactación - Estándar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo * Molde, g	9611.0	9635.0	10053.0	10029.0
02 - Peso del Molde, g	6082.6	6082.6	6082.6	6082.6
03 - Peso Suelo Humedo, g	3528.4	3752.4	3970.4	3946.4
04 - Volumen del Molde, cm ³	2107.0	2107.0	2107.0	2107.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm ³	1.675	1.781	1.884	1.873
06 - Tarró N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo * tarró, g	407.2	406.4	404.2	402.0
08 - Peso suelo seco * tarró, g	357.5	380.8	374.3	367.9
09 - Peso del agua, g	19.7	25.6	29.9	34.1
10 - Peso del tarró, g	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g	357.5	380.8	374.3	367.9
12 - Contenido de Humedad, %	5.1	6.8	8.0	9.3
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm ³	1.593	1.668	1.745	1.714

Contenido Óptimo Humedad : 8.5 %

Máxima Densidad Seca MDS : 1.754 g/cm³



Nota :

Peso específico del material = 2.100 g/cm³



JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 88036


TIROSO ARENAS URQUIZA
 Ing. Control de Calidad
 CR 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	PERFIL ESTRATIGRAFICO	Código	GOC-FI-385
		Versión	01
		Fecha	01/10/2019
		Página	01
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD	COORDENADAS UTM	537153.4 E 916005.7 N
CALICATA	04	ELEVACIÓN, msnm.	105.724
REGISTRO	M 04 - 2020	CONDICION SUPERFICIAL	SUELO SECO
		PROFUNDIDAD TOTAL, m.	1.70
		NIVEL FREÁTICO, m.	--

ESTANDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488)

Profundidad, m.	Simbología, SUCS	Descripción Campo	Análisis Granulométrico, %			Límites de Atterberg	
			Retiene Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 200	Límite Líquido, %	Índice Plastico, %
0.1		Carpeta Asfáltica					
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0	SP	Arena mal graduada, color beige claro, humedad ligera, poca plasticidad, compacta, con agregado grueso disperso	23.4	76.6	2.2	15.4	NP
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							




JORGE ROMERO PÁRAMARI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 68005



TIROSO ARENAS URQUIZA
 INGA. GEOTECNICA DE CALIDAD
 CHI 10706

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

6.- Calicata 05

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	GDC-FI-142
			Versión	01
	NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 406.12		Fecha	01/10/2019
	LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		Página	03

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	SACH CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; SACH RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD	COORDENADAS UTM	557156.0 E 1185023.6 N
CALICATA	05	PROFUNDIDAD	1.50 m
		MUESTRA	01
FECHA MUESTREO	05/02/2020	FECHA ENSAYO	10/02/2020

PARTIDA	TERAPIENES <input type="checkbox"/> AFIRMADO <input type="checkbox"/> RELLENOS <input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO <input type="checkbox"/> SUB BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA <input type="checkbox"/> MEZCLA ASFALTICA <input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND <input type="checkbox"/> PAVIMENTO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
----------------	---

Forma de análisis granulométrico

Tamizos	Pulgada	mm.	Peso Retenido, g	% Retenido		% que Pasa	Especificación	Descripción
				Parcial	Acumulado			
								Datos :
								Peso Total muestra seca 10.968.0 g
								Material retenido tamiz N°4 1113.0 g
								Material pasado tamiz N°4 17.853.0 g
								Fracción húmeda agregado fino 720.2 g
								Fracción seca agregado fino 712.0 g
								Material pasado tamiz N° 200 225.5 g
								Humedad agregado fino 1.2 %
								Tamaño Máximo (pulgada) 3/4"
								Proporciones
								Agregado Grueso, retenido 5.9 %
								Agregado Fino, retenido 94.1 %
								Fino pasa tamiz N° 200 2.8 %
								Clasificación SUCS / AASHTO
								Límite Líquido - ASTM D 4318 15.2 %
								Índice Plástico - ASTM D 4318 NP
								Clasificación SUCS SP
								Clasificación AASHTO A-3-4 (0)
								Coefficiente / Diámetro
								Cu + 4.05 D ₁₀ 0.49 %
								Cu + 0.074 D ₃₀ 0.07 %
								Cc = 0.09 D ₁₀ 0.12 %



Nota: SP Arena mal graduada


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 60000


TIROSO ARENAS URQUIZA
 Ing. Control de Calidad
 CP 18796

	LÍMITES DE ATTERBERG	Código	GOC-P-003
		Versión	01
		Fecha	04/07/2017
		Página	01
NORMA MTC E 110 / MTC E 111 / ASTM D 4318			

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES			
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD	COORDENADAS UTM	537156.0 E 1166023.6 N
CALCATA	05	PROFUNDIDAD	1.50 m. MUESTRA 01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA DE ENSAYO 11/02/2020

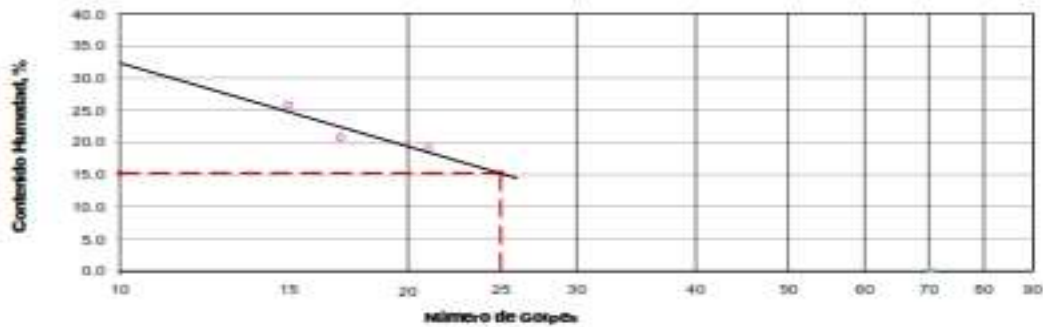
PARTIDA	TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRIMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Resumen límites atterberg

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	01	02	03		
Ensayo No.	01	02	03		
Cápsula No.	03	02	01		
Peso Cápsula + Suelo Humedo, g.	75.80	76.20	80.88		
Peso Cápsula + Suelo Seco, g.	66.90	70.21	74.40		
Peso agua, g.	8.90	5.99	6.48		
Peso de la Cápsula, g.	42.13	41.36	40.63		
Peso Suelo Seco, g.	24.77	28.85	33.77		
Contenido de Humedad, %	25.78	20.76	19.08		
Número de Golpes	15	17	21		

Límite Líquido, % 19.2 Límite Plástico, % 0.0 Índice plástico, % NP

Diagrama de fluidez



Ensayo efectuado con material pasado por el tamiz N° 40

Nota



JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 8666


TIRSO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 16796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

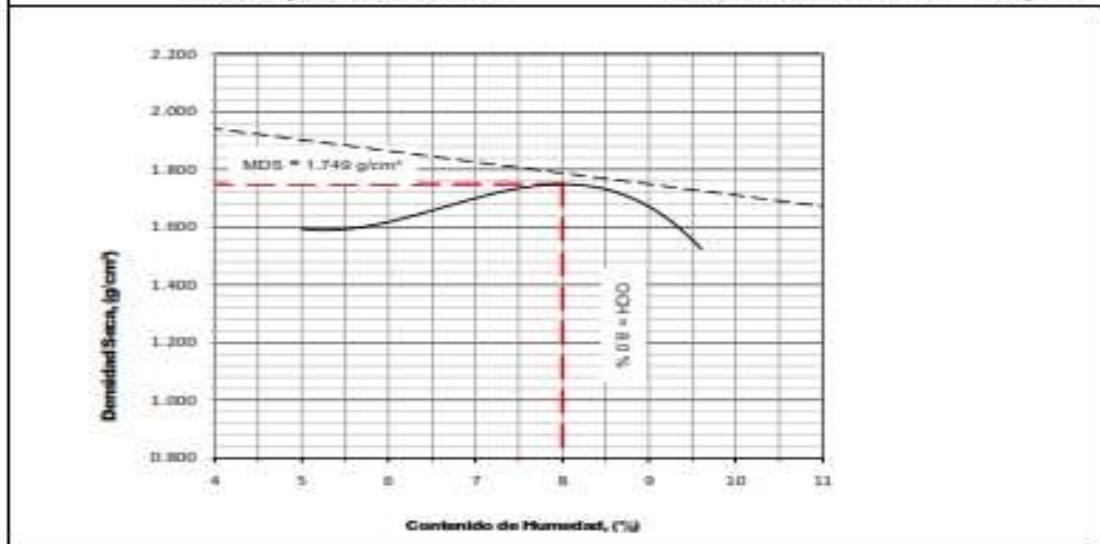
	ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	GDC-Fr-008
			Versión	01
			Fecha	08/01/1900
			Página	01
NORMA MTC E 117 / ASTM D 1556 / NTP 339 143				
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM: 337156.0 E 1168023.8 N	
CALCATA	05	PROFUNDIDAD: 1.50 m	MUESTRA: 01	
FECHA DE MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020
PARTIDA	<input type="checkbox"/> TERRALES <input type="checkbox"/> AFIRMAO <input type="checkbox"/> RELLENOS <input type="checkbox"/> MEJORAMIENTO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SUB BASE GRAVELAR <input type="checkbox"/> BASE GRAVELAR <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MECLA ASFALTICA <input type="checkbox"/> CONCRETO PORTLAND <input type="checkbox"/> PAVIMENTO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			

Prueba Proctor Modificada

Método Compactación	"C"	Número de Golpes		50
Energía de Compactación, Estándar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde, g.	9510.0	9525.0	10048.0	10025.0
02 - Peso del Molde, g.	6082.8	6082.8	6082.8	6082.8
03 - Peso Suelo Humedo, g.	3527.4	3742.4	3965.4	3942.4
04 - Volumen del Molde, cm ³	2107.0	2107.0	2107.0	2107.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm ³	1.674	1.778	1.882	1.871
06 - Tarrn, N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarrn, g.	407.0	407.2	405.0	401.0
08 - Peso suelo seco + tarrn, g.	367.5	362.0	375.7	369.2
09 - Peso del agua, g.	19.5	25.2	29.3	31.8
10 - Peso del tarrn, g.	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g.	367.5	362.0	375.7	369.2
12 - Contenido de Humedad, %.	5.31	6.96	7.8	8.6
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm ³	1.594	1.666	1.746	1.723

Contenido Óptimo Humedad : 8.0 %

Máxima Densidad Seca MDS : 1.749 g/cm³



Nota:

Peso específico del material = 2.100 g/cm³



JORGE ROMERO PUMARJAL
 Ingeniero Civil
 CIP N° 69006


TIBERIO ARENAS URQUIZO
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 OIR 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	RELACION DE SOPORTE - CBR	Código	GOC-Fr-007
	NORMA MTC E 132 / ASTM D 1553 / AASHTO T 183	Versión	01
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		Fecha	04/07/2017
		Página	01
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCION DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD COORDENADAS UTM 537156.0 E 1166023.6 N		
CALCATA	05	PROFUNDIDAD	1,50 m.
FECHA MUESTREO	05/02/2020	MUESTRA	01
FECHA ENSAYO	11/02/2020		

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MECLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo:

COMPACTACION						
Molde N°	2		6		1	
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 molde + Suelo húmedo (g)	10.075.0	10.205.0	11.372.0	11.417.0	9.670.0	9.806.0
Peso molde (g)	6.069.0	6.069.0	7.540.0	7.540.0	6.045.0	6.045.0
Peso del suelo húmedo (g)	4.006.0	4.136.0	3.832.0	3.877.0	3.625.0	3.761.0
Volumen del molde (cm ³)	2.148.0	2.148.0	2.148.0	2.148.0	2.148.0	2.148.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.865	1.926	1.784	1.805	1.666	1.751
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	469.0	555.2	456.0	500.0	462.0	542.3
Peso suelo seco + tara (g)	435.0	513.6	425.0	466.5	428.5	497.3
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	34.0	41.4	33.0	35.1	33.5	45.0
Peso de suelo seco (g)	435.0	513.6	425.0	466.5	428.5	497.3
Contenido de humedad (%)	7.82	8.06	7.76	8.36	7.82	9.04
Densidad seca (g/cm ³)	1.730	1.762	1.655	1.665	1.565	1.666

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/02/2020	10:10	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
12/02/2020	10:10	24	12.0	0.305	0.3	16.0	0.457	0.4	30.0	0.762	0.6
13/02/2020	10:10	48	15.0	0.361	0.3	20.0	0.506	0.4	33.0	0.836	0.7
14/02/2020	10:10	72	21.0	0.533	0.4	26.0	0.711	0.6	35.0	0.889	0.7

PENETRACION

Penetración, mm. (pulg.)	Carga Estándar kg/cm ²	Molde N° 19				Molde N° 20				Molde N° 21				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025	7	43			5	34			3	26			
1.270	0.050	10	46			8	47			5	34			
1.905	0.075	17	71			12	64			9	51			
2.540	0.100	70.3	25	100	232.5	17.0	16	60	164.9	12.1	13	65	120.1	8.8
3.180	0.125		46	201			24	114			17	85		
3.810	0.150		60	334			46	206			23	110		
5.050	0.200	105.7	95	397	467.8	23.8	82	356	348.6	17.0	45	202	265.0	12.9
7.620	0.300		145	606			96	423			60	346		
10.160	0.400		180	752			150	641			105	452		

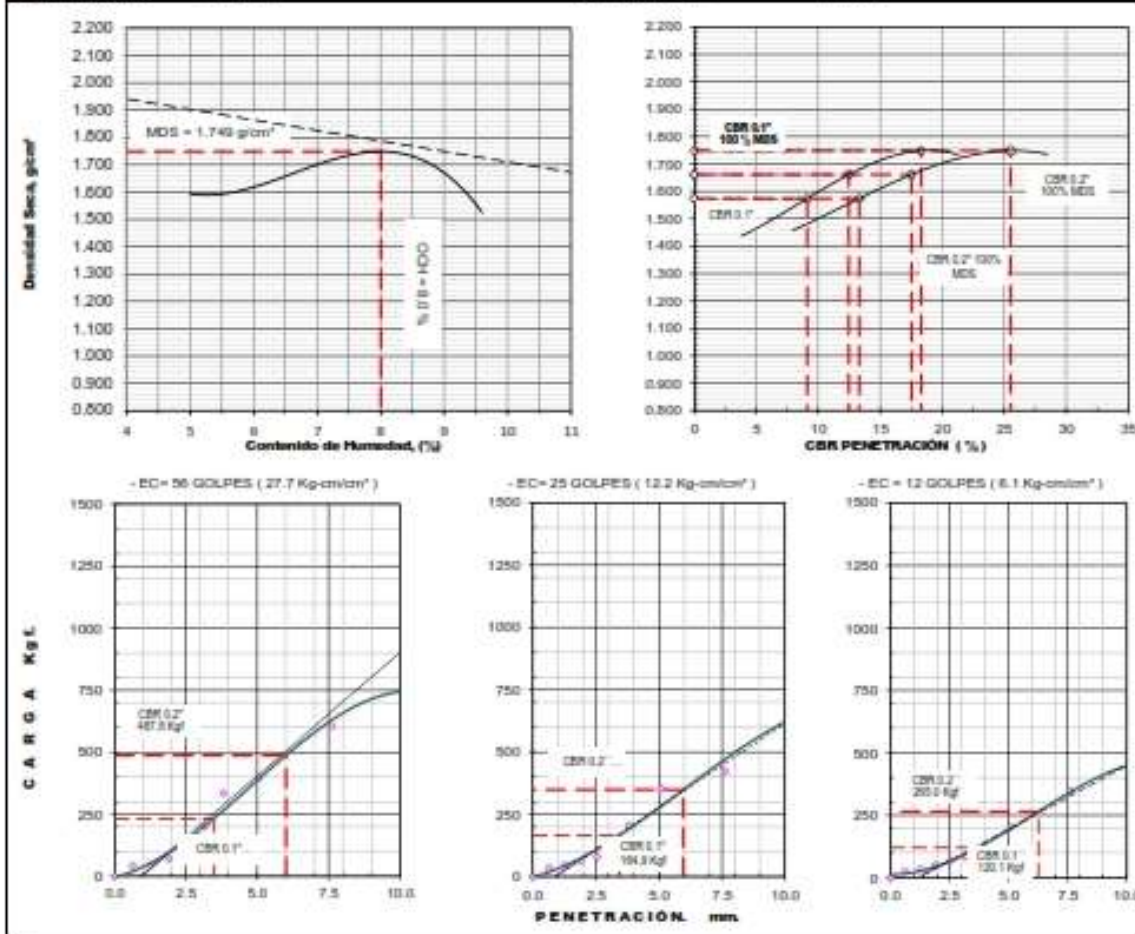
Nota


JORGE ROMERO PLAMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 68808


TINO ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CIR 16706

	RELACIÓN DE SOPORTE - CBR		Código	GOC-P-007
			Versión	01
			Fecha	04/07/2017
			Página	01
NORMA MTC E 152/ASTM D 1553				
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA		METODO DE COMPACTACION (ASTM D - 1557)	C
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1,740
UBICACION	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8,0
MATERIAL	SUELO EXISTENTE (SUB RASANTE)		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	[0.1"] 18,3 [0.2"] 25,5
PROFUNDIDAD	1,30 m		COORDENADAS UTM	537158,0 E 1168023,6 N
CALICATA	IS MUESTRA M-01		RET. ACUM	34" 0,0 % 38" 18,0 % N°4 28,5 % N°200 3,8 %
FECHA MUESTREO	05/02/2020		SUCS	SP LL 15,2 % SP NP G _s --
			AASHTO	A-2-4 (0) EMBERDO 01 día EXPANSION N.E.
			ABSORCION	8,1 % HUMEDAD PENETRACION
				18,1 %
			FECHA ENSAYO	11/02/2020



Nota:



JORGE ROMERO PUMAYAL
 Ingeniero Civil
 CP N° 88001


TITO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CP 18798

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	PERFIL ESTRATIGRAFICO	Código	GDC-FI-008
	NTP 339.150.2001	Versión	01
	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	Fecha	01/10/2019
		Página	01

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL		
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		
CALIGATA	05	ELEVACIÓN, msnm.	105.720
REGISTRO	M 05 - 2020	CONDICIÓN SUPERFICIAL	SUELO SECO ARCILLA
		COORDENADAS UTM	537156 8 E 1188231 8 N
		PROFUNDIDAD TOTAL, m.	1.70
		NIVEL FREÁTICO, m.	-

ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488)

Profundidad, m.	Simbología SUCS	Descripción Campo	Análisis Granométrico, %			Límites de Atterberg	
			Retiene Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 200	Límite Líquido, %	Índice Plástico, %
0.1		Carpeta Asfáltica					
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0	SP	Arena mal graduada, color beige claro, humedad ligera, poca plasticidad, compacta, con agregado grueso disperso	28.5	71.5	2.8	15.2	NP
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							




JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 88000



TIHAO ARENAS URQUIZA
 INGE. CONTR. DE CALIDAD
 CP: 18795

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

7.- Calicata 06

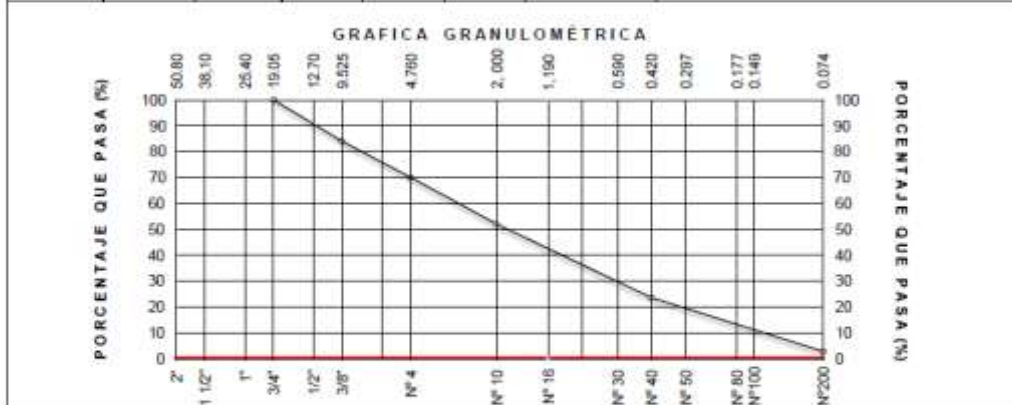
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	GOC-Fr-142
			Versión	01
			Fecha	01/10/2019
			Página	01
NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12				
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD	COORDENADAS UTM	537159.1 E 1167975.5 N		
CALICATA	06	PROFUNDIDAD	1.50 m	MUESTRA	01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	10/02/2020	

PARTIDA	TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRMOZO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
	SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo de análisis granulométrico

Tamices		Peso	% Retiene	% Retiene	% que	Especificación	Descripción
Pulgada	mm.	Retenido, g.	Parcial	Acumulado	Pasa		
3"	76.200						Datos :
2 1/2"	63.500						Peso Total muestra seca 17,255.0 g.
2"	50.800						Material retenido tamiz N°4 1095.0 g.
1 1/2"	38.100						Material pasante tamiz N°4 16,160.0 g.
1"	25.400						Fracion húmeda agregado fino 721.0 g.
3/4"	19.050				100.0		Fracion seca agregado fino 714.2 g.
1/2"	12.700	240.0	7.0	7.0	93.0		Material pasante tamiz N° 200 258.2 g.
3/8"	9.525	277.0	9.0	16.0	84.0		Humedad agregado fino 1.0 %.
1/4"	6.350	280.0	8.0	24.0	76.0		Tamaño Máximo (pulgada) 3/4"
N° 4	4.750	298.0	6.0	30.0	70.0		Proporciones
N° 6	3.360	0.0	0.0	30.0	70.0		Agregado Grueso, retenido 6.3 %
N° 8	2.380	30.0	8.0	38.0	62.0		Agregado Fino, retenido 93.7 %
N° 10	2.000	94.0	10.0	48.0	52.0		Fino pasa tamiz N° 200 2.8 %
N° 16	1.190	0.0	0.0	48.0	52.0		Clasificación SUCS / AASHTO
N° 20	0.840	0.0	6.0	54.0	46.0		Límite Líquido ASTM D 4318 16.5 %
N° 30	0.590	62.0	8.0	62.0	38.0		Índice Plástico ASTM D 4318 NP
N° 40	0.420	110.0	14.4	76.4	23.6		Clasificación SUCS SP
N° 50	0.297	0.0	0.0	76.4	23.6		Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 80	0.177	0.0	0.0	76.4	23.6		Coefficiente / Diámetro
N° 100	0.149	90.0	11.8	88.2	11.8		D ₅₀ 0.49 %
N° 200	0.074	70.0	9.0	97.2	2.8		Cu = 3.81 D ₃₀ 0.07 %
pasa		258.2	2.8	100.0	0.0		Cc = 0.09 D ₁₀ 0.13 %



Nota : SP Arena mal graduada



JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 58008


TIBERIO ARENAS URQUIZA
 Ing. Geotécnico de Geotecnia
 CIP N° 16796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	LÍMITES DE ATTERBERG		Código	GOC-Fr-003
			Versión	01
			Fecha	04/07/2017
	NORMA MTC E 110 / MTC E 111 / ASTM D 4318		Página	01
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537159.1 E 1167975.5 N	
CALICATA	06	PROFUNDIDAD	1.50 m.	MUESTRA 01
FECHA MUESTREO	05/02/2020		FECHA DE ENSAYO 11/02/2020	

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFRIMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENIOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

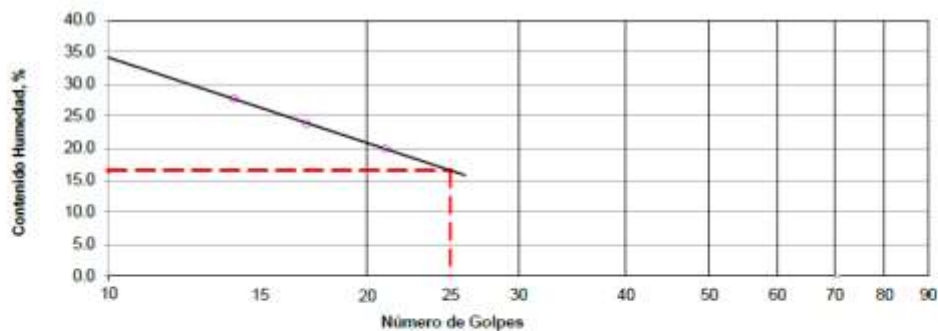
Ensayo límites atterberg

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	01	02	03		
Ensayo No.	01	02	03		
Cápsula No.	03	02	01		
Peso Cápsula + Suelo Húmedo, g.	76.20	77.10	81.00		
Peso Cápsula + Suelo Seco, g.	68.80	70.23	74.32		
Peso agua, g.	7.40	6.87	6.68		
Peso de la Cápsula, g.	42.13	41.36	40.83		
Peso Suelo Seco, g.	26.67	28.87	33.49		
Contenido de Humedad, %	27.75	23.80	19.95		
Número de Golpes	14	17	21		

NP

Limite Líquido, % 16.5 Limite Plástico, % 0.0 Índice plástico, % NP

Diagrama de Fluidez



Ensayo efectuado con material pasante por el tamiz Nº 40

Nota


JORGE ROMERO PUMATALL
Ingeniero Civil
CIP Nº 89006


TIROSO ARENAS URQUIZO
ING. CONTADOR DE CALIDAD
CIP: 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	GOC-Fr-006
			Versión	01
			Fecha	00/01/1900
			Página	01
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES				
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD			
SOLICITA	BACH. CHÁVEZ REYES, JUAN JOSÉ GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL			
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537159.1 E 1167975.5 N	
CALICATA	06	PROFUNDIDAD 1.50 m.	MUESTRA 01	
FECHA DE MUESTREO	05/02/2020		FECHA ENSAYO	11/02/2020

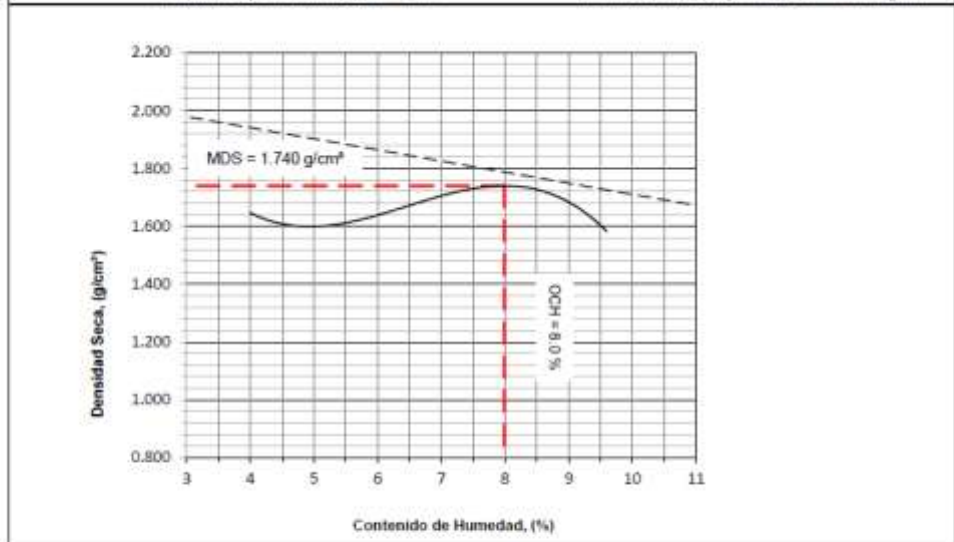
PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFERRADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo Proctor Modificado

Método Compactación :	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Estandar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde, g	9621.0	9835.0	10041.0	10020.0
02 - Peso del Molde, g	6082.6	6082.6	6082.6	6082.6
03 - Peso Suelo Humedo, g	3538.4	3752.4	3958.4	3937.4
04 - Volumen del Molde, cm³	2107.0	2107.0	2107.0	2107.0
05 - Densidad Suelo Humedo, g/cm³	1.679	1.781	1.879	1.869
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro, g.	406.8	407.1	405.8	401.2
08 - Peso suelo seco + tarro, g	387.3	382.2	375.8	369.4
09 - Peso del agua, g	19.5	24.9	30.0	31.8
10 - Peso del tarro, g.	0.0	0.0	0.0	0.0
11 - Peso suelo seco, g	387.3	382.2	375.8	369.4
12 - Contenido de Humedad, %	5.0	6.5	8.0	8.6
13 - Densidad del Suelo Seco, g/cm³	1.599	1.672	1.740	1.721

Contenido Optimo Humedad : 8.0 % Maxima Densidad Seca MDS : 1.740 g/cm³



Nota :

Peso específico del material = 2.100 g/cm³



JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 58000


TINO ARENAS URQUIZO
 Ing. Civil Titulo de Calidad
 CIP 16796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA.

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

	PERFIL ESTRATIGRAFICO	Código	GOC-Fr-006
	NTP 339.150.2001	Versión	01
	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	Fecha	01/10/2019
		Página	01

PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA CALLE REAL DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - CHEPÉN - LA LIBERTAD				
SOLICITA	BACH. CHAVEZ REYES, JUAN JOSE GUILLERMO; BACH. RUIZ RAFAEL, DANIEL				
UBICACIÓN	PUEBLO NUEVO - CHEPEN - LA LIBERTAD		COORDENADAS UTM 537159.1 E 1167975.5 N		
CALICATA	06	ELEVACION, msnm.	105.719	PROFUNDIDAD TOTAL, m.	1.70
REGISTRO	M 05 - 2020	CONDICIÓN SUPERFICIAL	SUELO SECO	NIVEL FREÁTICO, m.	--

ESTÁNDAR FOR DESCRIPTION IDENTIFICATION OF SOILS (VISUAL-MANUAL PROCEDURE) DESIGNATION (ASTM D2488)

Profundidad, m.	Simbología SUCS	Descripción Campo	Análisis Granulométrico, %			Límites de Atterberg	
			Retiene Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 4	Pasa Tamiz N° 200	Límite Líquido, %	Índice Plástico, %
0.1							
0.2		Carpeta Asfáltica					
0.3	SP	Arena mal graduada, color beige claro, humedad ligera, poca plasticidad, compacta, con agregado grueso disperso	30.0	70.0	2.8	16.5	NP
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0							
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							




JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88006


TIROSO ARENAS URQUIZA
 ING. CIVIL DE CALIDAD
 CIP: 10796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

Anexo 05: Figuras

Figura 19
Pavimento terminado de la calle Real.



Fuente: Elaboración de los autores.

Figura 20
Pavimento terminado de la calle Real.



Fuente: Elaboración de los autores.