



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Óptimo diseño estructural del pavimento flexible en el tramo cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa Ancash 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Renee Richard Valentín Castro (ORCID: 0000-0002-5791-9777)

Aldo Miguel Lunarejo Robles (ORCID: 0000-0002-7210-8833)

ASESOR:

Mg. Gloria Yulissa Aranguri Castillo (ORCID: 0000-0002-7232-0359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por darnos salud y guiarnos día tras día en el camino correcto.

A mis dos hijas Sheraly y Alessandra por ser mi motor y motivo en lograr mis objetivos.

A mi esposa por ser mi consejera ,por darme las fuerzas en los momentos difíciles y brindarme todo el apoyo.

Richard

A mis padres quienes con su amor, y paciencia me han permitido llegar a cumplir un sueño más, por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos por su apoyo, durante todo este proceso, A mi esposa por ser cómplice de todas mis retos y desafíos, y en especial a mi hijo Mateo, que es mi motor que me da fuerzas para seguir adelante.

Aldo

AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer en primer lugar a dios por haberles dado salud sabiduria por haberles llevado por el camino de bien. A sus familias especialmente a sus esposas e hijos pues ellos fueron el principal cimiento de los objetivos a seguir ; los autores tambien agradecen ala casa estudiantil la Universidad Cesar Vallejo de Chimbote y sobretodo a la plana de docentes de la Facultad de Ingenieria y la Escuela de Ingenieria civil, quienes con su sabiduria han logrado guiarlos en el camino de los saberes orientando y haciendo esfuerzos para un fin que es el objetivo que se plantearon. Y finalmente agradecemos a todas las personas que formaron parte de este proyecto de una u otra manera nos asesoraron en la presente tesis.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Renee Richard VALENTIN CASTRO y Aldo Miguel LUNAREJO ROBLES , con DNI N° 43865278 y 32885989 respectivamente en efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Titulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenieria , Escuela de Ingeniria Civil declaramos bajo juramento que toda la documentacion que acompaña es veraz y autentica.

Asi mismo, declaramos tambien bajo juramento que todos los datos e informacion que se presentan en la tesis son autenticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omision tanto de los documentos como de la informacion aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas academicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Chimbote, 03 de diciembre del 2019

Renee Richard VALENTIN CASTRO

DNI 43865278

Aldo Miguel LUNAREJO ROBLES

DNI: 32885989

INDICE

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD | iv |
| INDICE | v |
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| I .INTRODUCCION | 1 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 1 |
| 1.2. Trabajos previos | 2 |
| 1.3. Teorías relacionadas al tema | 5 |
| 1.3.1. Pavimento | 5 |
| 1.3.2. Estructura del pavimento | 5 |
| 1.3.2. Tipos de pavimento | 7 |
| 1.3.3. Métodos de diseño AASHTO | 8 |
| 1.3.4. Método de diseño Instituto del Asfalto..... | 12 |
| 1.3.5. Datos necesarios para el diseño..... | 15 |
| 1.4. Formulación del problema | 15 |
| 1.5. Justificación de estudio | 15 |
| 1.6. Objetivos | 16 |
| II .METODO | 17 |
| 2.1. Diseño de investigación | 17 |
| 2.2. Operacionalizacion de variable | 18 |
| 2.3. Población muestra y muestreo..... | 20 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 20 |
| 2.5. Procedimiento..... | 21 |
| 2.6. Métodos de análisis de datos | 22 |
| 2.7. Aspectos éticos | 22 |
| III. RESULTADOS | 23 |
| IV. DISCUSION | 30 |
| V. CONCLUSION | 31 |
| VI. RECOMENDACIÓN | 32 |

| | |
|--|-----|
| VII. REFERENCIA | 33 |
| VIII. ANEXO | 38 |
| Anexo I Matriz de consistencia..... | 39 |
| Anexo II Estudio de trafico..... | 41 |
| Anexo III Estudio de mecanica de suelo | 55 |
| Anexo IV Certificado de calibracion | 151 |
| Anexo V Tablas para diseño de pavimentos flexible metodo AASHTO 93 | 161 |
| Anexo VI Cartas de diseño metodo del Instituto del Asfalto | 173 |
| Anexo VII presupuesto | 190 |

RESUMEN

La presente tesis tiene como objeto realizar un óptimo diseño estructural del pavimento flexible utilizando y comparando entre las dos metodologías AASHTO 93 e Instituto del Asfalto, donde se determinó los espesores de la estructura del pavimento así como también su durabilidad, el estudio está enfocado para el tramo comprendido desde el cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa-Ancash-Peru.

Los parámetros principales que influyen en estos diseños son el módulo resiliente de la subrasante, el número de cargas de ejes equivalentes simples y la temperatura media anual del aire. Por otra parte, el CBR obtenido de la subrasante corresponde a un nivel de regular, un factor que fue en cierta medida determinante en la estructura del pavimento obtenido.

Se determinó que al aplicar el método AASHTO 93 se obtuvo los siguientes espesores estructurales del pavimento: carpeta asfáltica de 2 pulgadas, base de 8 pulgadas y sub base de 10 pulgadas; mientras que, con el método del Instituto del Asfalto: carpeta asfáltica de 4 pulgadas, base de 12 pulgadas y sub base de 14 pulgadas, esto demuestra que la diferencia más resaltante es en la capa superficial donde es mayor con la segunda metodología mencionada.

Después de diseñar la estructura del pavimento, y realizar la comparación entre ambos métodos, resultó que el diseño del pavimento flexible con el método AASHTO 93, es el más óptimo en comparación al método del Instituto del Asfalto.

Palabras claves: óptimo diseño del pavimento flexible

ABSTRACT

This thesis carries out a comparative study between the AASHTO 93 and Asphalt Institute methodologies, where its main objective is to determine the optimal design of the flexible pavement, in structural aspect of thicknesses, and durability, for in the crossing section of the center of the Castle village until kilometer 15 + 000 sector under the canal, populated center Cascajal Santa- Ancash- Peru.

The main parameters that influence these designs are the resilient module of the subgrade, the number of simple equivalent axle loads and the average annual air temperature. On the other hand, the CBR obtained from the subgrade corresponds to a level of poor to a factor that was somewhat determinant in the structure of the pavement obtained.

It was determined that by applying the AASHTO 93 method, the following structural pavement thicknesses were obtained: 2-inch asphalt binder, 8-inch base and 10-inch sub-base; while, with the Asphalt Institute method: 4-inch asphalt binder, 12-inch base and 14-inch sub base, this shows that the most prominent difference is in the surface layer where it is greater with the second methodology mentioned.

After designing the pavement structure, and making the comparison between the two methods, it turned out that the design of the flexible pavement with the AASHTO 93 method is the most optimal compared to the Asphalt Institute method.

Keywords: optimal flexible pavement design

I. INTRODUCCION

Realidad problemática, el transporte es un medio de comunicación de suma importancia, debido a que mueve la economía de cualquier país mediante el traslado de personas, animales, mercadería y mucho productos más, ayuda a la actividad económica acortando distancias de zonas rurales a zonas urbanas, debido a este principio es necesario contar con la infraestructura vial de calidad, eficiente y segura que pueda brindar un servicio óptimo a la población. La siguiente investigación tiene por objetivo diseñar la estructura del pavimento flexible para el tramo comprendido desde el cruce del centro poblado el Castillo hasta el km 15+000 sector Bajo Canal del centro poblado Cascajal, Santa – Ancash. Por este motivo establecimos el objetivo de realizar el diseño de la infraestructura del pavimento en esta parte de la provincia del Santa, esto debe permitir una fluidez y conexión de tránsito y ayudando a los pobladores a circular de una manera más rápida y segura, además ampliando la durabilidad del parque automotor, el presente proyecto se enfoca al levantamiento de una estructura de un pavimento flexible, donde detallaremos definiciones y métodos de diseño necesario para que ayuden a la comprensión, así como también a las normas que se deben de cumplir.

A nivel mundial, según Asocem(2014), el pavimento flexible no se desploma de manera inmediata, ya que lo hacen de una forma lenta y progresiva por lo general él y las sollicitaciones del tránsito siempre logran una manifestación en la superficie de rodadura, siendo esta capa la que mayor costo tiene a la hora de ejecutar una obra de esta naturaleza, también siendo esta capa que tiene mayor incidencia en presentar fallas dentro de un determinado tiempo, rehabilitación o cambio total de la superficie en falla, por este motivo hay instituciones que están en constante estudio para determinar las causas por las que llegan a fallar, para luego dar con una solución innovadora, sostenible en el tiempo.

A nivel nacional, según Diario Peru21 (2019), el plan nacional para el 2021 dentro de las carteras del sector (MTC), está en dotar un sistema vial nacional que estará pavimenta a un 90% de toda el sistema vial a nivel nacional, mientras que el sistema vial departamental estará al 70% pavimentada, así lo afirmo la ministra de transporte y comunicaciones, María Jara, además aseguro elevar los estándares de calidad y seguridad vial, para el bien de todos los peruanos.

Trabajos previos relacionados al tema, tanto internacionales, nacionales y locales

Las investigaciones realizadas a nivel internacional son: según los autores Loja y Sarmiento (2018), en su tesis, “Diseño de pavimento flexible para la reconstrucción de las vías: av. Samuel Cisneros (1.758km), av. principal 5 de Junio (1.240km), av. Jaime Nebot (1.380km), av. Juan León Mera (2.620km), vía de acceso 3m (0.247km), de la parroquia Eloy Alfaro Cantón Durán provincia del Guayas” su propósito principal es elaborar el plan o proyecto de restauración con pavimento flexible, utilizando la norma AASHTO 93 y concluye empleando el mismo, logra los volúmenes de los pavimentos de las capas, sub-base=45cm, base=33cm y recubrimiento o carpeta de rodadura =10cm, de igual manera logra la partida presupuestal, teniendo un valor de costo de \$ 8,163,259,66 USD no incluye el Impuesto General a las Ventas con un periodo de realización de 17 meses, y como sugerencia al importe de su realización se tendrá que cumplir con las definiciones frecuentes.

Salamanca y Zuluaga(2014), la finalidad de la tesis es diseñar la estructura del pavimento flexible dando uso a los metodos AASHTO , INSTITUTO DEL ASFALTO E INVIAS para las vias en Lebrija-Colombia al determinar la estructura del pavimento previamente calculados por estos metodos, se encontro que los espesores resultantes cumplen con el criterio general por el metodo AASHTO, pero no cumplen con la proteccion por capas, por lo que es neceario el aumento de los espesores de la carpeta asfaltica, de igual manera el metodo INVIAS no cumple con el criterio de fisuramineto lo que conlleva al aumento de la carpeta asfaltica y reducir los materiales granulares, lo que permitio ahorrar en los espesores en comparacion con otros metodos, a lo que los autores recomendaron el uso del metodo del Instituto del Asfalto debido al cumplimiento de los parametro de fatiga de la carpeta de rodadura.

Mata(2010), en su tesis titulada “Guía básica para la conformación de bases y sub bases para carreteras en el salvador 2010”, proporciona como objetivo, brindar un adecuado metodo del proceso constructivo adecuadas a la infraestructura del pavimento, procedimiento que para realizar esta guía se ha estudiado los diferentes materiales estabilizantes más usados en nuestro país tales como: el cemento, las emulsiones asfálticas, y la cal, estos materiales son ideales para ayudar a dar equilibrio a la estructura de bases y sub-bases en pavimentos, concluye que se realizaron diferentes

evaluaciones y estudios necesarias en adición con otros materiales estabilizantes tales como, el asfalto, cloruro de sodio, silicato de sodio, etc. Estos materiales pueden ser usados para el uso del proceso de estabilización y conformar los revestimientos de la base y de la sub base de un pavimento.

Calle(2014), En su tesis “Costos de construcción y diseño de pavimentos rígidos y flexibles (método AASHTO – 93).” Su propósito de esta tesis, es el estudio de un asfalto utilizando la norma AASHTO-93, para su desarrollo valora la aplicación de 2 tipos de capa de rodadura, flexible y rígido, tomando parámetros que exige el método y especialmente las características del suelo de fundación y concluye exponiendo que la condición de la sub rasante indicara los grosores para el asfaltado, donde el vínculo material de sub rasante y espesor de las capas es la siguiente: cuando la calidad de la subrasante es defectuoso, mayor espesor es en los recubrimientos superiores, y mejor condición de la sub rasante, menor espesor de los recubrimientos superiores pues el costo dependen de la calidad de los materiales y la dimensión de sus capas.

Las investigaciones realizadas a nivel nacional como lo dice Gómez (2014), en su investigación “diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del ovalo Grau- Trujillo la libertad”, la tesis tiene por finalidad hacer el diseño de la infraestructura del pavimento flexible para el lugar en estudio. En su desarrollo de su proyecto respeta los parametros de emplazamiento del lugar, teniendo como variable de entrada, propiedades mecanicas del suelo, el clima, transito, y los niveles de serviciabilidad. Y concluye indicando acordar el valor de confiabilidad que se tendrá presente en el uso adecuado del pavimento, ya que el precio del asfalto sería costoso, si el nivel de serviciabilidad no consigue su uso deseado y será útil efectuar los cuidados adecuados. Un nivel alto de confiabilidad compromete que un pavimento se efectuó con grandes costos en sus inicios.

Inga(2004), el investigador proyecta mejorar la via actual del asfalto y asi poder encontrar las condiciones apropiadas de transitabilidad y comfort a los asuarios, asi mismo busca el beneficio de la poblacion en costo y tiempo, del mismo modo el autor recomienda de suma importancia el uso del modulo de resiliencia relacionado con el CBR, las metodologias con los que trabajo el investigador fueron AASHTO e Instituto del Asfalto con los efectos conseguidos sobre el calculo de los grosores siguientes: Carpeta de rodadura 10cm, base 30cm, subbase 30 cm. Determina que una practica de

disminuir la capa base rotundamente por el metodo del IA, por que esto produciria otras deficiencias en el pavimento.

Rengifo (2014), este estudio tuvo como propósito el diseño de un kilómetro del pavimento del tramo de Huacho a Pativilca, donde se consideraron los siguientes tipos de pavimentos rigido y flexible en cual usaron dos metodologias el AASHTO para rigido y para el pavimento flexible se uso el metodo del Instituto del Asfalto, luego comparando los resultados se escogió la mejor opción. Para los pavimentos flexibles, el metodo que mejor se acomodo fue el Instituto del Asfalto por la facilidad de usar sus monogramas en el diseño; el primer metodo proporciono un menor valor estructural, mientras que por el segundo metodo obtuvieron mayor en cuanto a los espesores. Según los resultados entre el pavimento rigido y flexible. El flexible determina menor costo de 260,000 soles, considerando solo la etapa de construcción para el análisis de costos unitarios.

Escobar y Huincho(2017), los investigadores mencionan la problemática al examinar la influencia de los parametros para el analisis de la estructura proporcionado mediante fallas de la carpeta asfaltica del pavimento. El objetivo de esta investigacion es realizar la influencia de prametros de diseño para un diseño eficiente del pavimento del tipo flexible realizando el diseño de pavimentos con el metodo norteamericano AASHTO por otro lado tambien contaron para el diseño, el metodo Instituto del Asfalto. Dado la investigcion en el año 2006, el ESAL consistia en 2,289,418 ejes determinando las capa de la carpeta de rodadura de 4” lo que para el 2017 cambia el ESAL a 7,867,970 de ejes equivalentes, por lo que concluye el autor a mayor cantidad del ESAL mayor espesor de la carpeta del asfaltica y a menor ESAL se obtendra una carpeta asfaltica de menor espesor de esta manera la estructura trabaja en optimas condiciones. La vida util del pavimento aumenta notoriamente. De esta manera para el modelo en fallas es recomendable el metodo del IA a lo comparado con el metodo AASHTO93 (Escobar y Huincho, 2017).

Las investigaciones realizados en el medio local tenemos a Lozano(2015), con su tesis titulada “diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible en la H.U.P.Villa Victoria del distrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del Asfalto y AASHTO” Su proposito primordial: obtener el diseño del pavimento mediante los metodos mencionados para el H.U.P. Villa Victoria. En su desarrollo se efectuó trabajos

de campo identificando los tipos de vehículos, exploración del terreno. Se concluye que dicha estructura tendrá un espesor de 4" pulgadas capa base de 6" y subbase y 6" con material no tratado según el método del IA y para AASHTO será de capa de asfalto de 2", base de 5.5" y subbase de 4"

Teorías relacionadas al tema según (Aashto 93), método de diseño de pavimentos, este procedimiento de estudio, tiene como finalidad encontrar una composición conveniente en los volúmenes de las capas y materiales para que cuando sufra esfuerzo y alteraciones ocasionadas por las sollicitaciones que puede ser sometida el sistema, puede mantenerse dentro del rango de límites admisibles de su vida útil.

Teniendo en cuenta que dicho proyecto abarca vías urbanas, locales y calles con volúmenes de tráfico variados. Se estudia los tipos de pavimentos a utilizar y el procedimiento de diseño de asfaltados flexibles.

Pavimento, Es un sistema estructural de varias cubiertas diseñada encima de la subrasante y recibir para compartir esfuerzo sobre la superficie anticipadamente preparado para un periodo de diseño, para cumplir un rango de serviciabilidad tales como: veredas estacionamiento, ciclo vías. (Rne, 2010). También un pavimento es una edificación construida de distintas capas granulares como (hormigón, asfalto, piedra y tierra) que antes han sido debidamente compactado para brindar una superficie cómoda sobre la cual circulen el tráfico vehicular, (Morales, Chavez y Lopez 2009, p.27). Así mismo el tráfico vehicular que transite por un pavimento, debe cumplir con los requisitos necesarios como la seguridad y comodidad para el usuario y además la superficie debe ser uniforme e impermeable con una buena textura y color adecuado, (Giordani y Leone, 2017, p.3)

También es un sistema cuyo objetivo es posibilitar el paso de vehículos y esta estructura podría estar diseñada por varias capas puestas una tras otra. Teniendo como función brindar un área de rodadura similar, frente a la acción del tránsito, agentes perjudiciales. Teniendo texturas apropiadas, colores adecuados para evitar el reflejo, resistente al desgaste producidos por la llantas, tener buenas condiciones de drenaje y ofrecer comodidad a los usuarios que los usan. (Montejo, F.2002)

Estructura del pavimento. El funcionamiento del pavimento depende del componente para lo cual se necesita una evaluación por separado de cada componente. Estas

componentes son: Sub rasante, constituye desde los estratos inferiores, la primera capa o estrato sobre la que se edifica el pavimento en si mismo, (facultad de Ingenieria de la UNAM 2016,p.2), es el terreno donde se apoya el pavimento, está alineado a lo largo horizontalmente al pavimento y debe satisfacer con los siguientes requerimientos de calidad.

Si el terreno de la sub rasante es pésimo con un (CBR <5%) deberá quitar el material existente para proceder a cambiarlo por otro material de buena calidad.

Si el área de la sub rasante es malo con un resultado (CBR <5-10%) se deberá conformar con una sub- base preferido. Para luego colocar nuestra base.

Si el terreno de la sub rasante es normal con un (CBR <15-30%) no sería necesario la sub-base

Si la sub-rasante es extraordinario teniendo un (CBR > 50%) no sería necesario la sub-base, (Montejo, F 2002)

CBR. Medida para diagnosticar el trabajo cortante del terreno en situaciones de humedecimiento y consistencia, previamente vigilada, estableciendo una conexión entre el aguante e introducción de un terreno, pudiendo medir la capacidad portante. (Almeida y Sánchez 2011. p.42) tambien “consiste en compactar un terreno en unos moldes normalizados sumergirlos en agua y aplicar un punzonante sobre la superficie del terreno mediante un piston normalizado.”(Reinoso, 2013,p.598).

Sub-base. Capa que sostiene la superestructura del pavimento, tal es así que se expande hasta una hondonada que no dañe la carga de diseño, está conformada de un material de mejor calidad que el suelo compactado, que tiene como objetivo mantener sólido, absorbiendo las cargas realizadas por el tránsito, y a la vez distribuir a las capas que están debajo de ellas. (Rebolledo; 2010).

Base, es la capa formada por un material granular ya sea tratado o no tratado, su funcion principal es distribuir las cargas producidas por el tansito a las capas inferiores como la sub rasante.

Superficie de rodadura o carapeta asfáltica. Última capa del sistema del pavimento, y por el cual circulan las unidades móviles, diseñados para un periodo de servicio, la función de esta capa es proteger la estructura impermealizando en su totalidad, y el área del pavimento además debe resistir la abrasión del tráfico y las condiciones del medio ambiente, debe presentar ciertas características, suavidad de la superficie para una experiencia cómoda a la hora de transitar con vehículos y presentando una rugosidad para seguridad. (Bonilla y otros, 2008), los materiales bituminosos deben estar constituidos como aglomerantes, 6.5% (asfalto); agregados 93.5% (arena, roca o grava) y para su mejor adherencia incluir aditivos para lograr mejor durabilidad, esta mezcla también llamado cemento asfáltico, el grosor mínimo para una carretera de poco tránsito es de 5 cm y para una carretera de tránsito bajo es de 10 cm y por último para una carretera de tráfico alto debe tener como mínimo un CBR de 60%. (The Asphalt Institute, 1991.p24).

Pavimento flexible. Estructura de una carretera, que se encuentra apoyada sobre la subrasante compuesta por la sub-base, base y la carpeta de rodadura, su principal cometido es absorber los pesos de los vehículos para luego trasladar los esfuerzos sobre el terreno sin provocar deformaciones significativas, brindando una superficie apropiada, segura e impermeable, resistente, cómoda para el usuario. (Baquerizo, 2017). También los pavimentos del tipo flexible, son las que tienen la última capa de asfalto, que es la capa que está conectada con el tráfico vehicular, su objetivo es permitir ligeras flexiones en sus capas inferiores sin que esto llegue al punto de resquebrajarse, tiene una vida útil en promedio de 15 años, necesita un mantenimiento periódico para brindar un servicio óptimo para cumplir su vía útil. (Ministerio de Transportes de Colombia, p. 27)

Pavimento rígido. Es aquella superestructura que está compuesta por una losa de concreto, secundada sobre un terreno previamente preparado llamado subrasante, en este tipo de pavimento los esfuerzos producidos son absorbidos casi en su totalidad por la losa de concreto, debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, (Higuera, 2010). La finalidad de este pavimento es rectificar las propiedades mecánicas de los materiales reales que no son los adecuados para su ejecución de dicho asfalto. Por lo que los materiales apropiados están parcialmente a grandes distancias de la construcción y en consecuencia su traslado encarecería los costos de construcción. (Escobar y otros, 2012).

EL Método AASHTO para el diseño de la estructura del pavimento flexible

Alcance. Este metodo originalmente fue conocido como AASHO, que fue desarrollado en los años 60 en los estados unidos, basandose en un ensayo a escala real, denominado AASHO ROAD TEST, con el fin de desarrollar tablas, graficas y formulas que representen las relaciones deterioro-solicitation de las distintas secciones ensayadas. A partir de los resultados obtenidos, se produjo en 1972 la guia provisional AASHTO para el diseño de pavimentos rigidos y flexibles, luego de algunos años se incorporo nuevas consideraciones ante las que cabe mencionar la confiabilidad del diseño, los modulos de elasticidad de la subrasante y las capas de pavimento, los factores ambientales de temperatura y humedad, el drenaje, procedimiento de construccion por etapas y el conocimiento de los diseños de tipo empirico. (Piscoya y Ñanfuñay)

Los Parámetros de diseño que se mencionan en el metodo de diseño de pavimento flexible AASHTO.

Variables de entrada, se describen las variables a tener en cuenta en el método AASTHO.

- Variables de tiempo, se determina “periodo de diseño” el periodo adecuado que necesita una diseño del pavimento nueva o rehabilitada , a manifestar su deterioro de su nivel de inicio de serviciabilidad hasta el nivel ultimo de serviciabilidad estado en el cual es necesario su rehabilitación
- periodo de análisis está ligada con el nivel de mantenimiento, rehabilitación, de un pavimento a elección, teniendo en cuenta el tipo de vía y el diseñador optara criterios adecuados para dar valores de serviciabilidad del pavimento. (Ver Tabla anexo Pag 162)
- **Criterios de adopción de niveles de serviciabilidad.** En un pavimento flexible se denomina la competencia de brindar servicio al modelo de vehículo que fue diseñado, el índice de serviciabilidad determina la calificación del 0 a 5 PSI (present serviciability index)(Lozano, 2015,p.40)(Ver Tabla anexo pag.162)

Los índices de serviciabilidad inicial (p_o) y final (p_t) deben estar establecidos para hacer el cálculo de perdida de serviciabilidad

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

El índice de serviciabilidad inicial (p_o) es el valor que obtendrá un pavimento luego de su construcción. El valor obtenido en el experimento vial AASHO de un pavimento Flexible fue de 4.2.

Índice de serviciabilidad final (p_t) es el valor mínimo que puede ser aceptado por los beneficiarios de la vía antes de que se realice la rehabilitación, reparación o construcción de un pavimento, por lo que varía generalmente por la importancia de su clasificación funcional, para la cual el pavimento fue diseñado

$P_t = 2.5 - 3.5$, para autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico.

$P_t = 2.0 - 2.5$, para autopistas urbanas y troncales de tráfico normal.

$P_t = 1.8 - 2.0$, para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas

- **Nivel de confiabilidad (R)**, Hipótesis de que el diseño del pavimento pueda cumplir su cometido dentro de su tiempo de vida útil (Lozano, 20015, p.41) (Ver Tabla anexo Pag.163)
- **Desviación Normal Estándar (ZR)**, los valores de desviación estándar están vinculados con el nivel de confiabilidad, (Ver la tabla anexo pag. 163)
- **Desviación estandar del sistema(so)**, representa las condiciones del lugar del proyecto, en cuanto a los índices obtenidos por el AASHTO respecto a los diferentes materiales y diferentes etapas constructivas del pavimento.

“es el valor estimado de variabilidad esperada del pronostico que se realizaron al transito y de otros factores que afectan el comportamineto del pavimento”(Vega,2018,p.38). (Ver Tabla anexo 164)

Transito. Es el principal indicador usado por el metodo AASHTO. El pavimento se pronostica para poder resistir las diferentes cargas de tránsito durante su tiempo de vida. El transito está comprendido por diferentes unidades móviles de peso y números de eje, para los cálculos se los modifica en un determinado números de ejes equivalentes al tipo eje de 80KN o 18Kips (18000 libras) y es denominado ESAL carga de eje equivalente (EE) simple (Equivalent Single Axle Load), y las conversiones se realizan a través de los factores equivalentes de carga, LEF (Load Equivalent Factor)

ESAL de diseño.Ejes equivalentes denominado tambien como “equivalent simple axial load” es la cantidad pronosticada de repeticiones de eje de carga equivalente de 18

kip(8.16Tn) para un periodo denominado. Utilizamos esta carga equivalente por efectos de calculo ya que el transito esta compuesto por vehiculos de diferente peso y numero de ejes.

Propiedades de los materiales para el diseño, para el método ASSHTO, las capas del pavimento que lo conforman, está dado por su módulo resiliente y por otro lado para la carpeta asfáltica se obtendrá mediante el modulo elástico.

Módulo resiliente de la subrasante (Mr). Metodo de ensayo AASHTO T274, ha sustituido al valor de soporte del suelo, este modulo proporciona un procedimiento sistematico para diagnosticar la resistencia de los materiales del pavimento, tambien se emplean para diagnosticar los coeficientes estructurales de los materiales naturales que forman parte del proyecto, (Thom,2011,p.47). Obtenido sus características de la subrasante como su CBR, se logra conocer su módulo de resiliente utilizando las relaciones empíricas como son: (Piscoya y Ñanfuñay, 2016, p29)

Para $CBR \leq 10\%$: $Mr = 1,500 \times CBR$ (psi)

Para los de $10\% < CBR \leq 20\%$: $Mr = 3,000 \times CBR^{0.65}$ (psi)

Para $CBR \leq 10\% > 20\%$: $Mr = 4,326 \times \ln CBR + 241$ (psi)

La guía AASHTO plantea la siguiente correlación para los tipos de

$Mr = 2.555 \times CBR^{0.64}$ (psi) el módulo resiliente se mide en psi (*Lb/pulg²*)

Coefficientes estructurales de los materiales. Los coeficientes estructurales son obtenidos de distintas maneras, entre ellas los monogramas que proporcionan las guías de AASHTO 93, para lograr esto se requiere el uso del CBR que se obtiene de la exploración del suelo obteniendo las características deseadas en el laboratorio haciendo uso de la mecánica de suelos (base y sub base) teniendo en cuenta los requisitos mínimos que establece el MTC.

• **Concreto asfáltico**. Se podrá diagnosticar usando el módulo elástico determinados por el método AASHTO . se emplea para determinar el valor del coeficiente estructural para la capa de concreto asfáltico (a_1) apartir del modulo elastico resiliente ded concreto asfáltico..

- **Bases granulares no tratadas.** Después de obtener el valor del CBR, Valor-R o Triaxial. Se podrá determinar el valor (α_2) para a base. (Ver grafico anexo pag. 157)
- **Sub bases granulares no tratadas.** Se emplea para determinar el coeficiente estructural (α_3) de la subbase, cuando se tenga el valor de CBR, Triaxial o Texas o valor-R. (Ver grafico anexo pag. 164)

Determinación de espesores usados por el metodo AASHTO para pavimentos flexibles.

Numero estructural (SN), valor fundamental para determinación de los espesores finales de los recubrimientos que constituyen la estructura del pavimento

ecuación de AASHTO para obtener el SN.

$$\log(w_{18} = Z_R(S_0) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

Donde:

- W18: Numero de cargas acumuladas equivalentes a un eje de 8.2 Tn previstas.
- ZR: desviación normal estándar
- So: desviación estándar total del sistema.
- ΔPSI : diferencia entre la serviciabilidad inicial y final dispuesta a diseño
- Mr: es el módulo de resiliente de la subrasante, base y sub base.
- SN: indicador requerido para resistir las cargas vehiculares y espesores totales del pavimento.

$$SN = \alpha_1 D_1 + \alpha_2 m_2 D_2 + \alpha_3 m_3 D_3$$

Donde:

- a1= Denominado coeficiente estructural de la capa asfáltica
- a2= Denominado coeficiente estructural de la capa base
- a3= Denominado coeficiente estructural de la capa sub base
- m2=m3=coeficiente de drenaje de la base y subbase.
- D1=espesor de la capa de rodadura o asfáltica
- D2= espesor de la capa base

D3= espesor de la capa sub base

Espesores mínimos en función al número estructural (SN) “están basados en la protección de las capas no tratadas, para no sufrir deformaciones permanentes ante las presiones verticales .” (Lozano, 2017p.64).

En función del tránsito (w18). ASSHTO 93 determina los espesores mínimos recomendados que se tiene que cumplir para lograr las mezclas que tengan resultados satisfechos en base a su cohesión, estabilidad y durabilidad.

Espesores mínimos que se deben considerar para el concreto asfáltico y la capa de base granular en relación al tránsito obtenido en el ESAL. (Ver Tabla anexo 167)

Método del Instituto de asfalto para el diseño de la estructura del pavimento flexible

Alcance, este método considera al pavimento como un sistema elástico tricapa compuesto por una capa asfáltica, una capa granular y subrasante, El manual establece los principios necesarios de diseño de espesores de pavimentos flexibles para carreteras y también establece para calles, presenta los procedimientos para identificar los espesores del sistema del pavimento en áreas de concreto asfáltico, con agregados no tratados.

Estimación de volumen de tráfico, es determinante estimar los volúmenes de tráfico tanto al inicio y futuro para el correcto diseño estructural del pavimento.

- **Periodo de diseño y análisis,** tiempo que transcurre desde inicio del proyecto hasta alcanzar las condiciones mínimas de transitabilidad periodo de análisis que puede extenderse de forma indefinidamente mediante obras de rehabilitación, hasta que la carretera sufra cambios por su geometría.(Ver la tabla anexo 169)
- **Periodo de diseño,** tiempo elegido al iniciar el diseño de un pavimento para la cual se evalúan distintas características el cual debe soportar los efectos acumulativos de tránsito para el periodo de diseño. Al finalizar este tiempo el pavimento requiere trabajos de rehabilitación, un cambio o refuerzo asfáltico necesario para adecuarlo al nivel de servicio seguro.

- **Clasificación y número de vehículos**, el análisis de tráfico requiere, según el manual usado estima el número de vehículos de diferentes tipos como son, buses, camiones acoplados, camiones simples y automóviles.
- **Carril de diseño**, las unidades de tipo camión producen mayor daño al pavimento en las pistas de tránsito, se debe tomar mayor atención al flujo vehicular que transita sobre el carril de acuerdo al diseño, de acuerdo al número de carril se tiene los siguientes valores. (ver Tabla anexo pag. 170)
- **Crecimiento de tráfico**, debe anticiparse para determinar el requerimiento estructural de la vía, el pavimento se debe diseñar para ejercer favorablemente el requerimiento del tráfico durante un lapso de años. El incremento puede considerarse para el diseño usando el factor de crecimiento
- **Estimación del EAL**. Este análisis permite obtener el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple que es de 80 KN (18000lb) EAL (Equivalente Axle Load) valor que es utilizado en la obtención del grosor del pavimento. Con las posiciones siguientes.
 - Factor camión proporciona el número de aplicaciones de carga que es equivalente del eje simple de 18000 lb (80KN) siendo aportado de una pasada de vehículo.
 - Factor de equivalencia de carga es el número de aplicaciones de carga equivalente de 80 KN (18000lb) contribuidas por una pasada de un eje.(ver Tabla anexo pag171.)
 - Cantidad de vehiculos es el valor total de vehículos comprometidos.

Evaluación de los materiales, para este metodo es muy importante la evaluacion de los materiales con el fin de encontrar el Modulo resiliente(M_r)”(coronado,2002, P.166).

Para la subrasante el método Correlaciona mediante su módulo de resiliente para caracterizar los materiales utilizados para el CBR. Estas correlaciones recomendadas son las siguientes:

$$M_r = 10.3 * CBR \text{ (Mpa)}$$

$$M_r = 1500 * CBR \text{ (Psi)}$$

Estas correlaciones solo son aplicables a materiales de la sub-rasante, que son utilizados para las capas sub base o base. No aplica para materiales granulares

Con los valores que se obtiene de la CBR en el laboratorio, se obtiene los valores del módulo resiliente de la sub-rasante previamente se debe obtener el nuevo CBR de diseño, esto con los percentiles .

- **Muestreo y ensayos**, debe ser preparado como un paso preliminar al proceso de diseño, programar un número esencial de ensayos o experimentos que permita la elección estadística de los valores de resistencia de la sub-rasante, se recomienda entre 6 y 8 ensayos para cada tipo de suelo.
- **Elección del módulo de resistencia de diseño de la sub rasante**, el módulo de resiliencia debe ser seleccionado en función al tráfico, cuanto mayor es el trafico menor es el valor de diseño del módulo de resiliencia. Esto se hace para asegurar un diseño más conservador en una vía con mayores volúmenes de trafico para definir el módulo de resiliencia de diseño de la sub rasante (M_r).

Para carpetas asfálticas y bases granulares, “para la carpeta de rodadura, el método estima el uso de mezclas asfálticas del tipo concreto asfaltico y en alguno de sus casos, tratamiento superficial doble” (García, s .f, p.41)

Condiciones ambientales de temperatura “este método también incluye factores de medio ambiente para los tipos de asfalto, toman en cuenta tres tipos de temperatura de acuerdo a la zona donde se va construir el pavimento, como para frio menor o igual a 7°C , para templado determina de 7°C a 24°C y por ultimo para cálido determina mayores de 24°C .

Determinación de espesores, el método del (IA) proporciona un manual de series MS-1 para los espesores finales de un pavimento flexible, en las cuales proporciona carta de diseño en sistema internacional y sistema inglés.

- **Espesores mínimos**, los espesores minimos recomendados de concreto asfaltico sobre bases de agregados no tratados estan relacionados con el trafico
- **Procedimiento de diseño**, pasos a seguir para el procedimiento:
 - Datos de entrada valor del EAL de diseño, Modulo resiliente de diseño de la sub rasante y tipo de base.
 - Determinar las combinaciones del espesor de diseño, usando la informacion de entrada.

- Determinar el proceso de construcción por etapas, si es apropiado usarlo.
- Determinar un análisis económico de las diferentes soluciones encontradas.
- Identificar el diseño final.
- Determinar las combinaciones del espesor de diseño, usando la información inicial, seleccionar el diseño final usando las cartas del método del IAEL, las cartas depara el sistema internacional de unidades son A-5 ,A-6 , A-1 , A-12, A-17, A-18 .

Datos necesarios para el diseño, estos estudios son una fuente necesaria para el definir el diseño de pavimento.

Estudio de tráfico, Es el factor más importante en este estudio, ya que nos arroja datos necesarios de la fluidez vehicular, para un buen diseño de pavimento, es necesario saber qué tipos o modelos de vehículos son los que recorren por dicha vía, ya que una incorrecta estimación de tráfico causaría fallas repentinas en la estructura del pavimento. (Mtc, 2008)

Estudio de suelo, nos brinda datos importantes de las propiedades físicas del suelo, y así poder hallar la capacidad portante de la sub rasante. (Mtc, 2013)

Formulación del problema, ¿Mediante que método se lograra determinar un óptimo diseño estructural de pavimento flexible, para el tramo comprendido desde el cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal, Santa Ancash?

Justificación del estudio, el proyecto en estudio de investigación pretende causar un impacto técnico mostrando información importante para el diseño de pavimentos flexibles al adaptar los metodos INSTITUTO DEL ASFALTO y AASHTO 93.

Con esta investigación se pretende contribuir socialmente una opción adecuada para hacer enfrentar al problema del defectuoso servicio de transitabilidad en la via. Para lo cual compararemos dos métodos de diseño de pavimentos flexibles como son: AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO con el objetivo de encontrar el método más adecuado para el diseño.

La poblacion se beneficiara economicamnete, pues veran disminuidos los problemas que genera una via sin pavimentar, los gastos de reparacion de los vehiculos disminuiran considerablemente.

Objetivo general, determinar el método adecuado para lograr un óptimo diseño estructural del pavimento flexible para el tramo comprendido desde el cruce del centro poblado el Castillo hasta el Km 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa Ancash.

Objetivos específicos, se basan en realizar los siguientes estudios para lograr con éxito el proyecto tales como:

Determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA). **Determinar** el tipo de suelo de la subrasante. **Definir** la capacidad de soporte del suelo. **Diseñar** la estructura del pavimento flexible aplicando el método AASTHO. **Diseñar** la estructura del pavimento flexible aplicando el método del Instituto del asfalto

II. METODO

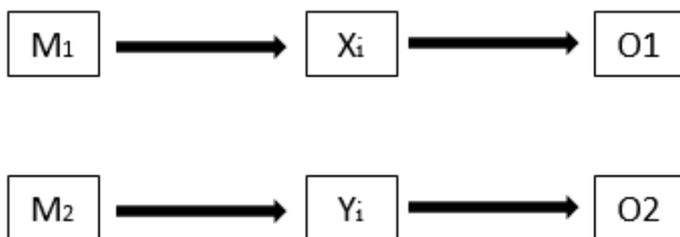
2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Diseño

Se enfoca bajo una investigación no experimental, porque estuvo fundamentado en adjuntar datos tal y conforme está en la realidad sin modificarlo, después poder emplearlo en las distintas fases de análisis y apreciación de los diversos estudios. (Hernández, 2013.p.128)

2.1.2. Tipo

Es de tipo descriptivo comparativo, porque para lograr la investigación se llegó a utilizar los cuadros comparativos de los resultados con los dos métodos antes mencionados.



Dónde:

M₁: la muestra comprende una longitud de 1.6 kilómetros tramo comprendido desde cruce del centro poblado el Castillo hasta el Kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa –Ancash.

X₁: óptimo diseño de la estructura del pavimento flexible

O₁: datos obtenidos de la muestra

M₂: la muestra comprende una longitud de 1.6 kilómetros tramo comprendido desde cruce del centro poblado el Castillo hasta el Kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa –Ancash.

Y₁: óptimo diseño de la estructura del pavimento flexible

O₂: datos obtenidos de la muestra

2.2. Operacionalizacion de variables

2.2.1. Variable independiente

Optimo diseño de la estructura del pavimento flexible

2.2.2. Operacionalizacion

Estos estudios permitieron lograr el óptimo diseño de la estructura del pavimento del tipo flexible, estos estudios consistieron en: Determinar el numero de vehiculos que transitan por dicha via (IMDA), estudio de mecánica de suelos y por ultimo efectuamos los diseños utilizando dos métodos norteamericamos de diseño de pavimento flexible.

Operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|--|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | Es el desarrollo básico para diseñar la estructura del pavimento que está relativamente considerado tricapa, como son la capa de sub-rasante, sub-base y base (Sánchez,2005) | Estudio de mecánicas de suelos | Características del tipo de suelo | Nominal |
| | | | Capacidad de soporte del suelo | Razón |
| | | Estudio de trafico | Conocer el índice medio diario anual | Nominal |
| | | | Tipos de transito | Nominal |

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Todo el tramo de 1.6 km de longitud desde cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal, Santa-Ancash.

2.3.2. Muestra

Todo el tramo de 1.6 km de longitud desde cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa Ancash.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En el actual estudio, este elemento tiene una importancia elemental porque de él depende que un producto tenga la calidad y confiabilidad. (Rodríguez, 2014, p.10)

2.4.1. Técnica

En nuestra investigación empleamos la técnica de la observación, porque mediante ella pudimos registrar la información en el transcurso de su proceso.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó estos instrumentos para recolectar la información necesaria

- Protocolo de laboratorio
- Guías de observación
- Fichas técnicas
- Guía de recojo en campo.

2.4.3. Validez y confiabilidad

Para verificar la veracidad de los instrumentos usados, consultamos el criterio de personas conocedoras ampliamente del tema, de acuerdo al lineamiento que propuso la Univesidad referente a diseños de infraestructura vial con el fin de dar a conocer su criterio y dar el visto bueno y aprobación.

2.5. Procedimiento

En el tramo de estudios ubicado en el cruce del centro poblado el castillo hasta el kilómetro 15+000 cruce bajo canal centro poblado cascajal, hoy en día la vía se encuentra en malas condiciones de transitabilidad, posee una superficie de piedras que fue causada a consecuencia de las últimas lluvias que azotó toda la provincia del Santa (Marzo 2017)

Las informaciones recojidas de los distintos estudios necesarios que se requiere para el diseño del pavimento, como el conteo de vehículos que circulan por dicha vía ,(IMDA). Para tal fin escogimos un punto apropiado para realizar los conteos vehiculares haciendo uso para este trabajo los formatos de conteo de vehículos que encontramos en el manual de carreteras del Ministerio de Transporte y comunicaciones.(MTC).

luego se realizó la exploración del suelo mediante seis calicatas en distintos puntos, una calicata cada 266 mt. Aproximadamente, este tipo de trabajo realizado en campo nos sirvió para conocer las características del suelo para luego llevarlo al laboratorio y realizar los ensayos correspondientes para determinar cual es la capacidad portante del suelo (CBR), con el valor obtenido diseñar la estructura del pavimento, para tal fin empleamos las normas ASTM vigentes (ASTM, 2016 P 55). El estudio de campo, laboratorio y gabinete lo desarrollaremos en 4 fases:

en primer lugar se hizo un lineamiento tanto para el campo y laboratorio designando actividades a realizarse proporcionando la facilidad de desplazamiento del personal técnico y equipo necesario.

En el segundo lugar se hizo la visita en campo para la exploración del suelo con fines geotécnicos, del cual se extrajeron muestras representativas, se anotó en una libreta las características y propiedades físicas del suelo que se observó, luego las muestras se acomodaron en bolsas de polietileno dos bolsas para cada muestra para ser conducidos al laboratorio.

En el tercer lugar en el laboratorio con las muestras se hicieron los ensayos que requiere para el diseño de pavimento como son: Analisis Granulometrico, Proctor Modificado y CBR.

Cuarto y ultimo, se hizo los trabajos en gabinete de los resultados conseguidos en laboratorio, se interpreto de acuerdo al manual de carreteras del (MTC) y los metodos de diseños de pavimentos usados.

2.6. Método de análisis de datos

Para obtener los datos e información recojidas del presente estudio se uso el análisis descriptivo. En el laboratorio se uso los metodos estadisticos los cuales son: la media aritmética la desviación estándar

2.7. Aspectos éticos

El desarrollo de la siguiente tesis se llevo a cabo respetando las líneas de investigación señaladas por la casa de estudio. En esta investigación seremos respetoso con los derechos de otros autores de similar trabajo y culminara los requisitos de ética, objetividad y originalidad. Así mismo selecciona conceptos de diferentes autores, reconociendo la autoridad de sus ideas con el debido respeto. Cada idea recogida en esta investigación ha sido referenciado con su respectivo autor.

III. Resultados

3.1. Estudio de tráfico

Conteo y clasificación vehicular de los cuales se emplearon los valores del IMD de los diferentes tipos de vehículos para el cálculo del ESALs del Método AASHTO y EAL de diseño del Instituto del Asfalto.

Tabla N° 1: Resumen de conteo y clasificación vehicular

| Tipo de Vehículo | lun | Mart | Mie | Jue | vier | Sab | Dom | Total | IMD |
|-----------------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-------|-----|
| auto | 49 | 54 | 56 | 62 | 19 | 4 | 61 | 305 | 44 |
| station wagon | 58 | 50 | 49 | 51 | 27 | 6 | 56 | 297 | 42 |
| Camioneta (pick up , Rural) | 7 | 8 | 8 | 9 | 11 | 3 | 6 | 52 | 7 |
| Camioneta cerrada | 8 | 9 | 9 | 10 | 7 | 2 | 7 | 52 | 7 |
| Rural combi | 17 | 18 | 17 | 16 | 7 | 4 | 15 | 94 | 13 |
| Micro Bus | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 9 | 1 |
| Camión 2E | 10 | 7 | 8 | 9 | 8 | 4 | 9 | 55 | 8 |
| Camión 3E | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 2 | 6 | 35 | 5 |
| Camión 4E | 8 | 5 | 4 | 6 | 4 | 2 | 8 | 37 | 5 |
| Camión 2S1 | 3 | 5 | 4 | 8 | 5 | 2 | 7 | 34 | 5 |
| Semi Trayler 2S2 | 6 | 6 | 5 | 5 | 3 | | | 25 | 4 |
| Semi Trayler 2S3 | 6 | 5 | 6 | 5 | 3 | 0 | 6 | 31 | 4 |
| Semi Trayler 3s2 | 6 | 5 | 5 | 7 | 3 | 0 | 6 | 32 | 5 |
| Semi Trayler 3S3 | 2 | 2 | 7 | 6 | 3 | 0 | 2 | 22 | 3 |
| Trayler 3T3 | 2 | 2 | 4 | 6 | 3 | 0 | 2 | 19 | 3 |
| TOTAL | 191 | 184 | 189 | 205 | 108 | 29 | 193 | 1099 | 157 |

Fuente elaboración propia

3.2. Capacidad de soporte del suelo de la Sub Rasante

en la vía en estudio que tiene una longitud de 1.6 kilómetros comprendido desde el cruce del centro poblado El Castillo hasta el kilómetro 15 sector Bajo Canal Cascajal Santa-Ancash.

Tabla N° 2: C.B. R. Relación Soporte de California
ASTM-D1883

| CALICATA | CLASIFICACION | | METODO DE COMPACTACION | MDS (gr/cm ³) | OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) |
|----------|---------------|----------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | SUCS | AASHTO | | | |
| C-01 | SM | A-2-4(0) | ASTM-D1557 | 1.874 | 14.50 |
| C-04 | SM | A-2-4(0) | ASTM-D1557 | 1.978 | 12.00 |

Fuente:

Para determinar el valor del C.B.R se recogieron muestras de las calicats C.1 y tambien C-4 antes se hizo el ensayo de Proctor Modificado de la calicata C-1 que debe de tener una maxima densidad seca MDS de 1.87(gr/cm³) y un contenido de humedad de 14.50%, mientras que la calicata C-4 debe tener un MDS 1.98 (gr/cm³) y un contenido de humedad de 12% evaluando los dos C.B.R se tomara el promedio para en diseño.

Tabla N°3: C.B.R de la Calicata C-1

| Calicata | Penetración | | Penetración | |
|-----------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| C.B.R al 100% de MDS% | 0.1" | 10.09 | 0.2" | 10.24 |
| C.B.R al 95% de MDS% | 0.1" | 8.44 | 0.2" | 8.51 |

Fuente:

Tabla N°4: C.B.R de la Calicata C-4

| Calicata | Penetración | | Penetración | |
|-----------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| C.B.R al 100% de MDS% | 0.1" | 11.70 | 0.2" | 10.11 |
| C.B.R al 95% de MDS% | 0.1" | 8.19 | 0.2" | 7.03 |

Fuente:

Según la norma ASTM sugiere tomar el menor valor del CBR al 95% con la penetracion de 0.1" solo si el valor no supera al 0.2" en la tabla (3,4) podemos observar los resultados de acuerdo a cada penetracion tanto el CBR al 100% y al 95% y tambien se puede observar su densidad seca.

3.3. Metodo del Instituto del Asfalto

3.3.1. Periodo de diseño

se determino para un periodo de diseño de 20 años

3.3.2. Factores ambientales

según los datos obtenidos del Instituto Nacional de Informatica, en el lugar de estudio se registra una temperatura media anual del aire, la minima de 15.7°C y una maxima de 28.2°C.

3.3.3. Procedimiento de diseño por el método IA

3.3.3.1. Seleccionar los datos para el diseño

3.3.3.1.1. Obtener el valor del EAL de diseño

En la tabla estudio de tráfico, se determinó el EAL de diseño el cual tiene el valor de 1,520E+06

3.3.3.1.2. Determinación del módulo resiliente de la subrasante Mr.

el módulo resiliente de diseño de la subrasante se define utilizando los valores de la muestra obtenidos del estudio del terreno de fundación con el CBR= 8.25 para lo cual se utilizó la siguiente fórmula $MR=10.342 \cdot CBR(\text{Mpa})$ o también $MR=1500 \cdot CBR(\text{psi})$ obteniendo el Mr de:

$$Mr=10.342 \cdot 8.25 = 85.32 \text{ Mpa}$$

$$Mr=1,500 \cdot 8.25 = 12.38 \text{ Psi}$$

3.3.3.1.3. Tipo de bases

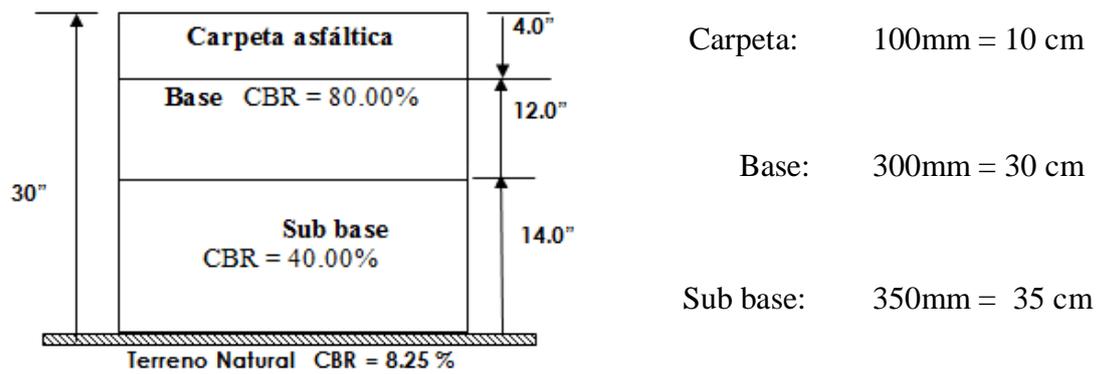
Para el diseño del pavimento se utilizó base de agregados no tratados

3.3.3.2. Determinar las combinaciones del espesor de diseño usando la información de entrada

Se aplicó las cartas de diseño A-29 y A-30 que corresponden a una temperatura media anual del aire TMAA de 60°F (15.5°C) y también las cartas de diseño A-35 y A-36 que corresponden a una temperatura media anual del aire de 75°F (24°C)

Figura N°01

Paquete estructural por el Método del Instituto del Asfalto



3.4. Metodo AASHTO

3.4.1.Variable de entrada

3.4.1.1.Variable de tiempo

De la tabla 1 Periodo de diseño Se adoptó un periodo de 20 años.

Tabla N° 5: Periodo de diseño

| Factibilidad vial | Periodo de Análisis (en años) |
|---|-------------------------------|
| De bajo volumen pavimentado con asfalto | 20 |

Fuente: AASHTO 93

3.4.1.2.-Criterios de adopción de niveles de serviciabilidad

Serviciabilidad Inicial (P_o)

$P_o = 4.0$ en pavimento flexible

$P_t = 2.0$

$PSI = P_o - P_t$

$PSI = 4.0 - 2.0$

PSI = 2.0

Se cogio el valor de 4 para la serviciabilidad inicial (p_o), según lo estipulado en el Experimento Vial de la AASHTO para los pavimentos flexibles y el valor de 2.0 para la serviciabilidad final o terminal (p_t), por ser vías locales; lo que implica que la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI) es 2.

3.4.1.3. Confiabilidad y desviación estándar total

De la Tabla de Niveles de confiabilidad, se adoptó una confiabilidad de 90%. se adoptó una desviación normal estándar (ZR) de -1.282

Tabla N°:6 Valor de desviacion estandar normal optada

| Confiabilidad% | Desviación normal Estándar ZR |
|----------------|-------------------------------|
| 50 | 0.000 |
| 60 | 0.253 |
| 70 | 0.524 |
| 75 | 0.674 |
| 80 | 0.841 |
| 85 | 1.037 |
| 90 | 1.282 |
| 91 | 1.34 |
| 92 | 1.405 |
| 93 | 1.476 |
| 94 | 1.555 |
| 95 | 1.645 |
| 96 | 1.751 |
| 97 | 1.881 |
| 98 | 2.054 |
| 99 | 2.327 |
| 99.9 | 3.09 |
| 99.99 | 3.75 |

Fuente: AASHTO 93

3.4.1.4. Desviación estándar total.

Se adoptó una desviación estándar total (S_0) de 0.45, pues la Guía AASHTO aconseja adoptar para los pavimentos flexibles, valores comprendidos entre 0.40 y 0.50.

Tabla: N° 7: valores recomendados para Desviación Estándar (S_0)

| Condición | pavimento rígido | pavimento flexible |
|-----------------|------------------|--------------------|
| En construcción | 0.35 | 0.45 |
| En sobrecapas | 0.39 | 0.49 |

Fuente: AASHTO 93

3.4.2 Transito

3.4.2.1 Cálculo del número de ESALs

se muestra el número total de ESALs en ambos sentidos de tráfico (ESALs) que es 1,520,546.04

Tabla N° 8: Ecuación AASHTO

| | |
|------------|------------|
| Nro. ESALs | 1.52E+06 |
| W18 | 6181999575 |

Fuente: AASHTO 93

Mediante la ecuación $W18$, se obtuvo el valor de los ESALs en el carril de diseño ($\log W18$) que es 6.181999575

TablaN° 9: Calculo del Numero Estructural

| Espesores propuestos (cm) | | Coeficiente Estructural | | Coeficiente de Drenaje | | Numero Estructural Real SN |
|-----------------------------|------------|-------------------------|------|------------------------|------|----------------------------|
| Carpeta Asfáltica (D_1) | 5.0 | (a_1) | 0.44 | | | 0.87 |
| Base (D_2) | 20.0 | (a_2) | 0.14 | (m_2) | 1.05 | 1.16 |
| Sub Base (D_3) | 25.0 | (a_3) | 0.12 | (m_3) | 1.05 | 1.24 |
| Espesor Total | 50.0 | | | | | 3.27 |
| Fórmula | | | | | | |
| $\log(W_{18}) =$ | AASHTO | | | | | |
| 6.181999575 | 6.19055965 | | | | | |

3.4.3. Módulo resiliente del material de subrasante

Del estudio de terreno de fundación, se obtuvo el valor de CBR= 8.25

Mediante la ecuación de correlación $MR = 2,555 \times (CBR)^{0.64}$, se obtuvo el valor del módulo resiliente (MR) que es 9.910 psi.

3.4.4. Determinación de espesores.

3.4.4.1. Espesores mínimos en función del número estructural

Continuando con el procedimiento para hallar la determinación de los espesores, se llegó a la conclusión que la estructura del pavimento flexible tendrá un espesor total de 20 pulgadas, constituida por una capa de concreto asfáltico de 2.0 pulgadas, una capa de base granular de 8.0 pulgadas y una capa de sub base granular de 10 pulgadas.

Figura N°02

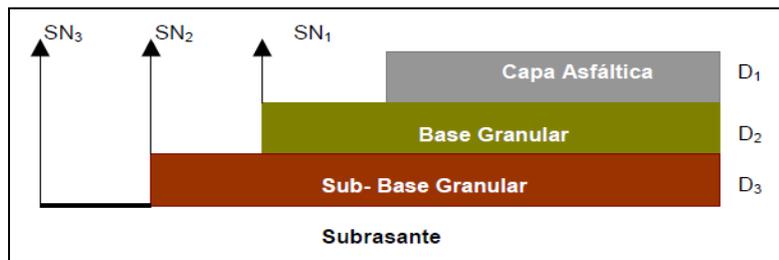
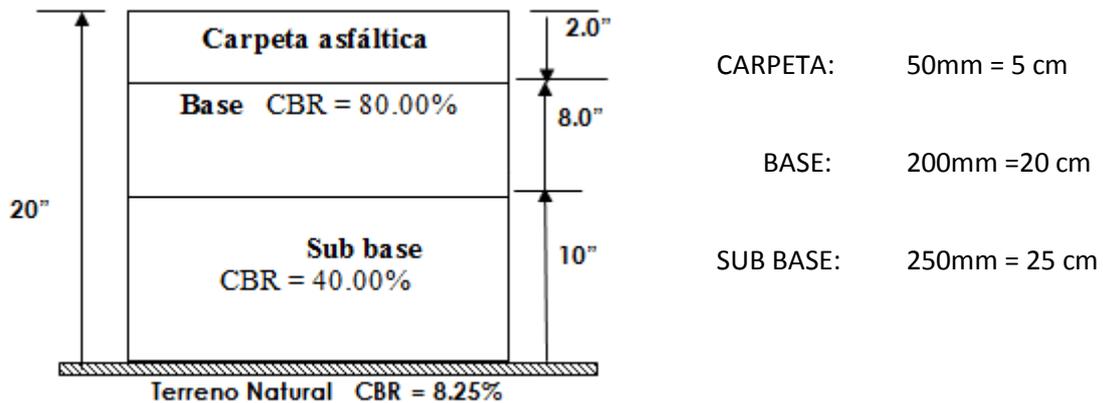


Figura N°03

Paquete estructural por el Metodo AASHTO



IV. Discusión

El valor del CBR que se utilizó para determinar módulo de resiliencia (M_r) de la subrasante, se determinó tomando el valor crítico (el más bajo) de los dos valores de CBR obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Los valores del IMD de los diferentes tipos de vehículos que transitan por la zona en estudio se utilizaron para el cálculo del EAL de diseño y el N° total de ESALs.

El diseño de la estructura del pavimento por el método del Instituto del Asfalto, se determinó el espesor de la capa de concreto asfáltico, el cual se optó por el espesor mínimo establecido por este método, se eligieron los espesores de las capas de base y subbase para darle mayor resistencia y durabilidad a la estructura.

Para el diseño de la estructura del pavimento por el método AASHTO, se consideró el espesor mínimo para la capa de concreto asfáltico, lo que significó un aumento del espesor de la capa de base; con el propósito de que la capa de concreto asfáltico sea la mínima.

Al realizar la comparación de los resultados obtenidos por los métodos del Instituto del Asfalto y AASHTO, se nota la diferencia en las dimensiones de las estructuras de los pavimentos. La capa de concreto asfáltico determinada por el método del Instituto del Asfalto tiene un espesor mayor, que la determinada por el método AASHTO, además las capas de base y subbase determinadas por el método del Instituto del Asfalto tienen espesores mayores a las determinadas por el método AASHTO. Por lo antes mencionado la estructura del pavimento determinada por el método AASHTO resulta ser más económica que la del método del Instituto del Asfalto.

Después de evaluar los resultados obtenidos por los métodos del Instituto del Asfalto y AASHTO, se determinó que el diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible para el tramo en estudio tendrá un espesor total de 11.5 pulgadas constituida por una capa de concreto asfáltico de 2.0 pulgadas, una capa de base granular de 5.5 pulgadas y una capa de subbase granular de 4.0 pulgadas, el cual se obtuvo aplicando el método AASHTO.

V. Conclusión

1.- El índice medio diario anual, se determinó mediante el conteo vehicular, el cual Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, Su conocimiento nos da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y nos permitió realizar los cálculos de factibilidad económica.

2.- Del estudio de suelos se obtuvo que el material de la subrasante estaba formado por una arcilla de baja plasticidad con arena (CL / A-4(7)), el cual tenía un CBR de 8.25 a una compactación del 95% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor modificado. El diseño de la estructura del pavimento se realizó considerando las características originales de la subrasante, es decir no existió ninguna mejora sobre ella. Como se pudo observar en el desarrollo de la presente tesis se constató que las características originales de la subrasante, especialmente el CBR, no afectan directamente a los espesores de la capa del pavimento flexible.

3.- El CBR de fundación es de 8.19 al 95% de la máxima Densidad Seca (MDS) a una penetración de 0.1". El CBR de la subrasante existente es de 8.32 al 95% de la Máxima Densidad Seca (MDS). Están dentro de las normas establecidas en el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

4.- Se determinó que el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método AASTHO será de la siguiente manera: Sub base 10" al 40% del CBR, Base 8" al 80% del CBR y la Carpeta asfáltica 2"

5.- Se determinó que el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método del INSTITUTO DEL ASFALTO será de la siguiente manera: Sub base 14" al 40% del CBR , Base 12" al 80% del CBR y la Carpeta asfáltica 4"

VI. Recomendación

En la aplicación a los métodos de estudio se logró determinar que el espesor total de las capas de la estructura del pavimento con el método AASTHO 93 es menor que la del método del INSTITUTO DEL ASFALTO, por lo tanto se recomienda utilizar el método AASTHO.

Es necesario que se siga investigando sobre las metodologías AASTHO E INSTITUTO DEL ASFALTO, pero aplicados a otros lugares donde el clima, la congestión vehicular o el tipo de suelos sean factores que establezcan si son o no propicio a utilizarse, y además garanticen el mejor desempeño del pavimento.

Para futuros proyectos se tenga en consideración la realización de un adecuado estudio de tráfico, ya que en la experiencia se pudo observar que es un factor importante a la hora de obtener los espesores de la estructura del pavimento, para evitar daños prematuros al pavimento.

Este presente estudio se podría tomar como referencia para un futuro proyecto vinculado en la zona de estudio por parte del gobierno local, regional o nacional.

VII. REFERENCIAS

1. ASHTO (1993). Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State and Highway Transportation Officials. Estados Unidos.
2. ALFONSO, MONTEJO FONSECA. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá-Colombia, Ágora editores, 2002.
3. ALMEIDA NAVARRETE, FRANCISCO JAVIER; SÁNCHEZ QUINTERO, Ernesto Andrés. Estabilización de suelos con el uso de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta. Caso de estudio: vía Las Mercedes-Puerto Nuevo, provincia de Santo Domingo de los Tsachilas. 2011. Tesis de Licenciatura. QUITO/PUCE/2011. (Fecha de consulta, 25 de junio del 2019) disponible en el <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/2653/T-PUCE>
4. ASOCEM, A. d. Pavimentos de hormigón: Una alternativa inteligente y sostenible. 2014.
5. BAQUERIZO, EDUARDO SANTOS, et al. Pavimento flexible con cemento asfáltico modificado utilizando polvo de caucho. 2017.
6. BONILLA SOLÍS, CARLOS MAURICIO Y BUBÓN URBINA, CARLOS AMÍLCAR. 2008. Universidad del Salvador, Centro América, ciudad Universitaria
7. CALLE LAYME, WILLY HERNÁN. Costo de construcción de diseño de pavimentos rígidos y flexibles (método AASHTO-93).2014. Tesis para obtener el título de licenciamiento. Universidad Mayor de San Andrés.
8. DIARIO PERÚ 21.2019. MTC aseguró pavimentar el 90% de la Red Vial Nacional y 70% de la Departamental para 2021. [En línea]. 17 de mayo del 2019. <https://peru21.pe/economia/mtc-aseguro-pavimentar-90-red-vial-nacional-70-departamental-2021-nndc-478858>
9. ESCOBAR, L. Y HUINCHO, J. (2017). Diseño de pavimento flexible bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
10. ESCOBAR, LINA MERCEDES MONSALVE; VÁSQUEZ, LAURA CRISTINA GIRALDO; GAVIRIA, JESSICA MAYA. Diseño de Pavimento Flexible y Rígido.2012

11. GARCÍA, A. (2015). Diseño de Pavimento Asfáltico por el método AASHTO-93 empleando el software DISAASHTO-93. Bogotá- Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Programa de especialización en ingeniería de pavimentos.
12. GIORDANI C. Y LEONE D. Pavimentos. Cátedra de Ingeniería Civil I [En línea]. Universidad Tecnológica Nacional. Rosario. Consultada el 12 de abril del 2019. 6 pp. Disponible en:
https://www.firro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20IPavimentos.pdf
13. Gómez Vallejos, Susan Jacqueline. Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau–Trujillo-la Libertad. 2014.
14. GOOGLE MAPAS. 2019. [En línea] junio de 2019. <https://www.google.com.pe/maps/dir/-8.9382355,-78.5755533/-8.949281,-78.5672156/@-8.9426229,78.5778479,2694m/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e0>
15. HIGHWAY, AAoS; OFFICIALS, T. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.
16. HIGUERA, CARLOS. 2010 Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos de carreteras. Volumen 1. Tunja: Uptc.
17. INGA, S. (2004). Optimización de metodologías de diseño de pavimentos aplicados a la carretera Bambamarca – Chota – Cochabamba, tramo: Km 142+000 - Km 163+540. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
18. INSTITUTO DEL ASFALTO 1991. Guía para el diseño de espesores, manual series No. I (MS-1). Estados Unidos: College park, MD. Traducido por el instituto para el desarrollo de los pavimentos en el Perú- IDPP. Lima Perú.
19. KANDAL P.S., MALLICK R.B., “Pavement recycling guidelines for state and local governments – participant’s reference book”, Publication No. FHWA-SA-98042, Federal Highway Administration, Washington, Estados Unidos, Diciembre 1997.

Disponible en:

https://www.ijeat.org/wpcontent/uploads/Abstarct_Book_IJEAT_v2i3_February28_2013.pdf

20. LOJA BALAREZO, ROLANDO ÁNGEL; SARMIENTO VARGAS, JULIO CÉSAR. Diseño de pavimento flexible para la reconstrucción de las vías: Av. Samuel Cisneros (1.758 km), Av. Principal 5 de Junio (1.240 km), Av. Jaime Nebot (1.380 km), Av. Juan León Mera (2.620 km), Vía de Acceso 3M (0.247 km), de la parroquia Eloy Alfaro cantón Durán provincia del Guayas. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE
21. LOZANO PAREDES, DAVID ÁNGEL. Diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible en la HUP Villa Victoria del distrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del instituto del asfalto y AASHTO. 2015.
22. MATA MONTENEGRO, MARCO TULIO. Guía básica para la conformación de bases y subbase para carreteras en El Salvador. 2010. Tesis Doctoral. Universidad de El Salvador.
23. MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA. 2008. manual para revisión estudio de tránsito. Managua: 2008. pág. 27. Provias Nacional, 2012. Estudios básicos de canteras y fuentes de agua.
24. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES 2014. Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Lima, Perú.
25. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES 2018. Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018. Lima Perú.
26. MINISTERIO DE TRANSPORTES DE COLOMBIA. “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” [En línea] Instituto de Nacional de Vías, Sub dirección de apoyo técnico. 2ª. Ed. Colombia. 2008. 509 pp. Disponible en: <https://es.slideshare.net/castilloaroni/gua-metodolgica-para-el-diseo-de-obras-derehabilitacin-de-pavimentos-asflticos-de-carreteras>
27. MINISTERIO DE VIVIENDA, DE CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO 2010. Reglamento nacional de edificaciones: Norma CE .010 Pavimento Urbanos. Lima-Perú.
28. MORALES C., CHÁVEZ A. Y LÓPEZ P. “Efectos de Alta Compactación de la capa de base en Pavimentos Flexibles”. (Tesis de bachiller en ingeniería civil). Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, 2009. 137 pp. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/349268573/Efectos-de-la-alta-compactacion-de-la-capade-base-en-pavimentos-flexibles-pdf>

29. PISCOYA, JJ. ÑANFUÑAY, M (2016). Diseño de pavimentación en la unidad vecinal alto Perú del Distrito de Ferrñafe, provincia de Ferrñafe, departamento de Lambayeque. Chiclayo – Perú: tesis para optar el título de ingeniería civil.
30. Rebolledo, Miranda; Javier, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. 2010. Tesis Doctoral. Tesis para optar el título de ingeniero civil].
31. RENGIFO ARAKAKI, KIMICO KATHERINE HARUMI. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)” como objetivo puso, realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte.2014
32. Reinoso, V. (2013). Análisis de las características geométricas de la ruta PE – 06 A en el departamento de Lambayeque con propuesta de solución al empalme PE-1N en el área metropolitana de Chiclayo. Lima- Perú: Universidad de San Martín de Porres. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.
33. RODRÍGUEZ, LUNES. Técnicas de recolección y análisis de datos. Edición Lima [En línea].Lima, 2014. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].disponible en: <https://es.slideshare.net/lunesrc72/actividad-4-tecnicas-de-recoleccion-y-analisis-dedatos>.
34. SALAMANCA, M. Y ZULUAGA, S. (2014). Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye- Santa Lucía barranca Lebrija entre los abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del Cesar. Bogotá – Colombia: Universidad Católica de Colombia. Trabajo de grado para optar al título de especialista en Ingeniería de Pavimentos.
35. SÁNCHEZ, FERNANDO. 2005. Curso Básico de Diseño de Pavimentos. Colombia: s.n., 2005.
36. THE ASPHALT INSTITUTE. “MS-1 Thickness Design-Highways & Streets”, Lexington, KY, 1991. disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/001/ai.ms-1.1970.pdf>

37. THOM, N. Principles of Pavement Engineering, Second edition. Canada: Ottawa Transportation Association of Canada. 2011. Disponible en [https://www.academia.edu/7803972/Principles of Pavement Engineering Second edition](https://www.academia.edu/7803972/Principles_of_Pavement_Engineering_Second_edition)
38. UMSS, U. M. Manual Completo de Diseño de Pavimentos. 2012. Valdivia–Chile 2010. [Internet] 2010. [Citado 2016 Feb. 07]. Pág. 48-60, 75-85, disponible en: <http://ri. Bib. Udo. edu. Ve/bitstream/123456789/2580/1/20TesisChile>
39. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). “Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del valle de México”. [En línea]. Facultad de Ingeniería. México. 2016. 71 pp. Disponible en: https://www.academia.edu/34111712/concreto_hidraulico_permeable_una_alternativa_para_la_recarga_de_los_mantos_auiferos_del_capitulo_v._procedimiento_constructivo_del_pavimento_de_concreto_permeable
40. VEGA, D. (2018). Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (Km 1+000 a 2+000). Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

ANEXOS

Anexo I

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | OBJETIVOS DE INVESTIGACION | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|---|---|--------------------------------------|--|--|
| <p>¿Mediante que método se lograra determinar un óptimo diseño estructural del pavimento flexible, para el tramo comprendido desde el cruce del centro poblado El Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal centro poblado Cascajal Santa Ancash-2019?</p> | <p>Objetivo General</p> <p>Determinar el método adecuado para lograr un óptimo diseño estructural del pavimento flexible para el tramo comprendido desde el cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal centro poblado Cascajal Santa Ancash-2019</p> | <p>ESTUDIO DE TRAFICO</p> | <p>EJES EQUIVALENTES ESAL,EAL</p> | <p>FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR</p> |
| | <p>Objetivo específico</p> <p>Determinar el índice medio diario anua (IMDA)</p> <p>determinar el tipo de suelo de la subrasante</p> <p>determinar la capacidad de soporte del suelo</p> <p>Diseñar la estructura del pavimento flexible aplicando el método del AASHTO 93</p> <p>Diseñar la estructura del pavimento flexible aplicando el método del Instituto del A asfalto</p> | <p>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</p> | <p>GRANULOMETRIA</p> <p>PROCTOR</p> <p>CBR</p> | <p>JUEGOS DE TAMICES (ASTM D-422)</p> <p>MOLDES DE PROCTOR(ASTM D-1557)</p> <p>EQUIPO DE CBR(ASTM D-1883 MTC E132)</p> |

Anexo II

ESTUDIO DE TRAFICO

Conteo y clasificación vehicular

Se estableció un punto de control de tráfico que queda ubicado en el kilómetro 15 de la carretera Chimbote - Cascajal en ese punto queda una garita del control de vehículos esta vía en estudio conecta con el centro poblado El Castillo.

UBICACION



ESTACION DE CONTEO VEHICULAR

Para determinar la estructura del pavimento flexible, aplicando los métodos del Instituto del Asfalto y AASHTO, se utilizará la información de la Tabla.

Resumen de conteo y clasificación vehicular

| Tipo de Vehículo | lun | Mart | Mie | Jue | vier | Sab | Dom | Total | IMD |
|------------------------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|--------------|------------|
| auto | 49 | 54 | 56 | 62 | 19 | 4 | 61 | 305 | 44 |
| station wagon | 58 | 50 | 49 | 51 | 27 | 6 | 56 | 297 | 42 |
| Camioneta (pick up , Rural) | 7 | 8 | 8 | 9 | 11 | 3 | 6 | 52 | 7 |
| Camioneta cerrada | 8 | 9 | 9 | 10 | 7 | 2 | 7 | 52 | 7 |
| Rural combi | 17 | 18 | 17 | 16 | 7 | 4 | 15 | 94 | 13 |
| Micro Bus | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 9 | 1 |
| Camión 2E | 10 | 7 | 8 | 9 | 8 | 4 | 9 | 55 | 8 |
| Camión 3E | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 2 | 6 | 35 | 5 |
| Camión 4E | 8 | 5 | 4 | 6 | 4 | 2 | 8 | 37 | 5 |
| Camión 2S1 | 3 | 5 | 4 | 8 | 5 | 2 | 7 | 34 | 5 |
| Semi Trayler 2S2 | 6 | 6 | 5 | 5 | 3 | | | 25 | 4 |
| Semi Trayler 2S3 | 6 | 5 | 6 | 5 | 3 | 0 | 6 | 31 | 4 |
| Semi Trayler 3s2 | 6 | 5 | 5 | 7 | 3 | 0 | 6 | 32 | 5 |
| Semi Trayler 3S3 | 2 | 2 | 7 | 6 | 3 | 0 | 2 | 22 | 3 |
| Trayler 3T3 | 2 | 2 | 4 | 6 | 3 | 0 | 2 | 19 | 3 |
| TOTAL | 191 | 184 | 189 | 205 | 108 | 29 | 193 | 1099 | 157 |

Fuente elaboración propia

FORMATO RESUMEN DEL DIA - LUNES
ESTUDIO DE TRAFICO

| | | | |
|-----------|--|------------------|-------------------|
| FECHA | 02/10/2013 | ESTACION | EL CASTILLO |
| TRANSECTO | CRUCE C.P. EL CASTILLO HASTA AL TURA KM. 15 SECT. BAJO CANAL C.P. CASCAJAL | COD. DE ESTACION | Garita de control |
| SENTIDO | E ← | FECHA DE CONTEO | 1 10 2019 |
| UBICACION | C.P. EL CASTILLO DISTRITO DE SANTA | | |

| HORA | AUTO | CAMIOMETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | | TRAYLER | | | TOTAL | % | | | | | | |
|--------------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------------|-------------|-------|-------|
| | | PICK UP | CERRADA | RURAL Coabi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | | | | | | | |
| 00-01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0.00% | |
| 01-02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0.00% |
| 02-03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0.00% |
| 03-04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0.00% |
| 04-05 | 3 | 3 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 4.71% | |
| 05-06 | 4 | 2 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 6.28% | |
| 06-07 | 4 | 3 | 1 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17 | 8.30% | |
| 07-08 | 4 | 4 | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 17 | 8.30% | |
| 08-09 | 3 | 4 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13 | 6.81% | |
| 09-10 | 2 | 3 | - | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | 7.33% | |
| 10-11 | 3 | 4 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 5.24% | |
| 11-12 | 2 | 3 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 5.76% | |
| 12-13 | 3 | 4 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 6.28% | |
| 13-14 | 3 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 5.24% | |
| 14-15 | 2 | 3 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 5.24% | |
| 15-16 | 2 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 6.28% | |
| 16-17 | 3 | 3 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 5.76% | |
| 17-18 | 3 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 4.71% | |
| 18-19 | 3 | 5 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 4.71% | |
| 19-20 | 3 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 4.19% | |
| 20-21 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 2.09% | |
| 21-22 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.52% | |
| 22-23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0.00% | |
| 23-24 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 1.05% | |
| TOTAL | 49 | 58 | 7 | 8 | 17 | 2 | 0 | 0 | 10 | 7 | 8 | 3 | 6 | 6 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 191 | 100% | | |
| % | 26% | 30% | 4% | 4% | 9% | 1% | 0% | 0% | 5% | 4% | 4% | 2% | 3% | 3% | 0% | 3% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 1.05% | 100% | | | |

FORMATO RESUMEN DEL DIA - JUEVES
ESTUDIO DE TRAFICO

| | | | | | |
|-----------------|--|--|------------------|-------------------|------|
| FECHA | 08 de octubre de 2019 | | ESTACION | EL CASTILLO | |
| TRAMO DE LA VIA | CRUCE C.P EL CASTILLO HASTA ALTURA KM. 15 SECT. BAJO CANAL C.P | | COD. DE ESTACION | Garita de control | |
| SENTIDO | 0 ← | | FECHA DE CONTEO | 4 | 10 |
| LUBICACION | 0 C.P EL CASTILLO DISTRITO DE SANTA | | | | 2019 |

| HORA | AUTO | STATION | CAMIONETAS | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | | TRAYLER | | | TOTAL | % | | | | | | | | |
|-------|------|---------|------------|-------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-------|----|-----|-------|----|----|----|------|------|----|
| | | | PICK UP | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | | | 3T2 | >=3T3 | | | | | | |
| 00-01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | |
| 01-02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% |
| 02-03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% |
| 03-04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% |
| 04-05 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 | 8% |
| 05-06 | 5 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | 7% |
| 06-07 | 3 | 5 | - | 1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 | 8% |
| 07-08 | 4 | 3 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 6% |
| 08-09 | 5 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 | 7% |
| 09-10 | 4 | 4 | - | - | 2 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 | 7% |
| 10-11 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 | 7% |
| 11-12 | 4 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 5% |
| 12-13 | 2 | 2 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 5% |
| 13-14 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | 7% | |
| 14-15 | 3 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 4% |
| 15-16 | 3 | 6 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13 | 6% | |
| 16-17 | 4 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 | 5% |
| 17-18 | 5 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 4% | |
| 18-19 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 4% | |
| 19-20 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 5% | |
| 20-21 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 5% | |
| 21-22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | |
| 22-23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | |
| 23-24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | |
| TOTAL | 62 | 51 | 9 | 10 | 16 | 0 | 0 | 0 | 9 | 5 | 6 | 8 | 5 | 5 | 0 | 7 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 205 | 100% | |
| % | 30% | 25% | 4% | 5% | 8% | 0% | 0% | 0% | 4% | 2% | 3% | 4% | 2% | 2% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 3% | 100% | | |

ESAL=(EF.IMDA)*365*DD*DL* $\left(\frac{(1+r)^n}{r} - 1\right)$

| | | | |
|---------------------------|-------------|------------|-----------|
| DIAS DEL AÑO | 365 | r % | 6 |
| FACTOR DIRECCIONAL | 0.50 | n° | 20 |
| FACTOR CARRIL | 1.00 | | |

| | | |
|------------------|---------------------|-----------|
| ESAL (EE) | 1,520,546.04 | EE |
| w18 | 1,520,546.04 | |

Panel fotografico



El transito pesado se hace presente en la via en estudio





Se hace presente de vehiculo liviano

Anexo III

**ESTUDIO DE MECANICA
DE SUELOS**

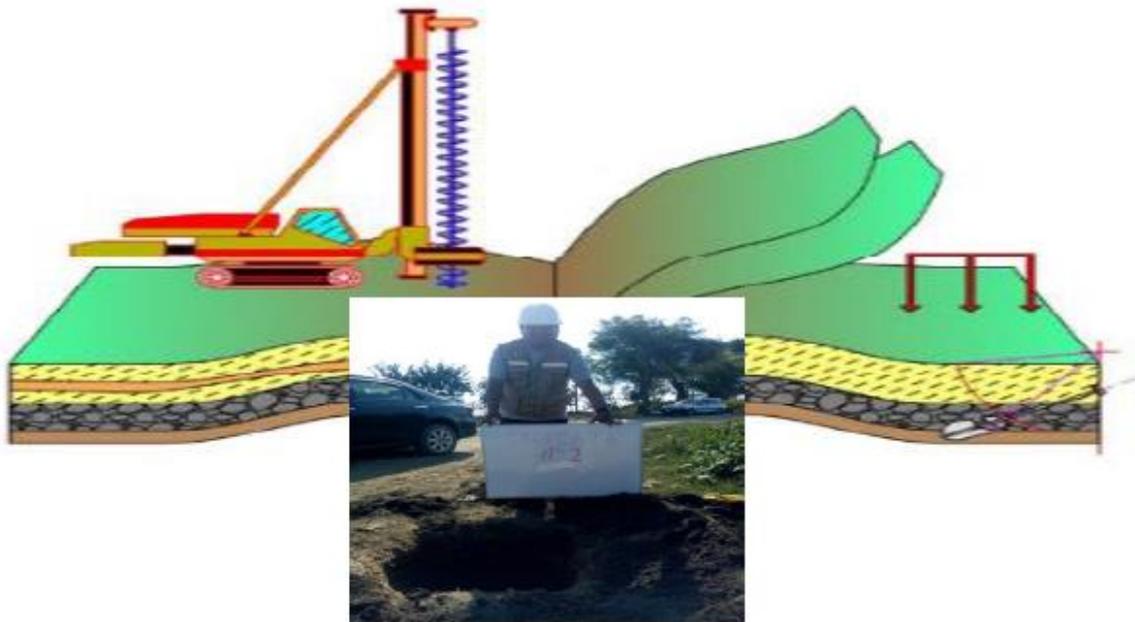


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION



TESIS:

“OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO
CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000
SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL SANTA ANCASH 2019

UBICACIÓN: CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO

SOLICITA : VALENTIN CASTRO RENEE RICHARD

LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA : 15 NOVIEMBRE DEL 2019



Oficina: P.J. 03 de octubre Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC:20604190640
Teléfono: 954877150 -945417124 e-mail. Wilze822@hotmail.com



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INDICE

| |
|---|
| 1.0.-ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS |
| 1.1 GENERALIDADES |
| 1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO |
| 2.0.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO |
| 2.1 CLIMA Y TEMPERATURA |
| 3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO |
| 4.0.- ZONIFICACIÓN SÍSMICA – GEOTÉCNICA |
| 5.0.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES |
| 6.0.- EFECTO DE SISMO |
| 7.0.- TRABAJOS DE CAMPO |
| 8.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO |
| 9.0.- ENSAYOS ESTANDAR |
| 10.0.- CLASIFICACION DE SUELO |
| 11.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION |
| 12.- AGRESIVIDAD DEL SUELO |
| 13.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANCIION |
| 14.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO |
| 15.- ESTUDIO DE TRÁFICO – PAVIMENTO FLEXIBLE |
| 16.- DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 1993 |
| 17.- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO |
| 18.- CONCLUSIONES DE LA ZONA EN ESTUDIO |
| 19.- RECOMENDACIONES DE LA ZONA EN ESTUDIO |
| ANEXOS |
| PANEL FOTOGRAFICO |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N. 125374
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME TECNICO

1.0 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

1.1. - GENERALIDADES

Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco del desarrollo del Estudio Definitivo del Proyecto "OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH".

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra de pavimentación, con el propósito de estimar su comportamiento para resistir los esfuerzos que serán transmitidos por las solicitaciones de cargas vehiculares y con la finalidad de diseñar la estructura de la carretera.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles estratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre, Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



1.2.- Metodología y plan de trabajo

Metodología

El conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de cinco días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.
- Programación de las actividades a ejecutarse por las brigadas de calicateros en las áreas de estudio.

Clasificación visual manual de las muestras, Se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.

Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
C.I. 10000000000000000000
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



c) Fase de gabinete

Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.

- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo con fines de pavimentación.
- Recomendaciones técnicas de la pavimentación, diseño estructural del pavimento, consideraciones constructivas y sismoresistes de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

1.3.- Plan de trabajo

a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:

- La definición del área del estudio.
- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.

Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:

- Frente de excavaciones de calicatas (1.50 m de profundidad promedio)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zela
ING. WILSON J. ZELAYAS PANTOS
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



| UBICACIÓN DE CALICATAS | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------|--|
| CALICATA | LUGAR | PROFUNDIDAD (m) | COORDENADAS UTM |
| C-1 | TRAMO DE DISEÑO | 1.5 | 0767490m E 9009894m O MSNM 73 |
| C-2 | TRAMO DE DISEÑO | 1.5 | 0767448m E 9009957m O MSNM 76 |
| C-3 | TRAMO DE DISEÑO | 1.5 | 0767316m E 9010174m O MSNM 79 |
| C-4 | TRAMO DE DISEÑO | 1.6 | 0767185m E 9010375m O MSNM 77 |
| C-5 | TRAMO DE DISEÑO | 1.5 | 0767060m E 9010581m O MSNM 72 |
| C-6 | TRAMO DE DISEÑO | 1.5 | 0766618m E 9011123m O MSNM 72 |

- [Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).

El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

b) Programa de actividades y recursos logísticos

En principio, el programa de actividades ha conservado la estructura inicialmente planteada en la propuesta técnico-económica para este estudio, no obstante, hubo ampliación del tiempo de ejecución del estudio por mutuo acuerdo entre las partes.

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Arequipa
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
ING. EN MECÁNICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.0.- UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente proyecto se ejecutará, en el Distrito de Santa, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende "OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH"

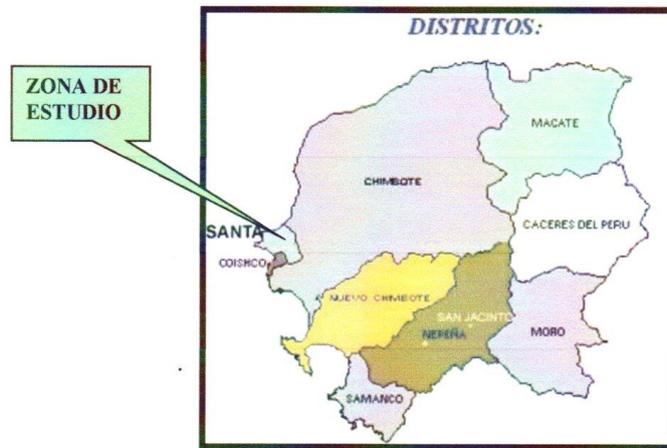


FIGURA N° 01: Mapa de la provincia del Santa. La zona en estudio se encuentra en el distrito de Santa.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

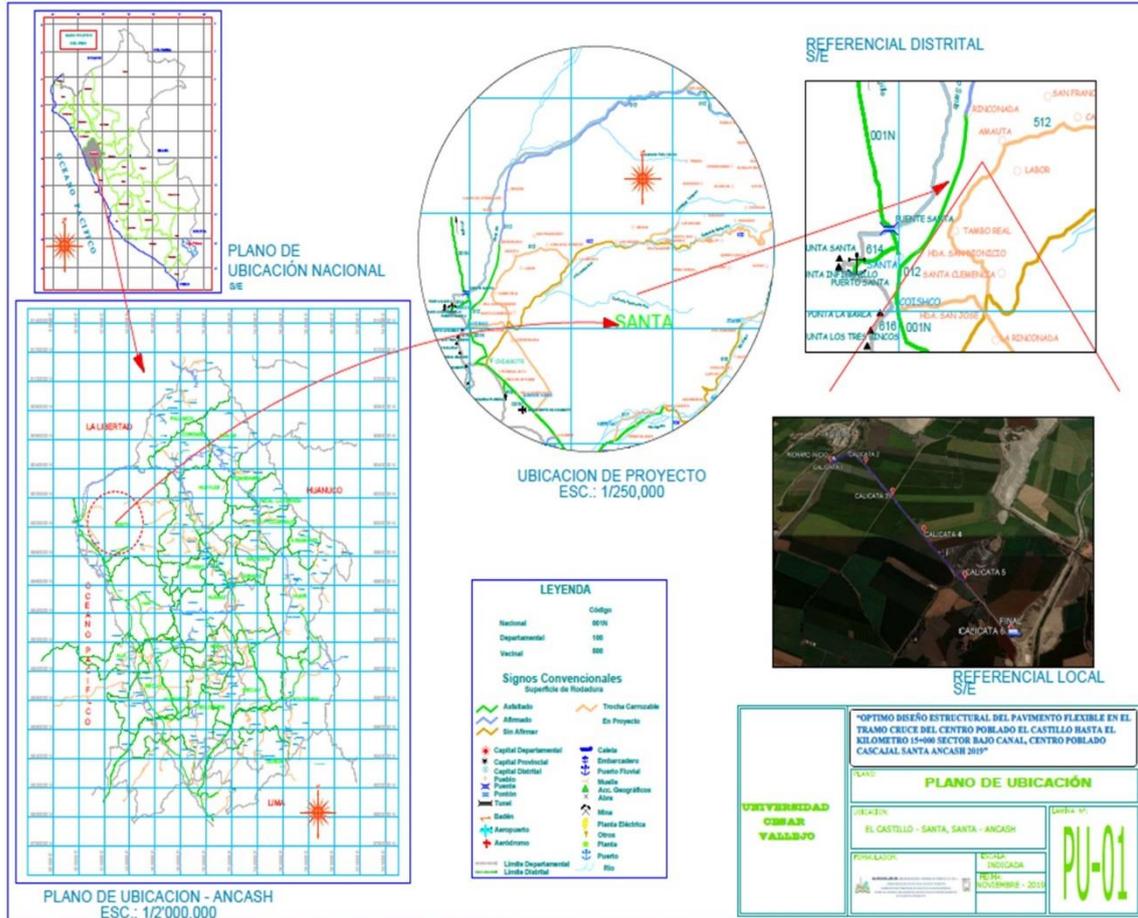


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Ubicación Zona De Estudio



OSCAR INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 INGENIERIA DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. WILZE B. VALLEJO
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Ubicación Zona De Estudio



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.1 Condición climática

La Ciudad de Santa presenta un clima moderado. Las temperaturas en el área varían entre 23°C a 27°C en promedio durante los meses de verano (Noviembre a Abril) y a una temperatura promedio mínima de 14 °C durante los meses de invierno (Mayo a Octubre). El promedio de temperatura en verano es de 24°C y el promedio en invierno es de 19°C.

PRECIPITACION:

Muy raras veces llueve en la región y se sabe de décadas que transcurren sin ella. El régimen de lluvias en la cuenca es relativamente homogéneo, conteniendo en el año dos épocas definidas, una humedad correspondiente a los meses de verano y otra seca ocurriendo básicamente en los meses restantes se pueden considerar como transición entre estas épocas. Se ha observado que el mes de máximas precipitaciones en todas las estaciones analizadas es el mes de marzo y el de mínimas precipitaciones es el mes de Julio.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA:

Como es normal para las zonas costeras, se considera que la ciudad de Santa está en una zona húmeda. El vapor de agua desempeña un rol importante en la evolución de los fenómenos atmosféricos y en las características fundamentales del clima. Una de las formas de expresar el contenido de vapor de agua del aire es por medio de la humedad relativa en las cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en Chimbote. La humedad relativa media mensual histórica es de 73%

Se dispone de información de horas de sol en las estaciones del Puerto de Chimbote y Rinconada en las cuales se establece que el promedio de horas de brillo solar varía de 7 a 9 horas en los meses de verano y en los meses de invierno varía de 5 a 7 horas.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Delgado
ING. WILSON J. DELGADO SANTOS
CIPN 18543
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

3.1. GEOMORFOLOGIA

3.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES

Dentro de los principales que han dado origen a las geoformas actuales, se tiene el agua y el viento como los que han jugado un papel muy importante. Las intensas lluvias que se producen en la región costanera después de largos periodos de sequía, origina grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

3.1.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Las unidades geomorfológicas mayores son la faja costanera, los valles de la vertiente pacifica y las estribaciones de la cordillera occidental, dentro de las cuales se pueden identificar en la zona las siguientes unidades menores.

Cuadrangulo de Chimbote, los afloramientos de gabros y rocas asociados se encuentran en la Isla Blanca, cerro señal Taricay y cerro Tambo. Los afloramientos de gabros tienen coloraciones oscuras que se diferencian de las rocas adyacentes por su mayor resistencia a la erosion. En algunos casos tienen morfología resaltante, como el caso del Cerro Tortugas, Cerro Prieto, Cerro Samanco, etc.

Los componentes intrusivos iniciales del Batolito de la costa Varian en un rango desde gabro a diorita, según sus características petrognificas se han separado en los mapas geológicos respectivos cuerpos de gabro, diorita, microdiorita a diabla y un complejo de diques, cada uno de ellos tiene una forma y distribución espacial.

3.2. SUPER UNIDAD SANTA ROSA

El lado Oeste del Batolito esta compuesto por un complejo muy variado de tonalita acida. Las características petrográfica y de campo de este complejo son muy similares a las del complejo de la región Chancay – Huaura (Cobbing y Pitcher, 1972). Ya que el complejo de la tonalita acida de la región de Casma representa claramente la continuación hacia el norte, del Complejo Tonalita Santa Rosa de Cobbing y Pitcher; Child R. (1976) prefiere mantener el nombre y sin embargo cambia la denominación de "Complejo" por la de "Super Unidad"

La súper unidad Santa Rosa es la mas amplia de la unidades intrusivas que forman el Batolito cubriendo aproximadamente el 60 % del area total, correspondiente a las rocas

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancaes
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. DELAYA SANTOS
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.2.4 DEPOSITOS ALUVIALES

Como se observa en los mapas geológicos los depósitos aluviales son más abundantes en el cuadrángulo de Casma, en estrecha relación con la mayor extensión de rocas plutónicas, las cuales son más fácilmente erosionables, originando depósitos arenosos gruesos y limoarcillas

En los depósitos aluviales se incluyen la terrazas los rellenos de quebradas y valles, así como los depósitos recientes que constituyen en las pampas o llanuras aluviales, las terrazas están formadas por gravas arenas y limos que en algunos casos sobreyacen directamente al basamento rocosos, en otros casos constituyen una secuencia gruesa de depósitos aluviales mal seleccionados con clastos de litologías diversas.

En general los depósitos aluviales son más gruesos a heterogéneos hacia el Este, en cambio hacia el Oeste son de fragmentometría más fina y características más homogéneas, por lo que son explotados como agregados y material de construcción.

4.0.- GEOLOGÍA REGIONAL:

Geológicamente, a nivel regional se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

a) Cretáceo.-

Grupo Casma

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilítico, cloritización y silicificación incipiente. En la ciudad de Chimbote el volcánico se encuentra expuesto principalmente en el extremo norte por los cerros Chimbote y Tambo Real, y en el extremo Sur-Este por los cerros Península y División.

La edad de los depósitos anteriores ha sido ubicada a fines del periodo jurásico y cretácico superior.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



b) Intrusivos.-

Este segundo tipo de afloramiento existente en la zona se encuentra representado por formaciones de granodiorita, cuya coloración oscila entre gris oscuro y gris claro, su grano varía entre medio y grueso; teniendo su mejor exposición en el lado Este de la ciudad, en las colinas de las Pampas de Chimbote.

c) Cuaternario.-

Son los más predominantes en el área de estudio, formada por extensos depósitos la arena eólica, formando muchas veces colinas de poca elevación. Se nota la presencia de materiales aluvionales y fluviales formando depósitos a lo largo del lecho antiguo del Río Lacramarca, así como en el extremo Norte de la ciudad, conocidos como Cascajal, La Mora, etc. y están constituidos principalmente por los siguientes depósitos:

4.1 GEOLOGÍA LOCAL:

La ciudad de Santa y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

- Unidad de playas.
- Unidad de depósitos aluviales
- Unidad de colinas.
- Unidad de dunas.

c) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Santa, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

d) Unidad de depósitos aluviales

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Santa en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Santa hasta Chimbote.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilze Santos
ING. WILZE J. ZELAYA SANTOS
Especialista en Mecánica de Suelos

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río Santa, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río.

Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0,00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).

e) Unidad de colinas

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en los alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

f) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

4.2.- Tectonismo

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Wilson J. Maza Santos
ING. WILSON J. MAZA SANTOS
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



5.0- DATOS GENERALES DE LA ZONA.

- a) **Geodinámica Externa.**— Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 4 cuyo factor es $Z = 0.45$, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a 9.4° Latitud Sur y 79.3° Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de $0.24g$. La magnitud calculada fue de 7.5° en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó 7.8° en la escala de Richter.

| ZONA | Z |
|------|------|
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2016.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilze
ING. WILZE J. DELAYA SANTOS
C.I.P. 10000
Especialista en Mecánica de Suelos

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



6.0- EFECTO DE SISMO

La zona de estudio corresponde al distrito de Santa en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de S=1.10, para un periodo predominante de Tp=1.0 s, y Z es el factor de la zona 4 resultando Z=0.45g.

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de 0.42g, y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es 0.21.

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson I. Zelaya Santos
ING. WILSON I. ZELAYA SANTOS
C.I. 108090700
Especialista en Mecánica de Suelos

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

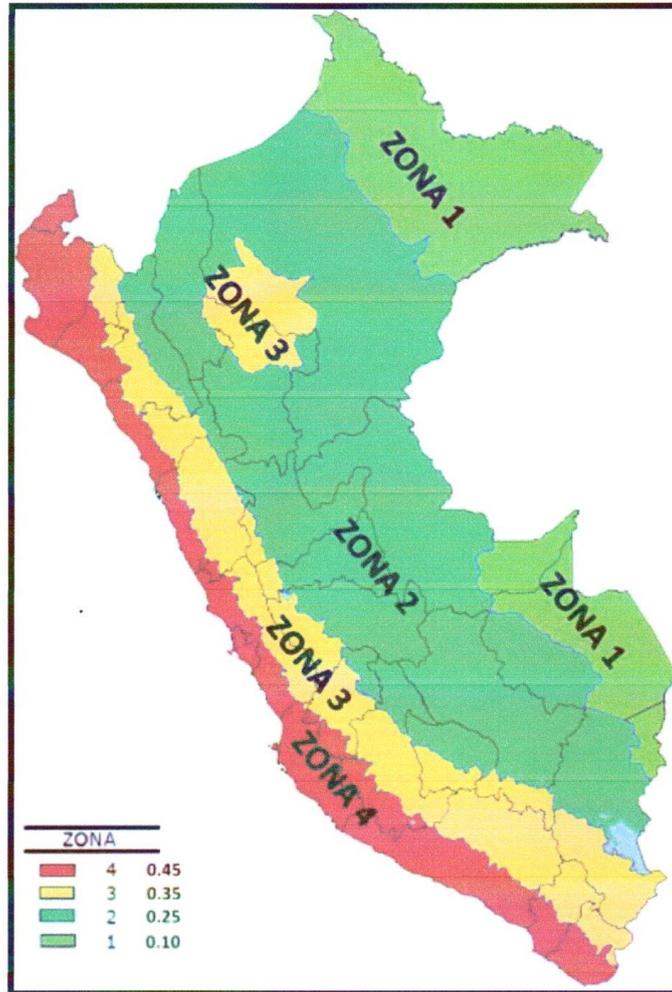


FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilze
ING. WILSON I. TRIAYA BARTOS
ING. ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

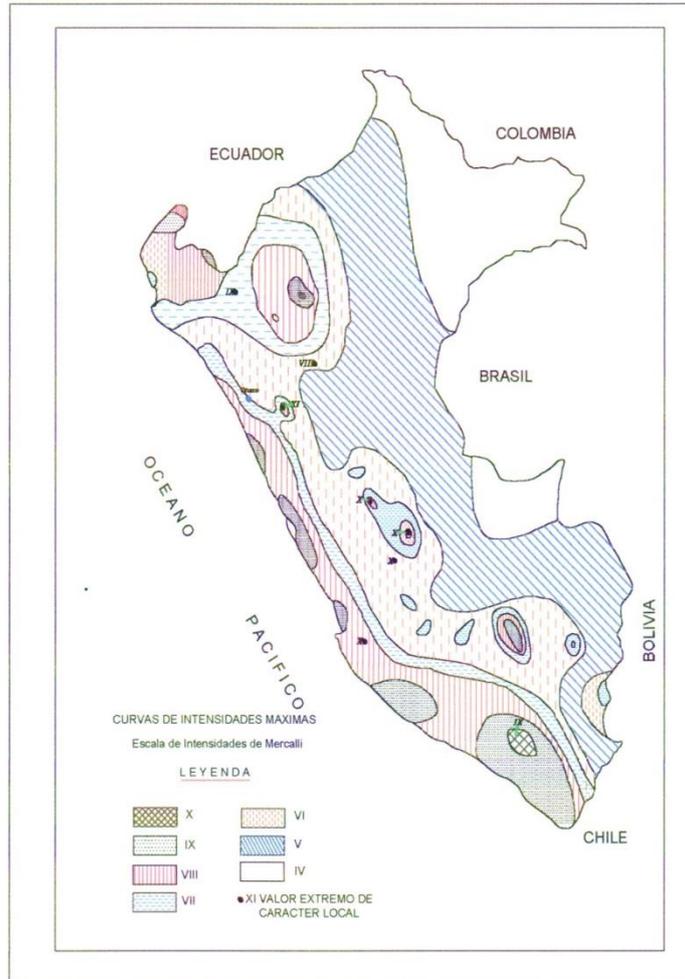


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al, 1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

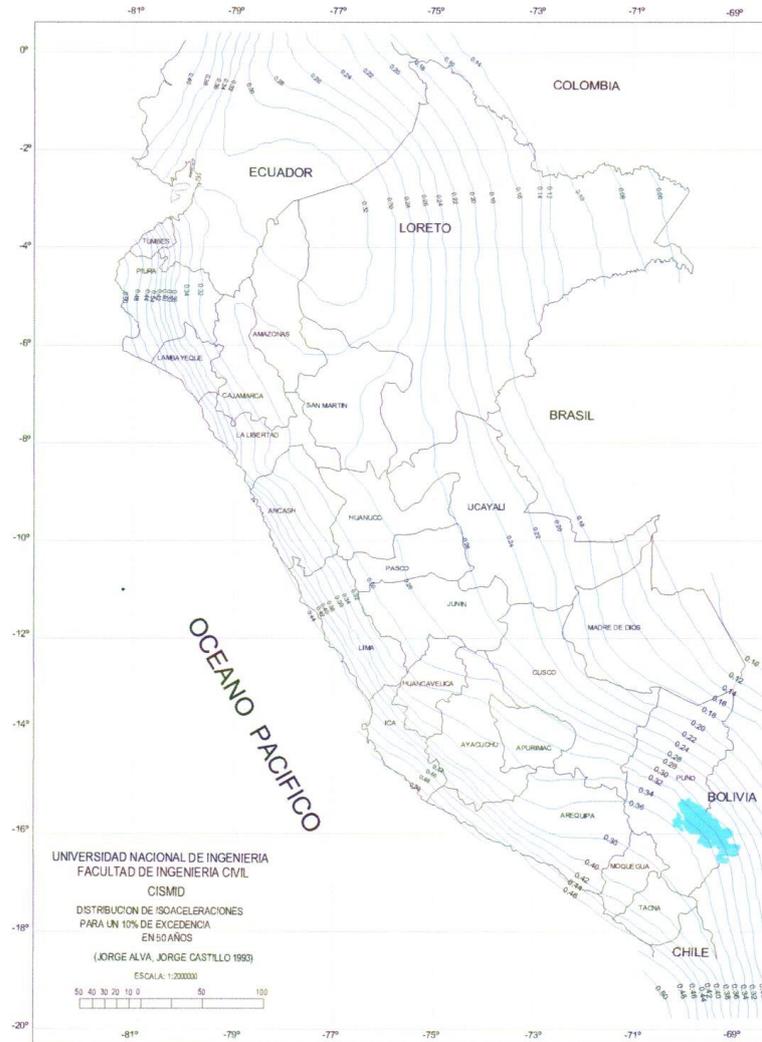


Figura 3. Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Período de Retorno

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Wilson
ING. WILSON MORALES AYASANTOS
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



7.0.- TRABAJO DE CAMPO

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavaron 06 calicatas "a cielo abierto", los que se denominan C-01 al C-06.

La profundidad alcanzada en las perforaciones mencionadas es de 1.50 m, por debajo de la sub rasante proyectada y ubicadas en forma alternada (derecha e izquierda) de la vía en estudio.

El plano mostrando la ubicación de las calicatas efectuadas, se presenta en el Anexo "Plano de Ubicación de Calicata".

- La relación resumida de las prospecciones realizadas, así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo "Registro de Sondaje".

7.1.- Muestreo: se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo a lo establecido en los términos de referencia y en conformidad con el "Manual de Ensayos de Materiales edición mayo del 2016 (es la actualización del Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras EM. 2013).

Estos trabajos de laboratorio permitieron determinar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos y mecánicos de las muestras disturbadas provenientes de cada una de las exploraciones.

En la tabla N° 1 "Ensayos de Mecánica de Suelos" se presentan los diferentes ensayos a los que fueron sometidas las muestras obtenidas en los trabajos de campo, describiendo el nombre del ensayo, uso, método de clasificación utilizado, tamaño de muestra utilizada y propósito del ensayo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zúñiga Santos
ING. WILSON J. ZÚÑIGA SANTOS
C.I.P. 12543
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 1 - Ensayo de mecánica de suelos

| NOMBRE DEL ENSAYO | USO | MÉTODO MTC | ENSAYO ASTM | PROPOSITO DEL ENSAYO |
|--------------------------------------|-----------------------|------------|-------------|--|
| Análisis granulométrico por Tamizado | Clasificación | E-107 | D422 | Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo. |
| Contenido humedad | de Clasificación | E-108 | D2216 | Determina el contenido de humedad del suelo |
| Límite líquido | Clasificación | E-110 | D4318 | Hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico |
| Límite plástico | Clasificación | E-111 | D4318 | Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semisólido. |
| Índice plástico | Clasificación | - | - | Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico. |
| Densidad de campo | Grado de compactación | E-117 | D1556 | Para determinar la densidad y el peso unitario del suelo in situ |
| Compactación próctor modificado | Diseño de espesores | E-115 | D1557 | Determina la relación entre el contenido de agua y peso unitario de los suelos (Curva de compactación) |
| CBR | Diseño de espesores | E-132 | D1883 | Determinar la capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente. |

8.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas realizadas, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 01 ensayo de California Bearing Radio - C.B.R., 06 análisis granulométrico por tamizado, ensayos de límite líquido y ensayos de límite plástico, 11 ensayos de sales solubles totales y 01 ensayos de Ph, 01 ensayos de Ion Cloruro, 02 ensayos de Ion Sulfato, Las muestras han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Peruanas E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
ING. VALSARTE ALFARO GARCIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



8.1.- ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras del pavimento, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 01 ensayos de contenido de sales solubles totales 01 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 01 ensayos de Ion Cloruro y 01 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

9.0.- ENSAYOS ESTARDAR

con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

1. Análisis Granulométrico. ASTM D 422
2. Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
3. Límites de Consistencia. ASTM D 4318
4. Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
5. Peso Volumétrico. ASTM D 4254
6. Descripción visual de los suelos ASTM D 2487

9.1.- ENSAYOS ESPECIALES: se realizó el siguiente ensayo

California Bearing Radio - C.B.R. (NTP 339.127)

10.0.- CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Official (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

Perfiles estratigráficos

Los perfiles estratigráficos del subsuelo para el proyecto, ha sido elaborado en base a lo siguiente:

- Un conjunto de calicatas distribuidas convenientemente en el emplazamiento de la obra.
- Registro de excavaciones del conjunto de calicatas distribuidas en el emplazamiento de la obra.

Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelava Santos
ING. WILSON J. ZELAVA SANTOS
CIP. 118073
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



11.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A-4-(7), está conformado por un material Arcilla de baja plasticidad con arena, que presenta las siguientes características:

- Permeabilidad - Baja
- Expansión - Baja
- Valor como terreno de fundación - Malo
- Característica de Drenaje - Malo

12.- AGRESIVIDAD DEL SUELO

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado no presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas no representarían ningún problema y no afectarían las estructuras del pavimento, debido a la poca agresividad de sales en el suelo.

Según el certificado del análisis químico la concentración de sustancias agresivas son las que se muestran en el siguiente cuadro n°4 y en el anexo "Análisis Químico".

Cuadro N°01

| Calicata | Muestra | Profundidad(m) | pH | SST % | Cloruros ppm | Sulfatos ppm |
|----------|---------|----------------|------|-------|--------------|--------------|
| C-3 | M-1 | 1.50 | 7.30 | 0.055 | 445 | 1591 |

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

| PRESENCIA EN EL SUELO DE: | P.P.M. | GRADO DE ALTERACION | OBSERVACION |
|---------------------------|--|--|---|
| SULFATOS | 0 – 1,000 1,000 – 2,000 2,000 – 20,000 > 20,000 | Leve Moderado Severo Muy severo | Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación. |
| CLORUROS | > 6,000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos. |
| SALES SOLUBLES TOTALES | > 15,000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación. |

* Comité ACI 318-83

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Arequipa
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. ZEVALA SANTOS
Especialista en Mecánica de Suelos



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



De la comparación de los resultados obtenidos y valores recomendados en el cuadro siguiente en el cual se presentan los límites permisibles recomendados por el Comité ACI 318-83 y valores recopilados de la literatura existente sobre las cantidades en partes por millón (p.p.m) de sulfatos, y cloruros, así como el grado de alteración y las observaciones del ataque a las armaduras y al concreto, se da las recomendaciones necesarias para la protección ante el ataque químico.

TABLA N° 2
TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

| GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS | PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) EN LA MUESTRA DE SUELO (%) | PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (p.p.m.) | TIPO DE CEMENTO | RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal) |
|---------------------------------|---|---|-----------------|--|
| Despreciable | 0 a 0.10 | 0 a 150 | I | |
| Moderado | 0.10 a 0.20 | 150 a 1,500 | II | 0.50 |
| Agresivo | 0.20 a 2.00 | 1,500 a 10,000 | V | 0.45 |
| Muy Agresivo | > de 2.00 | > 10,000 | V + puzolana | 0.45 |

P.C.A. Asociación Cemento Portland

De acuerdo a los ensayos químicos realizados al material sobre el cual se colocarán las estructuras (Base), observamos que la concentración de sales cloruros, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo éste de 398.5 ppm, menor que 6000 ppm (valor permisible para cloruros), por lo que NO ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación.

Asimismo observamos concentraciones de sales sulfatos mayores a 1,000.00 ppm. Que alcanzan un valor puntual de 897.5 ppm, esta cerca a los límites permisibles por lo que SI ocasionan un ataque moderado al concreto de la cimentación en este sector. Por todo lo expuesto se concluye usar el cemento Tipo II o su similar, para todas las estructuras, para cementos de peso normal de 0.50 y una resistencia mínima (f'c) de 210 Kg/cm². (Norma E.060 Concreto Armado).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILZE J. ZEAYAS SANTOS
C.E. 11. 2013
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



13.0- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio

| INDICE DE PLASTICIDAD | POTENCIAL DE EXPANSION |
|-----------------------|------------------------|
| 0 -15 | BAJO |
| 15 -35 | MEDIO |
| 35 – 55 | ALTO |
| >55 | MUY ALTO |

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados hay presencia de suelos medio expansivos.

14.0- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

La calicata N° 01, Tiene una profundidad de 1.50 m, conformado por una capa de 0.00-1.50m de espesor (M-1), de espesor de Arcilla de baja plasticidad con arena (CL), de forma sub angular, textura poco rugosa, con propiedades plásticas; semi compacto, color marrón oscuro.

La calicata N° 02, Tiene una profundidad de 1.50 m, conformado por una capa de 0.00-0.60.m de espesor (M-1), conformado por material Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. Luego subyace un estrato (M-2) de 0.60 – 1.50 m de espesor de Arcilla de baja plasticidad con arena, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson I. Zelaya Santos
ING WILSON I. ZELAYA SANTOS
C.E.M. 10000
ESPECIALISTA EN TRATAMIENTO DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



La calicata N° 03. Tiene una profundidad de 1.50 m, conformado por una capa de 0.00-0.60.m de espesor (M-1), conformado por material Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. Luego subyace un estrato (M-2) de 0.60 – 1.50 m de espesor de Limo inorgánico de baja plasticidad, de forma alargada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo.

La calicata N° 04. Tiene una profundidad de 1.60 m, conformado por una capa de 0.00-0.50.m de espesor (M-1), conformado por material Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo.. Luego subyace un estrato (M-2) de 0.50 – 1.60 m de espesor de Limo inorgánico de baja plasticidad, de forma alargada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo.

La calicata N° 05. Tiene una profundidad de 1.50 m, conformado por una capa de 0.00-0.80.m de espesor (M-1), conformado por material Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. Luego subyace un estrato (M-2) de 0.80 – 1.50 m de espesor de Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo.

La calicata N° 06. Tiene una profundidad de 1.50 m, conformado por una capa de 0.00-0.50.m de espesor (M-1), conformado por material Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo, ligeramente húmedo. Luego subyace un estrato (M-2) de 0.50 – 1.50 m de espesor de Limo inorgánico de baja plasticidad, de forma alargada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSO E. MELAYA SANTOS
C.I. 10800000000
Lima, Perú

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



14.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE FUNDACION

De acuerdo a los ensayos realizados a las muestras de la zona en estudio, se clasifico un estrato de material de relleno compuesto por material no clasificado contaminado con desechos de concreto, y de acuerdo al método (SUCS), 2 tipos de suelos conformado por Arena limosa (SM) y Arcilla de baja plasticidad (CL).

15.0.- ESTUDIO DEL TRÁFICO - PAVIMENTO FLEXIBLE.

El estudio de tráfico con fines de diseño del pavimento está orientado a proporcionar información básica para determinar los indicadores de tráfico y repeticiones de ejes equivalentes.

Se ha obtenido información necesaria sobre el tipo de transito que circula por esta vía, con la finalidad de cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que transitan por el tramo de la Vía; información que es indispensable para determinar las características de diseño del pavimento para el presente proyecto.

El análisis de Tráfico, determino el transito actual; sus características y proyecciones para el período de vida útil, en número acumulado de repeticiones de carga de eje equivalente de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento. Considerado exclusivamente la acción de autos y camionetas, BUSES DE 2 EJES, C2E, SEMITRAYLERS 2S2, SEMITRAYLERS 2S3.

El período de diseño establecido es de 20 años, considerándose los trabajos rehabilitación y mejoramiento para ese período, y una tasa de crecimiento del 3.0% anual. En base a esta información proyectamos entonces el número de ejes equivalentes:

$$W_{18} = 1.52E+06$$

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

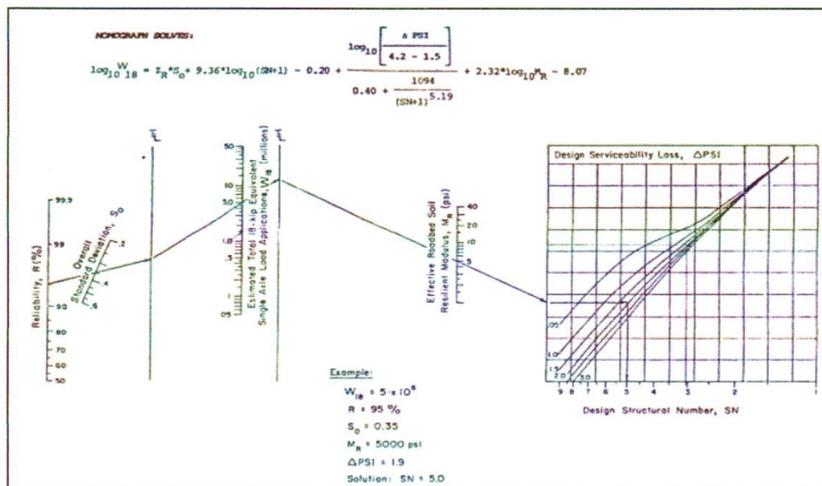


16.0.- DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 1993

El diseño del pavimento, utilizando el Método AASHTO, versión 1993 (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE 1993), basado en AASHTO Road Test, consiste en determinar el Número Estructural (SN) en función del Módulo Resiliente de la Subrasante (M_R), número de ejes standard anticipado (N), Confiabilidad (R%), Desviación Standard total (S_0), pérdida de Serviciabilidad (ΔPSI) e índices estructurales del pavimento.

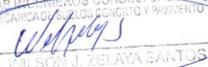
Los valores del número estructural se determinan mediante la aplicación de la ecuación de diseño indicada en la Fig. 3.1 del método de diseño

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(MR) - 8.07$$



Variables de Diseño:

El método AASHTO-93 incluye entre otros los siguientes parámetros:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 185273
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



a) NIVEL DE CONFIANZA

Básicamente, es una forma de incorporar cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para garantizar que la sección del pavimento proyectado se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente durante el periodo de diseño.

El nivel de confianza tiene como función garantizar que las alternativas adoptadas perduren durante el periodo de diseño. En el Cuadro N° 01 "Niveles de Confianza sugeridos para Diferentes Carreteras", indican los rangos de confiabilidad sugeridos para distintos tipos de carreteras, clasificadas según su funcionalidad. Para el Estudio de Suelos del Estudio Definitivo del Proyecto: " OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH", por ser una Colectora de Tarnsito; le corresponde una confiabilidad que varía de 80 – 95.

**NIVELES DE CONFIANZA SUGERIDO PARA
DIFERENTES CARRETERAS**

| Clasificación | Niveles de Confiabilidad | |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| | Recomendado | |
| | Urbana | Rural |
| Autopistas interestatales y otras | 85 - 99.9 | 80 - 99.9 |
| Arterias Principales | 80 - 99 | 75 - 95 |
| Colectoras de Transito | 80 - 95 | 75 - 95 |
| Carreteras Locales | 50 - 80 | 50 - 80 |

En base a la confiabilidad de los datos estudiados y a los términos de referencia se le asigna una confiabilidad de 90% como promedio. En Tabla 02 "Valores de la Desviación Standard Normal", muestra los valores de Desviación Standard Normal que se adopta en base al Nivel de Confianza. Según la Guía de Diseño AASHTO, resulta un ZR de -1.282

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Wilson J. Zelava Santos
ING. WILSON J. ZELAVA SANTOS
Geólogo
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



| Reliability R (percent) | Standard Normal Deviate, ZR |
|-------------------------|-----------------------------|
| 50 | 0.000 |
| 60 | -0.253 |
| 70 | -0.524 |
| 75 | -0.674 |
| 80 | -0.841 |
| 85 | -1.037 |
| 90 | -1.282 |
| 91 | -1.340 |
| 92 | -1.405 |
| 93 | -1.476 |
| 94 | -1.555 |
| 95 | -1.645 |
| 96 | -1.751 |
| 97 | -1.881 |
| 98 | -2.054 |
| 99 | -2.327 |
| 99.9 | -3.090 |
| 99.99 | -3.750 |

Desviación Standard Total

El valor de Desviación Standard Total varía entre 0.40 y 0.50 para pavimento flexible. Se adopta el valor promedio de $S_0 = 0.45$.

Serviciabilidad

La serviciabilidad de un pavimento es su capacidad de servir al tipo de tráfico que usa la vía (ligero y pesado). La medida de serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad presente (PSI) que varía entre 0 (carretera intransitable) y 5 (carretera en perfectas condiciones). El valor de la serviciabilidad inicial, de acuerdo a la práctica usual, es de $p_i=4.0$ para la carpeta asfáltica.

De acuerdo a lo indicado en los Términos de Referencia el Índice de Serviciabilidad final será $p_f=2.0$, por lo que la pérdida del Índice de Serviciabilidad es $\Delta p = 2.0$. En el Cuadro 2.1 se presenta el resumen de los valores de serviciabilidad aplicados en el diseño.

Cuadro 2.1

| Tipo de superficie de rodadura | p_i | p_f | Δp |
|--------------------------------|-------|-------|------------|
| Carpeta asfáltica | 4.0 | 2.0 | 2.0 |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. BELAYA SANTOS
Especialista en Mecánica de Suelos

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



El Índice de serviciabilidad terminal se considera igual a 2.2, valor que indica la necesidad de Rehabilitar la carretera, para lo cual será necesario efectuar evaluaciones periódicas, tanto Funcional como Estructural (Rugosidad y Deflectometría; respectivamente), a fin de obtener la base de datos con las cuales se establecerán las medidas correctivas y con ellas asegurar la durabilidad de la misma.

Coefficiente de Drenaje (mi).

Representa el porcentaje del tiempo durante el Período de Diseño, que las capas del pavimento (Base y Sub-base) estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación, el cual depende de la pluviosidad del sitio, de la topografía del terreno, de la composición granulométrica del terreno natural y del riesgo que ofrezcan los servicios de agua y desagüe. En este caso se adopta un valor de coeficiente de drenaje (mi) = 1.05, correspondiente a una calidad de drenaje Pobre en un tiempo de riesgo estimado entre 1 y 5%.

Para efectos de determinar el espesor del pavimento requerido para una estructura nueva, se utilizó el método AASHTO contenido en la Guía de 1993 para diseño de pavimentos flexibles. En el Cuadro 3.0, se presenta el resumen de los valores

| VALORES DE COEFICIENTE DE DRENAJE | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--|------------|------------|------|
| Calidad de Drenaje | Termino Remoción de Agua | % de Tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación | | | |
| | | <1% | 1-5% | 5-25% | >25% |
| Excelente | 2 horas | 1.40 -1.35 | 1.35 -1.30 | 1.30 -1.20 | 1.20 |
| Buena | 1 día | 1.35 -1.25 | 1.25 -1.15 | 1.15 -1.00 | 1.00 |
| Aceptable | 1 semana | 1.25 -1.15 | 1.15 -1.05 | 1.00 -0.80 | 0.80 |
| Pobre | 1 mes | 1.15 -1.05 | 1.05 -0.80 | 0.80 -0.60 | 0.60 |
| Muy Pobre | El agua no drena | 1.05 -0.95 | 0.95 -0.75 | 0.75 -0.40 | 0.40 |

El método AASHTO-93 incluye entre otros los siguientes parámetros:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.1 ALTERNATIVA: CARRETERA PAVIMENTADA A NIVEL SUB BASE, BASE Y CARPETA ASFALTICA

Módulo de Resiliencia efectivo del suelo de fundación (MR)

En el método de AASHTO de 1993, el módulo de Resiliencia reemplaza al CBR como variable para caracterizar la Subrasante, subbase y base. El módulo de Resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento. Este parámetro se puede determinar a través de los ensayos dinámicos y de repeticiones de carga, sin embargo la guía AASHTO reconoce que muchas agencias no poseen los equipos para determinar el módulo de Resiliencia (M_r) y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

M_r (psi) = 1500 x CBR CBR < 10% Ecuación Guía AASHTO

M_r (psi) = 3000 CBR^{0.65} 10% < CBR < 20% Formula Sudafricana

M_r = 4326 x ln CBR + 241 Suelos Granulares Ecuación Guía AASHTO

El **Método AASHTO 2002** propone una fórmula de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR que rige para todos los casos:

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

Consideramos que los valores de los Módulos de Resiliencia obtenidos mediante la fórmula propuesta por el Método AASHTO 2002 son más afines a las propiedades de los suelos, por lo que en el presente estudio usaremos esta última correlación.

Para la elección del valor Relativo de Soporte de Diseño (CBR_d), se empleó un análisis estadístico, de todos los valores de CBRs en cada sector, obteniéndose los siguientes resultados:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilze
ING. WILZE SANTOS
CIP. N° 18074
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.2 El valor del CBR, se tomará del punto más críticos del suelo de fundación.

- ✓ La Capacidad de Soporte de California (CBR) de la sub rasante, tiene los siguientes valores:
- ✓ Calicata C-1, presenta un C.B.R de 8.44%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

| Estación | CBR al 95% MDS |
|-------------|----------------|
| CALICATA 01 | 8.44 |

- ✓ La Capacidad de Soporte de California (CBR) de la sub rasante, tiene los siguientes valores:
- ✓ Calicata C-4, presenta un C.B.R de 8.19%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

| Estación | CBR al 95% MDS |
|-------------|----------------|
| CALICATA 04 | 8.19 |

En base a los resultados obtenidos, se aprecia que el valor de CBR equivalente promedio para diseño pertenece a los suelos Arcilla de baja plasticidad CL; cuyo valor es de 8.32%, teniendo un módulo de Resiliencia de 9910 psi.

A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como CBR de diseño debido a:

- Ser el valor de CBR más bajo obtenido, perteneciente a suelos tipo ML, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el perfil estratigráfico.

PERIODO DE DISEÑO (N)

El período de diseño empleado para la obtención de las estructuras del pavimento es de 20 años.

INDICES ESTRUCTURALES

El valor del coeficiente de equivalencia de la carpeta asfáltica se obtiene de la Fig. 3.2 para un módulo elástico de la mezcla asfáltica estimado en 450,000 psi.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



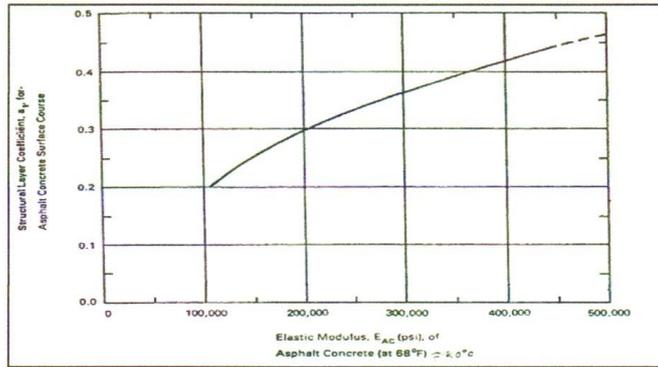
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Figura 1

Chart for estimating structural layer coefficient of dense graded asphalt mixes based on the elastic (resilient) modulus

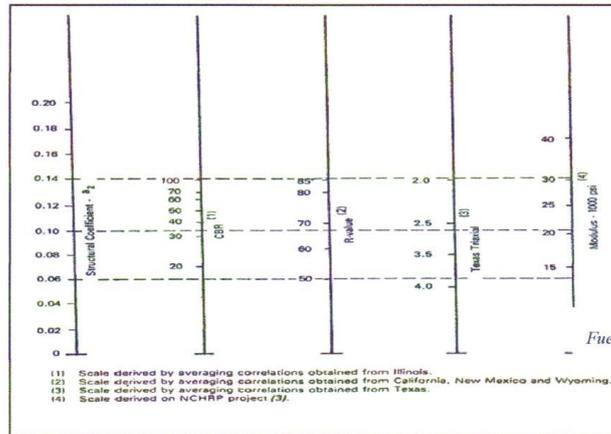


Fuente: AASHTO

Los coeficientes de equivalencia de las capas de base y subbase se obtienen de las Fig. 1.1 y 1.2 para los valores de CBR especificados.

Figura 1.1

Variation in Granular Base Layer (a_2) with Various Base Strength Parameters (3)



Fuente: AASHTO

Figura 1.2



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 E-mail: wilze822@outlook.com.

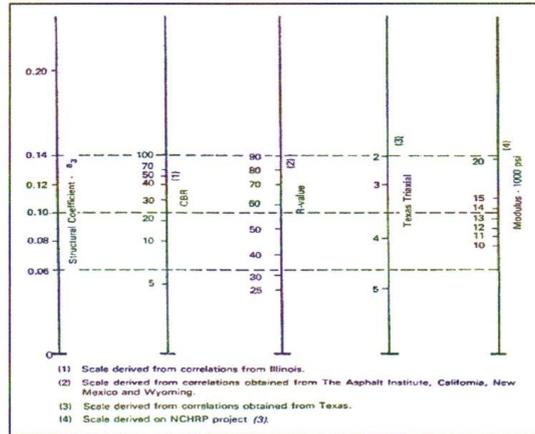


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Variation in Granular Subbase Layer Coefficient (a_3) with Various Subbase Strength Parameters (3)



De esta manera se tienen los siguientes coeficientes

- Primera Capa: Corresponde a la Mezcla Asfáltica en caliente con un Módulo de Resiliencia de 450,000 Lb/pulg² y coeficiente estructural a1 de 0.44/pulg.; valor que se estima en el Grafico N° 01 denominado "Variación de a1 en función del Módulo Resiliente del Concreto Asfáltico".
- Segunda Capa: Corresponde a una Base Granular, con CBR mínimo de 80% y coeficiente estructural a2 de 0.14/pulg.;
- Tercera Capa: Corresponde a una Subbase Granular, con un CBR mínimo de 40% y coeficiente estructural a3 de 0.12/pulg.;

• Diseño Sistema Multicapa

Este paso consiste en definir las diferentes capas de la estructura del pavimento, las que de acuerdo a sus características estructurales satisfagan el Número Estructural calculado. La estructuración no tiene una solución única, en la elección de las capas se deben considerar los materiales disponibles y su costo. Para la determinación del Número Estructural del pavimento, se empleó la siguiente ecuación:

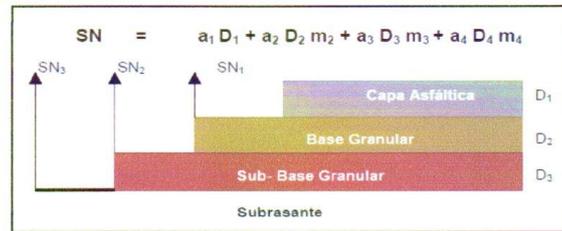
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILZE RIVERA SANCHEZ
Especialista en Mecánica de Suelos

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



En donde:

a_1, a_2, a_3 son los coeficientes estructurales o de capa, de la superficie de rodadura, base y subbase respectivamente.

m_2, m_3 son los coeficientes de drenaje para base y subbase.

D_1, D_2, D_3 son los espesores de capa en pulgadas para la superficie de rodadura, base y subbase.

Esta fórmula tiene muchas soluciones, en función de las diferentes combinaciones de espesores; no obstante, existen normativas que tienden a dar espesores de capas que deben ser construidas y protegidas de deformaciones permanentes, por efecto de las capas superiores de mayor resistencia.

Con la ecuación anterior se obtiene el Número Estructural SN para diferentes grupos de espesores de capas de pavimento que combinados proporcionan la capacidad de carga requerida capaz de soportar el tránsito previsto durante el Período de Diseño. Así, se obtienen los siguientes espesores de Carpeta Asfáltica, Base Granular D₂ y Sub-base D₃, respectivamente:



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.3 PAVIMENTO FLEXIBLE

Para obtener el número estructural (SN) se empleó los siguientes datos:

Teniendo en cuenta la categoría de las vía a pavimentar se deberá de tener en cuenta los siguientes parametros de diseño:

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| ✓ E.A.L. trafico Pesado | = 1.52E+06 |
| ✓ Nivel de confianza | = 85% |
| ✓ Estándar Normal Deviate (Zr) | = -1.037 |
| ✓ Desviación Estándar (So) | = 0.45 |
| ✓ Serviciabilidad inicial (pi) | = 4.0 |
| ✓ Serviciabilidad final (pf) | = 2.0 |
| ✓ Índice de Serviciabilidad | = 2.0 |
| ✓ Coeficiente de Drenaje (mi) | = 1.05 |
| ✓ CBR de diseño (Sub rasante) | = 8.32 |
| ✓ Módulo de Resiliencia (Sub rasante) | = 9910 Psi. |

Luego, utilizando el monograma de diseño para pavimentos flexibles método AASHTO 1993, el número estructural (SN) corregido para el diseño es:

$$\text{SN} = 3.14$$

La Formula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es la siguiente:

$$\text{SN} = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3$$

En donde:

a_1, a_2, a_3 son los coeficientes estructurales o de capa, de la superficie de rodadura, base y subbase respectivamente.

m_2, m_3 son los coeficientes de drenaje para base y subbase

D_1, D_2, D_3 son los espesores de capa en pulgadas para la superficie de rodadura, base y subbase.

Esta fórmula tiene muchas soluciones, en función de las diferentes combinaciones de espesores; no obstante, existen normativas que tienden a dar espesores de capas que deben ser construidas y protegidas de deformaciones permanentes, por efecto de las capas superiores de mayor resistencia.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



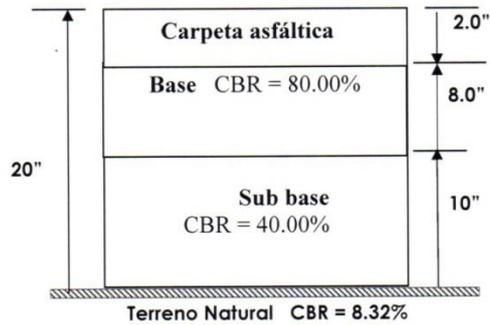
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ESTRUCTURA PROPUESTA.

CARPETA: 50 mm = 2"
BASE: 200 mm = 8"
SUB BASE: 250 mm = 10"



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



17.0 METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO – 91

Hasta 1969 los procedimientos de diseño publicados en las ocho ediciones del Manual MS – 1, fueron empíricos.

La Séptima y Octava Edición se basaron en los datos de la pista de prueba AASHTO, ensayos Ingleses, y el procedimiento de diseño del Cuerpo de Ingenieros de USA.

En este Método, la estructura del pavimento asfáltico está caracterizada como un "sistema elástico multicapa". Originalmente desarrollado como un método que precisa del uso de teorías establecidas, experiencia, resultados de laboratorio y programas de computación, ha sido simplificado para ser utilizado sin recurrir a complicados ensayos ni computadoras.

En este procedimiento de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema elástico de capas múltiples. El material en cada una de las capas se caracteriza por su modulo de elasticidad.

Este procedimiento es usado para el diseño de pavimentos de asfalto compuesto de combinaciones de capa asfáltica, base y subbase sin ningún tratamiento; la subrasante es la capa subyacente mas baja y es asumida infinita en el sentido vertical de arriba hacia abajo y en dirección horizontal; las otras capas de un espesor finito, se asumen infinitas hasta cierto punto en el sentido horizontal. Una continuidad o fricción total, es asumida en la unión entre cada una de las capas para efectos de diseño.

Se requiere de los siguientes factores:

- **Trafico:** Clasificado como EAL (Cargas Equivalentes a 18,000 lb., por eje simple), tipo de calle o carretera o volumen de camiones pesados.
- **Calidad de la Subrasante:** Clasificado como tipo de subrasante o por valores estimados del Modulo de Elasticidad, CBR o valor de R.
- **Materiales de Construcción:** Tipo de material para pavimento asfáltico, mezcla de Emulsión Asfáltica o bases y subbases con agregados no tratados.
- **Parámetros de Diseño.**
- **Temperatura Media Anual del Aire:** El Método introduce valores promedios de temperatura ambiental a la que el pavimento estará sometida todo el año.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON WILZE AYALA SALTOS
Especialista en Mecánica de Suelos

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B.LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CUADRO N° 01 Temperatura Media de Diseño

| TEMPERATURA MEDIA ANUAL DEL AIRE | EFFECTO DE LA HELADA |
|----------------------------------|----------------------|
| < 7 °C (46 ° F) | SI |
| 15.5 ° C (60 ° F) | POSIBLE |
| > 24 ° C (75 ° F) | NO |

Instituto del Asfalto

Un pavimento debe ser diseñado para soportar los efectos acumulados del tránsito en cualquier período de tiempo; el período seleccionado en años, se define como "Período de Diseño", al término de este, es posible que el pavimento necesite de una acción de rehabilitación mayor, lo cual debe ser una sobrecarpeta de refuerzo para restaurarlo a su condición original.

Como los vehículos tipo camión son los que más daño ocasionan en las carreteras, se considera este tipo de flujo vehicular sobre el carril de diseño, por lo que se utilizan los valores indicados en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 02 Porcentaje de Tráfico por carril de diseño

| NUMERO DE CARRILES (2 DIRECCIONES) | PORCENTAJE TRÁFICO EN CARRIL DE DISEÑO (%) |
|------------------------------------|--|
| 2 | 50 |
| 4 | 45(35 – 48) |
| 6 o más | 40(25 – 48) |

Los valores de CBR de diseño han sido calculados considerando el tráfico que presenta cada sector, y los percentiles correspondientes según el siguiente cuadro:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ING. WILSON M. DEL AYLA SANTOS
CARRIL DE DISEÑO

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.L. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CUADRO N° 03 Valores de Percentil para Tráfico de diseño

VALOR PERCENTIL PARA DISEÑO DE SUBRASANTE, DE ACUERDO AL NIVEL

| NIVEL DEL TRANSITO | VALOR PERCENTIL PARA DISEÑO DE SUBRASANTE |
|------------------------------|---|
| Menor de 10,000 EAL | 60 |
| Entre 10,000 y 1'000,000 EAL | 75 |
| Mayor de 1'000,000 EAL | 87.5 |

Instituto del Asfalto, (MS-1) 1991

De acuerdo a los valores del trafico para 20 años, se ha considerado el valor del Percentil 87.5 %.

CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

La capacidad de la subrasante se determino para cada uno de los tramos establecidos según los cbr respectivos mediante la siguiente ecuacion

$$Mr \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = 100 * CBR$$

| SECTOR | CBR (%)Diseño | Modulo Subrasante MR = 100*CBR (kg/cm2) | MR Modulo Subrasante (Psi) |
|---|---------------|--|-------------------------------|
| CRUCE C.P. EL CASTILLO HASTA KM 15+000 | 3.64 | 364 | 5177 |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON H. DELAYA SANTOS
CIEN. EN INGENIERIA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 -945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



CBR DE DISEÑO

MS-1 INSTITUTO DEL ASFALTO

Jhonnatan C. sonco

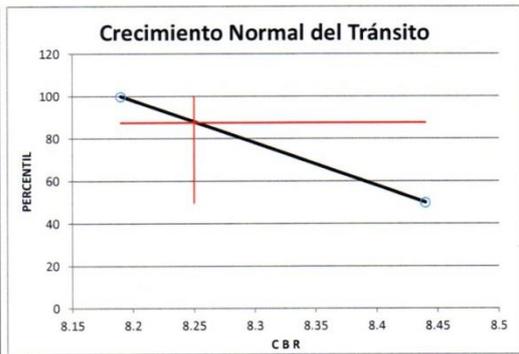
| | |
|--------------------|---|
| TESIS | OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH |
| UBICACIÓN : | DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH |
| TESISTAS | VALENTIN CASTRO RENE LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL |
| FECHA | 15 DE OCTUBRE DEL 2019 |

| NIVEL DE TRAFICO (ESAL) | PERCENTIL DE DISEÑO |
|--|---------------------|
| 10 ⁴ o menos | 60 |
| ente 10 ⁴ y 10 ⁶ | 75 |
| 10 ⁶ o más | 87.5 |

PERCENTIL DE DISEÑO 87.5 ▼

CBR DE DISEÑO 8.25%

| DATOS | 2 | | | | |
|------------|------------|--------------------|------------------|------------------|--|
| (1) No. | (2) CBR | (4) PERC. > Ó = | (5) No. > Ó = | (6) CBR > Ó = | |
| 1 | 8.44 | | | | |
| 2 | 8.19 | | | | |
| 3 | 0 | 0 | | | |
| 4 | 0 | 0 | | | |
| 5 | 0 | 0 | | | |
| 6 | 0 | 0 | | | |
| 7 | 0 | 0 | | | |
| 8 | 0 | 0 | | | |
| 9 | 0 | 0 | | | |
| 10 | 0 | 0 | | | |



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS

EJECUTIVO DE CONTROL DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CUADRO N° 05 Valores de CBR diseño

| SECTOR | PROGRESIVA (km.) | CBR Diseño |
|--------------------------------|---|------------|
| CARRERA SANTA CHUQUICARA | CRUCE C.P. EL CASTILLO HASTA KM 15+000 – SECTOR BAJO CANAL –C.P. CASCAJAL | 8.25 |

17.1 CALCULO DE ESPESORES DE DISEÑO

El método más reciente del Instituto del Asfalto, proporciona para el diseño final de los espesores de la sección estructural del pavimento flexible, 18 gráficas o cartas de diseño en sistema métrico y 18 en sistema inglés, las cuales cubren todas las variables involucradas en los párrafos anteriores de este trabajo.

Se presentan en el método gráficas con escalas logarítmicas para las tres condiciones climáticas consideradas, con el total de ejes equivalentes sencillos acumulados en el período de diseño y el Módulo de Resiliencia de diseño de la capa sub-rasante, para obtener los espesores finales de pavimentos de una sola capa formada con concreto asfáltico (full-depth), pavimento se laborados con emulsiones asfálticas tipos I, II y III y bases granulares sin tratamiento con espesores de 15 y 30 cm. Las gráficas 7°C deberán emplearse para temperaturas menores o iguales a 7°C, las gráficas 24°C para temperaturas de 24°C o mayores y las gráficas 15.5°C, para temperaturas intermedias.

Para fines prácticos de este trabajo, se incluyen solamente 1 cartas de diseño en sistema métrico, (ver Figuras 01) dejando que el usuario pueda obtener el espesor total de la estructura de concreto asfáltico, mismo que podrá convertir en una estructura multicapa, formada por la carpeta de rodamiento, base y sub-base, empleando los coeficientes estructurales recomendados por la AASHTO para esas capa solo los

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
WILZE
ZELAYA SANTI



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

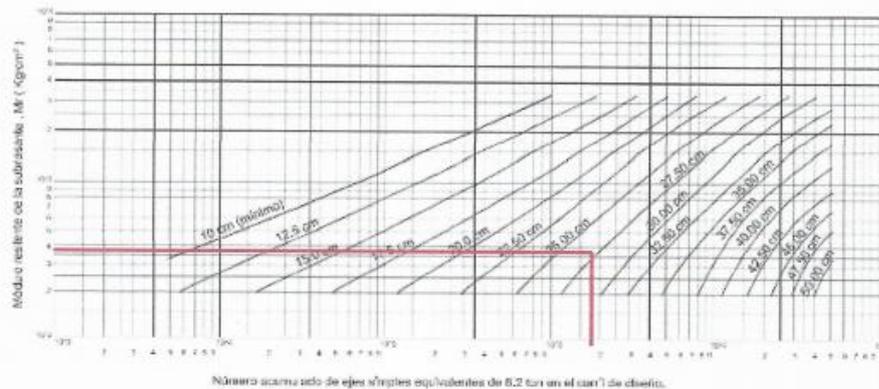
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



de California. Adicionalmente, se sugiere al diseñador, consultar con mayor detalle los espesores finales que reportan en las 18 gráficas en sistema métrico, que proporciona el Método del Instituto del Asfalto en su Manual MS-1, o en su versión computarizada "HWY" que incluye el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y el diseño de sobre-carpetas de refuerzo.

Basados en estos factores se han preparados gráficos y tablas que permiten diseñar una estructura flexible adecuada. Se ha considerado una base no tratada de 300 mm.

Fig N° 01, DIAGRAMA DE DISEÑO PARA ESPESOR PELNO EN CONCRETO ASFALTICO



El ábaco No. 01. Determina el "espesor pleno en concreto asfáltico", en función del tránsito y Módulo resiliente, tanto para las principales carreteras urbanas como calles. A fin de interpretar mejor estos gráficos, damos a conocer a continuación, las definiciones del Instituto del Asfalto para calles, carreteras rurales, etc

1. CBR = 3.64.
2. TRANSITO = 1.52E+06
3. PERIODO DE DISEÑO = 20 años

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Wilson J. Palma Santos
ING. WILSON J. PALMA SANTOS
SUPERVISOR EN RESERVA DE GEOLAB

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wize822@hotmail.com.
E-mail: wize822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CUADRO N° 06 ESPESORES DE PAVIMENTO (20 años)

| SECTOR | PROGRESIVA (km.) | CBR (diseño) | EAL (20 Años) | CA (cm.) | BG (cm.) |
|----------------------------------|---|-----------------|------------------|-------------|-------------|
| CARRETERA SANTA CHUQUICARA | CRUCE C.P. EL CASTILLO HASTA KM 15+000 – SECTOR BAJO CANAL –C.P. CASCAJAL | 8.25 | 1.52E+06 | 22.5 | 30.0 |

Espesor de concreto asfáltico = 22.5 Cms, según diagrama

Espesor de concreto asfáltico para convertir a material granular tipo

subbase = $22.5 \text{ cm} - 12.5 \text{ cm} = 10 \text{ Cms}$ de concreto asfáltico

Espesor de material granular a $12.5 \text{ Cm} * 2,7 = 33.75 \text{ Cms}$

Los Espesores Mínimos recomendados por la Metodología del Instituto del Asfalto se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 07 Espesores Mínimos recomendados Instituto del Asfalto

| Rango de Tráfico | Condición de Tráfico | Espesor Mínimo C. A. |
|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Menor de 10 E+04 | Tráfico bajo | 75 mm. |
| 10 E+04 – 10 E+06 | Tráfico medio | 100 mm. |
| Mas de 10 E+06 | Tráfico alto | 125 mm. |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. ZOLA VALENZUELA
E.I.R.L. - C/ PUEBLO JOVEN 03 DE OCTUBRE, MZ B LI. 07, DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



19.0.- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

La Capacidad de Soporte de California (CBR de diseño) de la sub rasante se tomó del promedio de los dos ensayos realizados tiene el siguiente valor:

- Presenta un C.B.R de 3.87%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".
- En todo el tramo, longitud y ancho de la capa de rodadura se colocará:
- En todo el tramo, longitud y ancho de la capa de rodadura se colocará:
- Una Sub Base de 8" de espesor (20.00 cm.), con material afirmado con finos no plásticos de la clasificación AASHTO, A1- a y/o A1-b, con agregado grueso máximo de 2", para un C.B.R mayor o igual a 40 %, con una compactación mínima del 100 % de su proctor modificado, el control de calidad se hará cada 40 m lineales y en bolillo. La Sub base servirá como anticontaminante de sales hacia la base y por ende a la carpeta asfáltica, así mismo sirve para romper las ascensión capilar del agua que se introduzca a través de la carpeta o de la Berma.
- Se recomienda colocar sobre la sub base una geomalla para lograr un mayor refuerzo de la capa de base granular con el objeto de mejorar su desempeño ante la carga cíclica y las deformaciones permanentes.
- El material de base granular debe colocarse, esparcirse y compactarse de manera tal de minimizar la aparición de arrugas en la geomalla y/o el movimiento de ésta.
- Una Base de 8" de espesor (20.00 cm.), con material afirmado con finos no plásticos con agregado grueso máximo de ¾", para un C.B.R mayor o igual al 100 %, con una compactación mínima del 100 % con respecto a su proctor modificado, el control de calidad se hará cada 40 m lineales y en bolillo.
- En todo el ancho de la calzada (faja de rodadura) se colocará una película de imprimación y carpeta asfáltica en caliente de 2" de espesor en la capa de rodadura.
- Se recomienda realizar pruebas de control de calidad según Norma técnica de Edificaciones **CE.10 Pavimentos urbanos.**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. WILZE ZUÑIGA SANTOS
CALLE 1000, SURESTE, BUENOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LL 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



20.0- CONCLUSIONES DE LA ZONA EN ESTUDIO

Basándose en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

La evaluación estructural, se realizó mediante calicatas excavadas manualmente, hasta una profundidad de 1.50 m, se extrajeron muestras del suelo que fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de la vía en estudio.

Depósitos aluvionales son materiales arrastrados por huaycos o aluviones y depositados en cambios de pendiente y en conos de deyección de las quebradas; están conformados por sedimentos clásicos heterogéneos en cuanto a tamaño, forma y composición. Se tienen bloques rocosos de variables tamaño y fragmentos detríticos unidos con matriz arenosa limosa, los depósitos recientes son inestables y pueden presentar asentamientos.

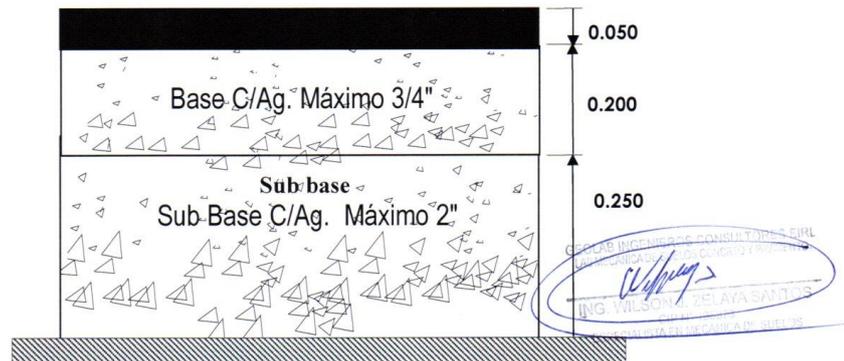
Luego subyace un estrato de Arena limosa mal gradada. Con de piedra grande a mediana, de forma sub angular, dura, textura poco rugosa, tamaño máx. de 2 1/2"; arena de grano medio a fino; poco material fino pasante la malla N°200, no plástico (LL= -, IP= NP); semi compacto, color marrón claro. Un 60% de bolonería de hasta 0.40m de dimensión máxima y color marrón oscuro.

El nivel freático no se ha localizado en la zona de estudio.

La alternativa de diseño propuesta para el Estudio de Suelos, Pavimentos y Geotecnia del Estudio Definitivo del Proyecto, Realizadas las evaluaciones Técnico – Económicas:

La estructura recomendada es la siguiente:

Carpeta Asfáltica en caliente





sub rasante

21.0 RECOMENDACIONES DE LA ZONA EN ESTUDIO.

- Antes de iniciar el trabajo de movimiento de tierras para la pavimentación de calles, se deberá realizar una verificación integral del estado del sistema de saneamiento urbano, verificándose que estos se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento y con el material adecuado, con la finalidad de evitar posibles riesgos en la estructura y durabilidad del pavimento.
- Se recomienda el control de la compactación de la Sub. rasante, por medio de los ensayos de Densidad de Campo, la Compactación mínima requerida será del 95%.
- Se recomienda el control de la compactación de la Sub. Base y Base, por medio de los ensayos de Densidad de Campo, la Compactación mínima requerida en la sub. base y en la Base será del 100% de la compactación con respecto a su Proctor Modificado.
- Por los resultados de los ensayos químicos en la zona y por durabilidad, el concreto a utilizar en toda estructura será preparado con cemento portland Tipo II o su similar.
- El material utilizado para Bases y Sub-Bases deberán cumplir los valores establecidos por la norma del M.T.C. siguiente:
- El material para base granular a utilizar deberá cumplir con la curva granulométrica de la gradación del tipo B, Según NTE CE.010 Pavimentos Urbanos.
- La capa Base estará conformada por material granular seleccionado de la clasificación A1 -a (0) y/o A1-b (0), de la clasificación AASTHO, con agregado grueso máximo de $\frac{3}{4}$ ".
- Con respecto a los límites de consistencia el material para base deberá de presentar un límite líquido no mayor al 25%, según norma NTP 339.129:1999, y tener un índice de plasticidad máximo de 4% según norma NTP 339.129:1999.
- El material grueso del agregado granular para base, deberá presenta un porcentaje de desgaste de abrasión no mayor al 40%, norma NTP 400.019:2002.
- El material para base granular deberá presentar un Equivalente de Arena mayor al 35% según norma NTP 339.146:2000
- El material para base granular no deberá de presentar sales solubles totales en porcentaje mayor al 0.50%, norma NTP 339.152:2002
- El material para base granular no deberá de presentar una pérdida con Sulfato de Sodio mayor al 12%, norma NTP 400.016:1999

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON PATIAYA SANTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Se humedecerá, batirá y conformará la capa de sub base y base hasta alcanzar el nivel de base terminada teniendo en cuenta los espesores recomendados.
- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

21.1- RECOMENDACIONES ADICIONALES

- Deben construirse sardineles elevados o enterrados en todo el perímetro de la superficies de la vía que será sometida a tránsito vehicular, para asegurar el confinamiento de las partículas de los agregados.
- En las zonas donde existe el material de relleno no seleccionado se deberá reemplazar por material granular de préstamo con agregado grueso máximo de 2", de la clasificación A1 -a (o) y/o A1-b(0), de la clasificación AASTHO.
- Por la presencia de sales existentes en la zona el concreto a utilizar en toda estructura será preparado con cemento portland Tipo II o su similar.
- Se recomienda que en el fondo de excavación para remplazo de material se compacte al 95% del proctor modificado y luego recibir las distintas capas.
- Para la construcción de bases y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.
- Los Resultados y ensayos realizados solamente son para la zona en estudio.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



➤ Los Resultados y ensayos realizados solamente son para la zona en estudio.

RECOMENDACIONES

- La estructura del pavimento está basada en la calidad de los materiales granulares de base y sub-base por lo que deberán cumplir con las especificaciones generales y principales siguientes:

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos | |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|---|-------------|
| | | | | Altitud < Menor de 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 80% mín. | 80% mín. |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | | 40% mín. | 50% mín. |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% máx. | 40% máx. |
| Partículas Chañas y Alargadas (1) | MTC E 221 | D 4791 | | 15% máx. | 15% máx. |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | 12% máx. | 12% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | 18% máx. | 18% máx. |
| CBR – Base | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 80% mín. | 80% mín. |
| CBR – Subbase | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 40% mín. | 40% mín. |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 35% mín. | 45% mín. |
| Índice Plástico | MTC E 111 | D 4318 | T 89 | 4% máx. | 2% máx. |
| Compactación de la Base | MTC E 117 | D 1556 | T 191 | 100% mín. | 100% mín. |
| Compactación de la Subbase | MTC E 117 | D 1556 | T 191 | 100% mín. | 100% mín. |
| Granulometría de curva continua | MTC E 204 | D 422 | T 88 | Cumpla con la Gradación B de la especificación AASHTO | |

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash
 Celular: 954877150 - 945417124
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ING. WILSON J. AYASANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 303-1
 Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A (1) | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 - 40 | 20 - 45 | | 40 - 70 |
| 4.25 um (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| 75 um (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |

Fuente: ASTM D 1241

Sub-Base Granular
 Requerimientos de Ensayos Especiales

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimiento | |
|-----------------------------------|-----------|------------|--------------|---------------|-------------|
| | | | | <3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Abrasión | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 50 % máx | 50 % máx |
| CBR (1) | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 40 % mín | 40 % mín |
| Límite Líquido | MTC E 110 | D 4318 | T 89 | 25% máx | 25% máx |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | D 4318 | T 89 | 6% máx | 4% máx |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 25% mín | 35% mín |
| Sales Solubles | MTC E 219 | | | 1% máx. | 1% máx. |
| Partículas Chatas y Alargadas (2) | MTC E 211 | D 4791 | | 20% máx | 20% máx |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N. 10000
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
 Celular: 954877150 - 945417124
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 305-1
Requerimientos Granulométricos para Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | — | — |
| 25 mm (1") | — | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | 25 – 50 | 40 – 70 |
| 4.25 um (N° 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (N° 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 -15 | 8 – 15 |
| Valor Relativo de Soporte, CBR (1) | | Tráfico Ligero y Medio | | Mín 80% |
| | | Tráfico Pesado | | Mín 100% |

Tabla 305-2
Requerimientos Agregado Grueso

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos | |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|----------------------|-------------|
| | | | | Altitud | |
| | | | | < Menor de 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 80% min. | 80% min. |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | | 40% min. | 50% min. |
| Abrasión Los Angeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% máx | 40% max |
| Partículas Chatas y Alargadas (1) | MTC E 221 | D 4791 | | 15% máx. | 15% máx. |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | -- | 12% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | -- | 18% máx. |

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash
 Celular: 954877150 - 945417124
 E-mail: wilze822@hotmail.com.
 E-mail: wilze822@outlook.com.

ING. WILSON J. WILZE SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 305-2

Requerimientos Agregado Fino

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|------------------------|-----------|------------------|-----------------|
| | | < 3 000 m.s.n.m. | > 3 000 m.s.n.m |
| Indice Plástico | MTC E 111 | 4% máx | 2% máx |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 35% mín | 45% mín |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0,55% máx | 0,5% máx |
| Indice de durabilidad | MTC E 214 | 35% mín | 35% mín |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilze
ING. WILZE ZELAYA SALTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

DISEÑO DE PAVIMENTO METODO AASHTO 93

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson J. Zelaya Santos
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
C.I. 10000000000
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

PROYECTO : OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL
 : KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
TESISTA : VALENTIN CASTRO RENE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
SECTOR : TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL,
 SANTA, ANCASH".
FECHA : 15 DE OCTUBRE DEL 2019

**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PERIODO 0-20 AÑOS
 METODO AASHTO - 1993**

INICIO DE SERVICIO: 2019 PERIODO DE ANALISIS 20

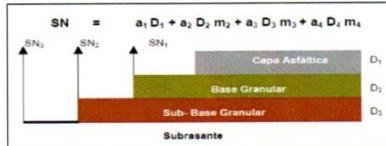
| Confiabilidad R % | Desviación Standard So | Esal W18 | Modulo Resiliente Mr (psi) | Serviciabilidad | | Perdida de Serviciabilidad Δ PSI |
|-------------------|------------------------|----------|----------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
| | | | | inicial Po | final Pt | |
| 85 | 0.45 | 1.52E+06 | 9,910 | PSI(i)=4.0 | PSI(f)=2.0 | 2.0 |
| -1.037 | | | | | | |

Numero Estructural de Diseño SN 3.14

| Esesores propuestos (cm) | Coficiente Estructural | Coficiente de Drenaje | Numero Estructural Real SN |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| Carpeta Asfáltica (D ₁) | 5.0 (a ₁) | 0.44 | 0.87 |
| Base (D ₂) | 20.0 (a ₂) | 0.14 (m ₂) | 1.16 |
| Sub Base (D ₃) | 25.0 (a ₃) | 0.12 (m ₃) | 1.24 |
| Esesor Total | 50.0 | | 3.26 |

OK
OK

| | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Log(W ₁₈) = 6.181999575 | Formula AASHTO 6.19055965 |
|-------------------------------------|---------------------------|



| PAVIMENTO ASFALTICO, PERIODO 20 AÑOS | | | | |
|--|--|------------------------|-----------|--------------|
| SECTOR | UBICACIÓN | Carpeta Asfáltica (cm) | Base (cm) | Subbase (cm) |
| KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH | TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH". | 5.0 | 20.0 | 25.0 |

ING WILSON J. ZELAYA SANTOS
 INGENIERO CIVIL



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 01 Registro de Sondaje



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 9548 7150 94541 7124 e-mail: Wilce822@hotmail.com

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO
EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL,
SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

PERFIL ESTRATIGRAFICO

DATOS DE LA MUESTRA

Material: TERRENO NATURAL **Calicata:** 1
Referencia: **Prof.(m):** 1.50

| ESTRATO | CLASIFICACIÓN | | DESCRIPCIÓN MATERIAL | Prof. (m.) | OBSERVACIONES |
|---------|---------------|------|---|---------------|---------------|
| | AASHTO | SUCS | | | |
| M-1 | | CL | Arcilla de baja plasticidad con arena, de forma alargada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo. | 1.50 | |



 ING. WILCE J. ZELAYA SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M.; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 95487150-945417124 e-mail: Wilz622@hotmail.com

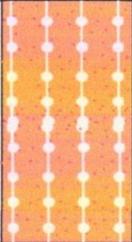
TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| PERFIL ESTRATIGRAFICO | |
|----------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | |
| Material: TERRENO NATURAL | Calicata: 2 |
| Referencia: | Prof.(m): 1.50 |

| ESTRATO | CLASIFICACIÓN | | DESCRIPCIÓN MATERIAL | Prof. (m.) | OBSERVACIONES |
|---------|---------------|---|---|------------|---------------|
| | AASHTO | SUCS | | | |
| M-1 | SM |  | Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. | 0.60 | |
| M-2 | CL |  | Arcilla de baja plasticidad con arena, de forma sub redondeada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo. | 1.50 | |


 ING. WILSON P. PIÑAYA SANTOS
 DISEÑO DE PAVIMENTOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 26604190640
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilsol@hotmmail.com

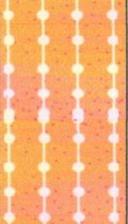
TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| PERFIL ESTRATIGRAFICO | |
|----------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | |
| Material: TERRENO NATURAL | Calicata: 3 |
| Referencia: | Prof.(m): 1.50 |

| ESTRATO | CLASIFICACIÓN | | DESCRIPCIÓN MATERIAL | Prof. (m.) | OBSERVACIONES |
|---------|---------------|---|---|------------|---------------|
| | AASHTO | SUCS | | | |
| M-1 | SM |  | Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. | 0.60 | |
| M-2 | ML |  | Limo inorganico de baja plasticidad, de forma alargada, con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo. | 1.50 | |


 INGENIERO WILSON I. ZOLA SANTOS
 CIP: 10000
 EN REGISTRO EN BOGOTÁ, COLOMBIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M.; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

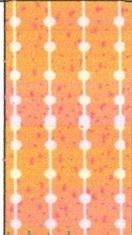
TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| PERFIL ESTRATIGRAFICO | |
|----------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | |
| Material: TERRENO NATURAL | Calicata: 4 |
| Referencia: | Prof.(m): 1.80 |

| ESTRATO | CLASIFICACIÓN | | DESCRIPCIÓN MATERIAL | Prof. (m.) | OBSERVACIONES |
|---------|---------------|---|---|------------|---------------|
| | AASHTO | SUCS | | | |
| M-1 | SM |  | Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. | 0.50 | |
| M-2 | ML |  | Limo inorganico de baja plasticidad, de forma alargada, con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo. | 1.60 | |


 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON J. MELAYA SANTOS
 CIP: 10894
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M: B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wtlz6822@hotmail.com

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO
EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL.
SANTA. ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| PERFIL ESTRATIGRAFICO | |
|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA | |
| Materia: TERRENO NATURAL | Calicata: 5 |
| Referencia: | Prof.(m): 1.50 |

| ESTRATO | CLASIFICACIÓN | | DESCRIPCIÓN MATERIAL | Prof. (m.) | OBSERVACIONES |
|---------|---------------|---|---|---------------|---------------|
| | AASHTO | SUCS | | | |
| M-1 | |  | Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. | 0.80 | |
| M-2 | |  | Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada , con presencia de finos plásticos,color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. | 1.50 | |


 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAS MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP: 150773
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. Blete 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz822@hotmail.com*

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENE E LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

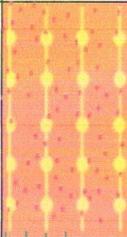
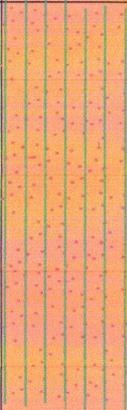
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

PERFIL ESTRATIGRAFICO

DATOS DE LA MUESTRA

Material: TERRENO NATURAL **Calicata:** 6

Referencia: **Prof.(m):** 1.50

| ESTRATO | CLASIFICACIÓN | | DESCRIPCIÓN MATERIAL | Prof. (m.) | OBSERVACIONES |
|---------|---------------|---|---|------------|---------------|
| | AASHTO | SUCS | | | |
| M-1 | SM |  | Arena limosa de grano medio a fino, de forma sub redondeada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad suelta, ligeramente húmedo. | 0.50 | |
| M-2 | ML |  | Limo inorganico de baja plasticidad, de forma alargada, con presencia de finos plásticos, color beige oscuro, compacidad media, ligeramente húmedo. | 1.50 | |



 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAVA SANTOS
 CIP. N. 12573
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 02 Análisis Granulométrico



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

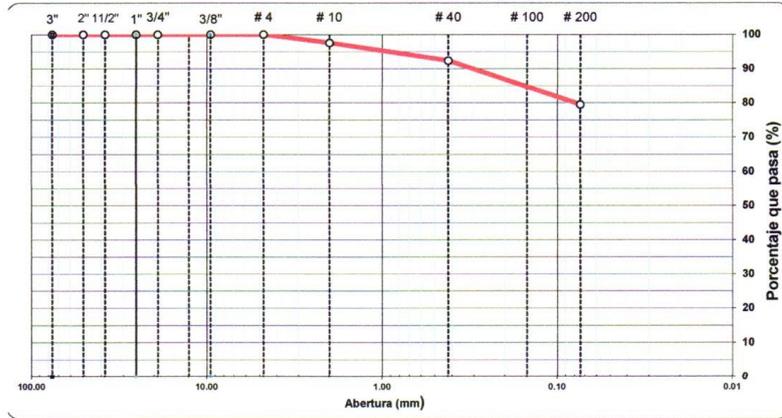
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | 1 | | MUESTRA : | | | | 1 | | PROF (m) : | | 0.00 - 1.50 | |
|------------|------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|----------------------------|----------|-------|------------|--|-------------|--|
| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 845.0 gr | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 845.0 gr | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 845.0 gr | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 33.4 % | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = 21.5 % | | | | | | |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = 11.9 % | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-6 (9) | | | | | | |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = CL | | | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | | | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | | | |
| # 10 | 2.000 | 20.31 | 20.31 | 2.4 | 2.4 | 97.6 | Malla # 200 = 79.4 % | | | | | | |
| # 20 | 0.840 | 17.50 | 17.50 | 2.1 | 4.5 | 95.5 | % HUMEDAD | P.S.H. | P.S.S | % Humd. | | | |
| # 30 | 0.600 | 14.29 | 14.29 | 1.7 | 6.2 | 93.8 | | 915.0 | 845.0 | 8.3 | | | |
| # 40 | 0.420 | 12.47 | 12.47 | 1.5 | 7.6 | 92.4 | OBSERVACIONES : | | | | | | |
| # 50 | 0.300 | 13.16 | 13.16 | 1.6 | 9.2 | 90.8 | | | | | | | |
| # 100 | 0.150 | 48.41 | 48.41 | 5.7 | 14.9 | 85.1 | | | | | | | |
| # 200 | 0.074 | 47.60 | 47.60 | 5.6 | 20.6 | 79.4 | | | | | | | |
| < # 200 | FONDO | 671.30 | 671.27 | 79.4 | 100.0 | | | | | | | | |
| FRACCION | | 845.0 | | | | | Coef. Uniformidad | 531.1509 | | | | | |
| TOTAL | | 845 | | | | | Coef. Curvatura | 0.29 | | | | | |

Descripción del suelo: **Arcilla de baja plasticidad con arena MALO**

Condicion como Subrasante :

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Wilson
ING. WILSON ZELAYA SANTOS
DUEÑOS
ESTADISTICA EN MECANICA DE SUELOS

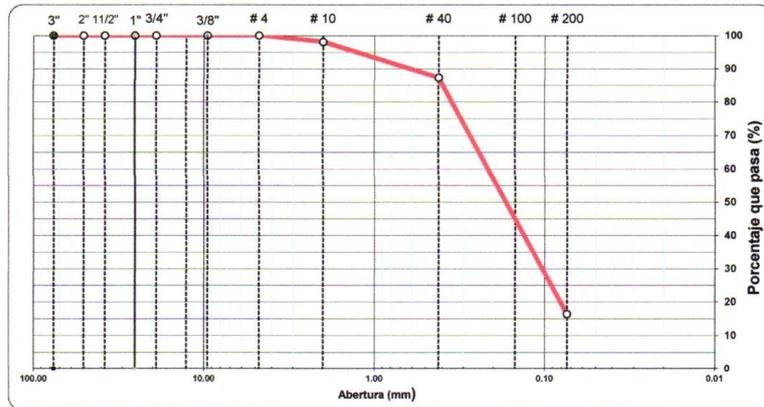


ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | MUESTRA : | | | | PROF (m) : | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | | | | |
|------------|-----------|-------------------|-----------|-------------|-----------|------------|----------------------------|---------|-------|---------|--|
| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 648.3 gr | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 648.3 gr | | | | |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 648.3 gr | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % | | | | |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % | | | | |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) | | | | |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = SM | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | |
| # 10 | 2.000 | 12.20 | 12.20 | 1.9 | 1.9 | 98.1 | Malla # 200 = 16.4 % | | | | |
| # 20 | 0.840 | 6.30 | 6.30 | 1.0 | 2.9 | 97.2 | % HUMEDAD | P.S.H. | P.S.S | % Humd. | |
| # 30 | 0.600 | 42.20 | 42.20 | 6.5 | 9.4 | 90.6 | | 119.3 | 112.6 | 6.0 | |
| # 40 | 0.420 | 21.40 | 21.40 | 3.3 | 12.7 | 87.3 | | | | | |
| # 50 | 0.300 | 19.50 | 19.50 | 3.0 | 15.7 | 84.3 | | | | | |
| # 100 | 0.150 | 205.20 | 205.20 | 31.7 | 47.3 | 52.7 | | | | | |
| # 200 | 0.074 | 235.20 | 235.20 | 36.3 | 83.6 | 16.4 | | | | | |
| < # 200 | FONDO | 106.30 | 106.30 | 16.4 | 100.0 | | | | | | |
| FRACCION | | 648.3 | | | | | Coef. Uniformidad | 2.69534 | | | |
| TOTAL | | 648 | | | | | Coef. Curvatura | 0.81 | | | |

Descripción del suelo: **Arena limosa**
 Condicion como Subrasante : **BUENO**
CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 ING WILSON J. BOLAÑA SANTOS
 CIP 15353
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

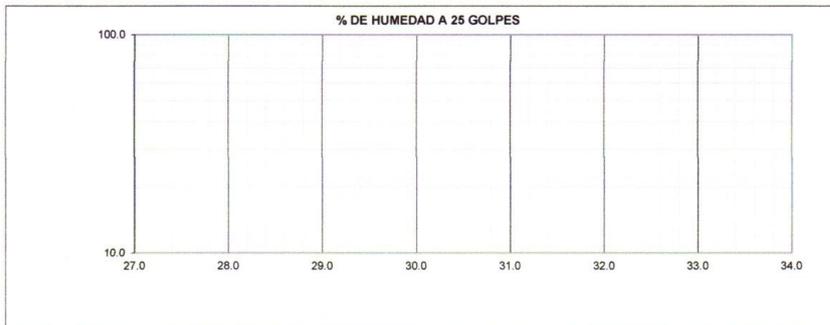
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 2 **MUESTRA :** 1 **PROF (m) :** 0.00 - 0.60

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|----------------------|--|--|----|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | NP | | |
| PESO DEL TARRO | | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|----------------------|--|--|----|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | NP | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |


 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CHILE - INGENIERO
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



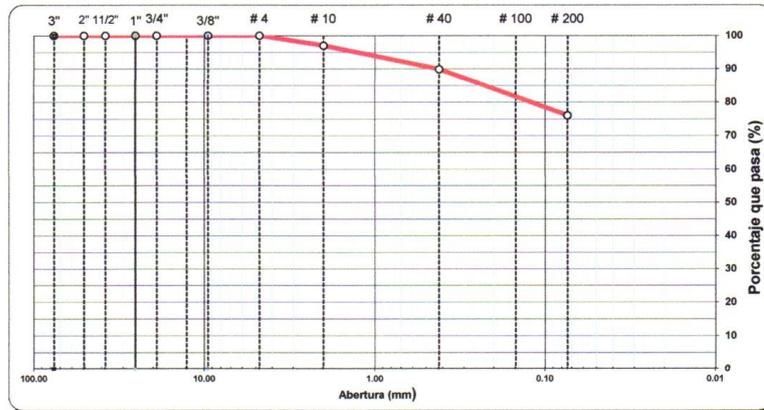
ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : 2 | | MUESTRA : 2 | | | | PROF (m) : 0.60 - 1.50 | |
|--------------|-----------|-------------------|-----------|-------------|-----------|------------------------|---|
| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 978.0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 978.0 gr |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 978.1 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 30.2 % |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = 19.6 % |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = 10.6 % |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-6 (9) |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = CL |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 10 | 2.000 | 29.15 | 29.15 | 3.0 | 3.0 | 97.0 | Malla # 200 = 76.0 % |
| # 20 | 0.840 | 25.60 | 25.60 | 2.6 | 5.6 | 94.4 | % HUMEDAD P.S.H. = 980.0 P.S.S. = 906.0 % Humd. = 8.2 |
| # 30 | 0.600 | 22.30 | 22.30 | 2.3 | 7.9 | 92.1 | OBSERVACIONES : |
| # 40 | 0.420 | 21.96 | 21.96 | 2.2 | 10.1 | 89.9 | |
| # 50 | 0.300 | 22.58 | 22.58 | 2.3 | 12.4 | 87.6 | |
| # 100 | 0.150 | 53.90 | 53.90 | 5.5 | 18.0 | 82.1 | |
| # 200 | 0.074 | 58.96 | 58.96 | 6.0 | 24.0 | 76.0 | |
| < # 200 | FONDO | 743.60 | 743.56 | 76.0 | 100.0 | | |
| FRACCION | | 978.1 | | | | | Coef. Uniformidad = 350.3 |
| TOTAL | | 978 | | | | | Coef. Curvatura = 0.31 |

Descripción del suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Condicion como Subrasante : MALO

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M., B lote 0" - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 924877150 - 945417134 e-mail: Wilz@22@hotmail.com

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

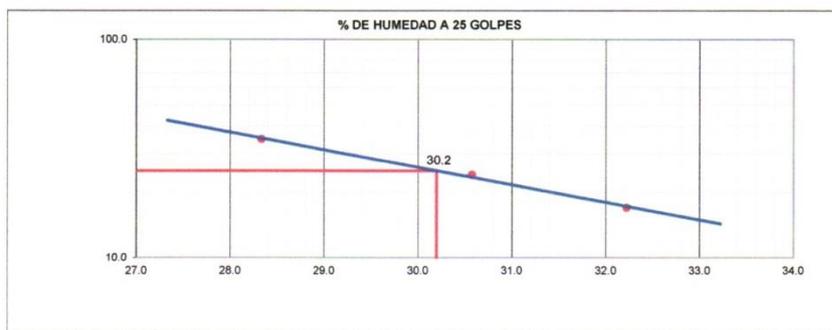
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 2 **MUESTRA :** 2 **PROF (m) :** 0.60 - 1.50

| LIMITE LIQUIDO | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Nº TARRO | 4 | 10 | 1 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 32.65 | 31.86 | 31.60 |
| TARRO + SUELO SECO | 30.42 | 30.16 | 29.90 |
| AGUA | 2.23 | 1.70 | 1.70 |
| PESO DEL TARRO | 23.50 | 24.60 | 23.90 |
| PESO DEL SUELO SECO | 6.92 | 5.56 | 6.00 |
| % DE HUMEDAD | 32.23 | 30.58 | 28.33 |
| Nº DE GOLPES | 17 | 24 | 35 |

| LIMITE PLASTICO | | | |
|----------------------|-------|-------|--|
| Nº TARRO | 1 | 2 | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 13.42 | 14.25 | |
| TARRO + SUELO SECO | 12.95 | 13.60 | |
| AGUA | 0.47 | 0.65 | |
| PESO DEL TARRO | 10.52 | 10.34 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 2.43 | 3.26 | |
| % DE HUMEDAD | 19.34 | 19.94 | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 30.2 |
| LIMITE PLASTICO | 19.6 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 10.6 |

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

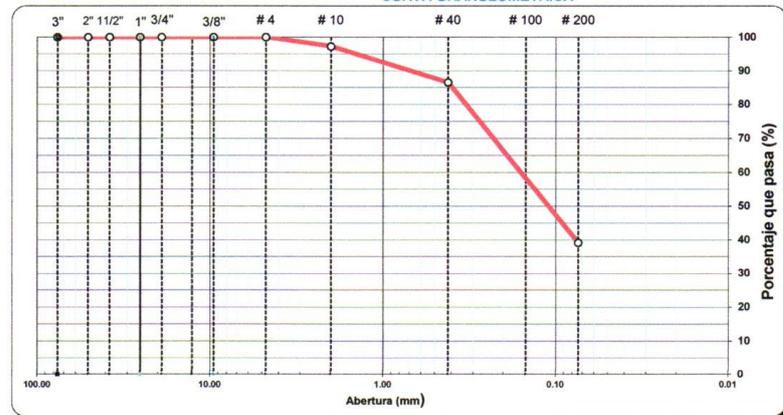
ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : 3 | | MUESTRA : 1 | | | | PROF (m) : 0.00 - 0.60 | |
|--------------|------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|------------------------|---------------------------------|
| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 855.0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 855.0 gr |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 855.0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-4 (1) |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 10 | 2.000 | 23.69 | 23.69 | 2.8 | 2.8 | 97.2 | Malta # 200 = 39.1 % |
| # 20 | 0.840 | 25.91 | 25.91 | 3.0 | 5.8 | 94.2 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humd. |
| # 30 | 0.600 | 29.26 | 29.26 | 3.4 | 9.2 | 90.8 | 880.0 855.0 2.9 |
| # 40 | 0.420 | 36.13 | 36.13 | 4.2 | 13.5 | 86.6 | OBSERVACIONES : |
| # 50 | 0.300 | 51.03 | 51.03 | 6.0 | 19.4 | 80.6 | |
| # 100 | 0.150 | 159.36 | 159.36 | 18.6 | 38.1 | 61.9 | |
| # 200 | 0.074 | 194.92 | 194.92 | 22.8 | 60.9 | 39.1 | |
| < # 200 | FONDO | 334.70 | 334.70 | 39.1 | 100.0 | | |
| FRACCION | | 855.0 | | | | | Coef. Uniformidad 4.7091 |
| TOTAL | | 855 | | | | | Coef. Curvatura 0.73 |

Descripción del suelo: Arena limosa
 Condicion como Subrasante : REG-MALO

CURVA GRANULOMETRICA




ING. WILSON ZÚÑIGA SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

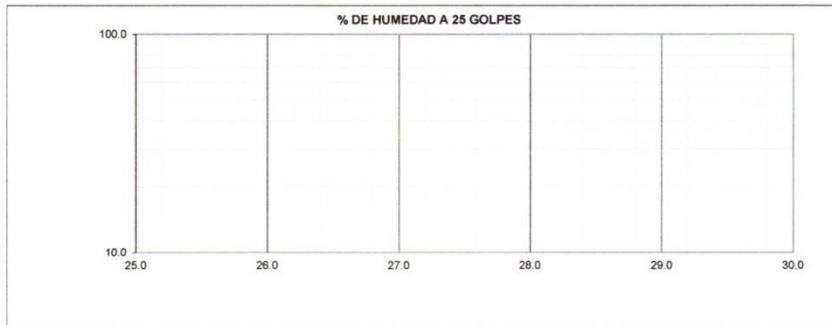
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 3 **MUESTRA :** 1 **PROF (m) :** 0.00 - 0.60

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|----------------------|--|--|------|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | N.P. | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|----------------------|--|--|------|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | N.P. | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |



ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

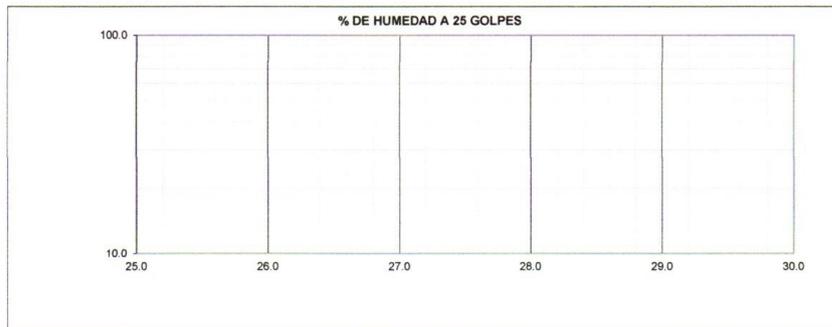
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 3 **MUESTRA :** 2 **PROF (m) :** 0.60 - 1.50

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|----------------------|--|--|------|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | N.P. | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|----------------------|--|--|------|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | N.P. | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |



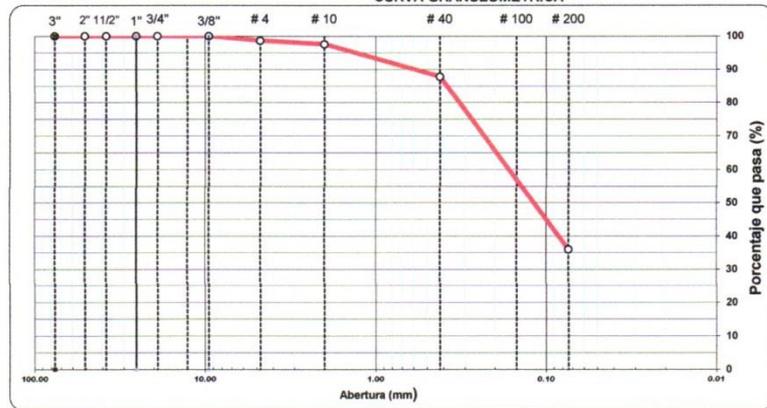
ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | 4 | | MUESTRA : | | 1 | | PROF (m) : | | 0.00 - 0.50 | |
|------------|-----------|-------------------|-----------|-------------|-----------|----------|----------------------------|------------|---------|-------------|---------|
| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 881.3 gr | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 869.1 gr | | | | |
| 2" | 50.800 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 881.3 gr | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % | | | | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % | | | | |
| 3/4" | 19.100 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = SM | | | | |
| 1/4" | 6.350 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | |
| # 4 | 4.760 | 12.20 | 12.20 | 1.4 | 1.4 | 98.6 | Malla # 200 = 36.0 % | | | | |
| # 10 | 2.000 | 9.30 | 9.17 | 1.0 | 2.4 | 97.6 | | | | | |
| # 20 | 0.840 | 12.50 | 12.33 | 1.4 | 3.8 | 96.2 | % HUMEDAD | | P.S.H. | P.S.S | % Humd. |
| # 30 | 0.600 | 32.50 | 32.05 | 3.6 | 7.5 | 92.5 | | | 980.0 | 906.0 | 8.2 |
| # 40 | 0.420 | 42.50 | 41.91 | 4.8 | 12.2 | 87.8 | OBSERVACIONES : | | | | |
| # 50 | 0.300 | 65.20 | 64.30 | 7.3 | 19.5 | 80.5 | | | | | |
| # 100 | 0.150 | 129.61 | 127.82 | 14.5 | 34.0 | 66.0 | | | | | |
| # 200 | 0.074 | 268.23 | 264.52 | 30.0 | 64.0 | 36.0 | | | | | |
| < # 200 | FONDO | 321.50 | 317.05 | 36.0 | 100.0 | | | | | | |
| FRACCION | | 881.3 | | | | | Coef. Uniformidad | | 3.24535 | | |
| TOTAL | | 894 | | | | | Coef. Curvatura | | 0.79 | | |

Descripción del suelo: **Arena limosa**
 Condicion como Subrasante : **BUENO**

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON DELAYA SANTOS
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD



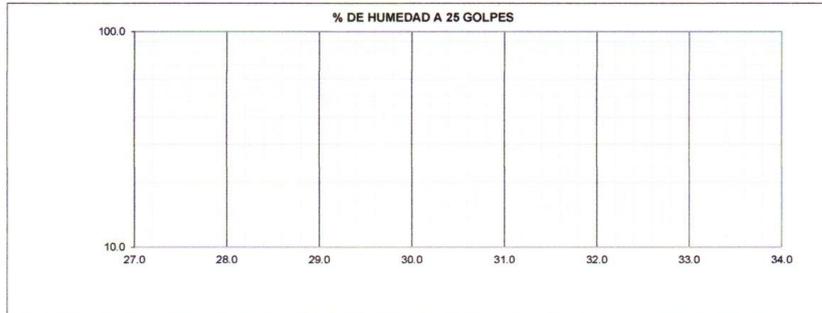
ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 4 **MUESTRA :** 1 **PROF (m) :** 0.00 - 0.50

| LIMITE LIQUIDO | | | | |
|----------------------|--|----|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | NP | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | |
|----------------------|----|----|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | NP | NP | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

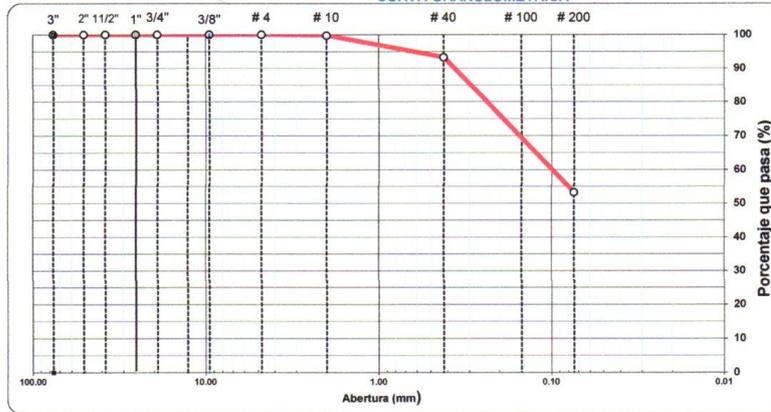
ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | MUESTRA : | | PROF (m) : | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | | | | | |
|------------|------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------|-----------------------------|--------|-------|---------|--|
| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 1.056.0 gr | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 1056.0 gr | | | | |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 1.056.0 gr | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % | | | | |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % | | | | |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-4 (4) | | | | |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = ML | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | | |
| # 10 | 2.000 | 2.30 | 2.30 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | Malla # 200 = 53.2 % | | | | |
| # 20 | 0.840 | 15.20 | 15.20 | 1.4 | 1.7 | 98.3 | % HUMEDAD | P.S.H. | P.S.S | % Humd. | |
| # 30 | 0.600 | 21.40 | 21.40 | 2.0 | 3.7 | 96.3 | | 115.2 | 109.3 | 5.4 | |
| # 40 | 0.420 | 32.20 | 32.20 | 3.0 | 6.7 | 93.3 | OBSERVACIONES : | | | | |
| # 50 | 0.300 | 45.09 | 45.09 | 4.3 | 11.0 | 89.0 | | | | | |
| # 100 | 0.150 | 171.25 | 171.24 | 16.2 | 27.2 | 72.8 | | | | | |
| # 200 | 0.074 | 206.30 | 206.29 | 19.5 | 46.8 | 53.2 | | | | | |
| < # 200 | FONDO | 562.30 | 562.28 | 53.2 | 100.0 | | | | | | |
| FRACCION | 1056 | 1.056.0 | | | | | Coef. Uniformidad | 6.0983 | | | |
| TOTAL | 1056 | | | | | | Coef. Curvatura | 0.70 | | | |

Descripción del suelo: **Limo arenoso de baja plasticidad**
 Condicion como Subrasante : **REG-MALO**

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. DELA CRUZ SANTOS
 INGENIERO CIVIL EN MECANICA DE SUELOS



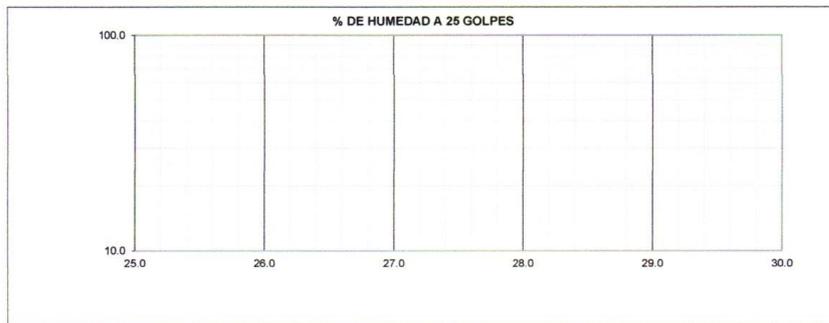
ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 4 **MUESTRA :** 2 **PROF (m) :** 0.50-1.50

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|----------------------|--|--|-----|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | N.P | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|----------------------|--|--|-----|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | | N.P | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 ESPECIALIST EN MECANICA DE SUELOS

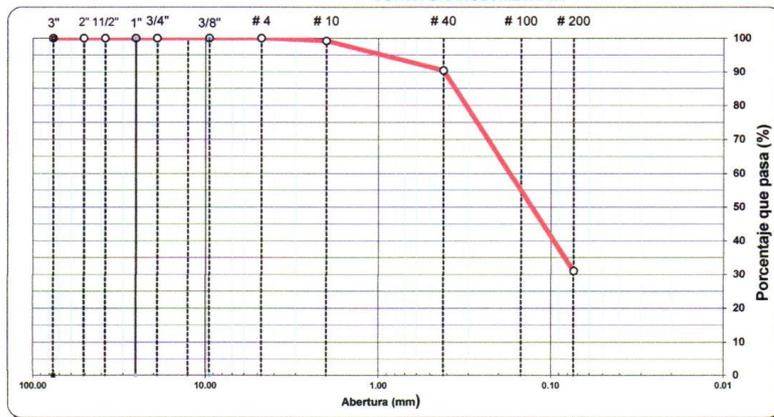
ENSAJO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | MUESTRA : | | PROF (m) : | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | |
|------------|------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------------|
| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 1.036.7 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 1036.7 gr |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 1.036.7 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 10 | 2.000 | 8.30 | 8.30 | 0.8 | 0.8 | 99.2 | Malla # 200 = 31.0 % |
| # 20 | 0.840 | 16.30 | 16.30 | 1.6 | 2.4 | 97.6 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humd. |
| # 30 | 0.600 | 32.60 | 32.50 | 3.1 | 5.5 | 94.5 | 134.3 126.1 6.5 |
| # 40 | 0.420 | 42.50 | 42.50 | 4.1 | 9.6 | 90.4 | OBSERVACIONES : |
| # 50 | 0.300 | 65.30 | 65.30 | 6.3 | 15.9 | 84.1 | |
| # 100 | 0.150 | 198.20 | 198.20 | 19.1 | 35.0 | 65.0 | |
| # 200 | 0.074 | 352.20 | 352.20 | 34.0 | 69.0 | 31.0 | |
| < # 200 | FONDO | 321.40 | 321.40 | 31.0 | 100.0 | | |
| FRACCION | | 1,036.7 | | | | | Coef. Uniformidad 2.82919 |
| TOTAL | | 1037 | | | | | Coef. Curvatura 0.81 |

Descripción del suelo: **Arena limosa**
 Condicion como Subrasante : **BUENO**

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON ESTAYZA RAMOS
 15/10/2019
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



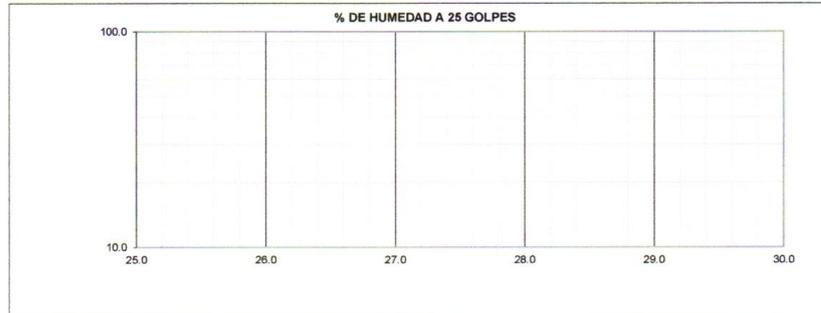
ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEÉ
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 5 **MUESTRA :** 1 **PROF (m) :** 0.00 - 0.80

| LIMITE LIQUIDO | | | | |
|----------------------|--|------|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | N.P. | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | |
|----------------------|--|------|--|--|
| Nº TARRO | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | |
| AGUA | | | | |
| PESO DEL TARRO | | N.P. | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

ING. WILSON J. DELAYA BARRANTES
 RUC 20604190649
 ESPECIALISTAS EN MECANICA DE SUELOS

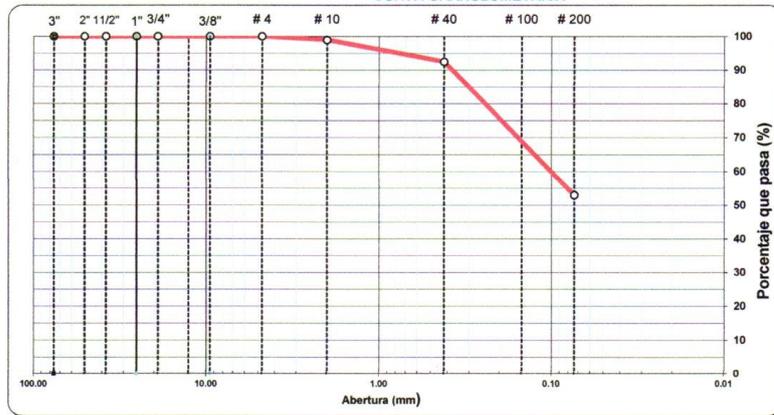
ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL
FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | MUESTRA : | | PROF (m) : | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | | | | |
|------------|------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------|--------------------------------|---------|---------|--|
| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q' PASA | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 1,192.6 gr | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 1192.6 gr | | | |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 1,192.6 gr | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % | | | |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % | | | |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % | | | |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-4 (4) | | | |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = ML | | | |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | |
| # 4 | 4.760 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | | |
| # 10 | 2.000 | 12.20 | 12.20 | 1.0 | 1.0 | 99.0 | Malla # 200 = 53.0 % | | | |
| # 20 | 0.840 | 23.50 | 23.50 | 2.0 | 3.0 | 97.0 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd. | | | |
| # 30 | 0.600 | 21.40 | 21.40 | 1.8 | 4.8 | 95.2 | 1.245.0 | 1.158.0 | 7.7 | |
| # 40 | 0.420 | 32.80 | 32.80 | 2.8 | 7.5 | 92.5 | OBSERVACIONES : | | | |
| # 50 | 0.300 | 62.30 | 62.30 | 5.2 | 12.8 | 87.3 | | | | |
| # 100 | 0.150 | 188.54 | 188.54 | 15.8 | 28.6 | 71.4 | | | | |
| # 200 | 0.074 | 219.63 | 219.64 | 18.4 | 47.0 | 53.0 | | | | |
| < # 200 | FONDO | 632.20 | 632.22 | 53.0 | 100.0 | | | | | |
| FRACCION | | 1,192.6 | | | | | Coef. Uniformidad | | 6.80694 | |
| TOTAL | | 1193 | | | | | Coef. Curvatura | | 0.68 | |

Descripción del suelo: **Limo arenoso de baja plasticidad**
 Condicion como Subrasante : **REG-MALO**

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON I. ZOLA SANTOS
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguay M., B. lote 9° - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649
Telefono: 9548 7359 943417154 e-mail: WILSON@geolab.com

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

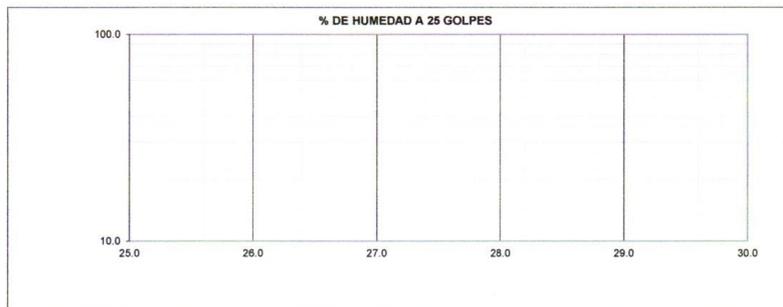
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 5 **MUESTRA :** 2 **PROF (m) :** 0.80 - 1.50

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|----------------------|--|------|--|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | N.P. | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº DE GOLPES | | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|----------------------|--|------|--|--|--|
| Nº TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | N.P. | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZEVALA SANTOS
C.I. 10.823.874
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640
Telefono: 9548 7159 945417134 e-mail: Wilsa22@hotmail.com

ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

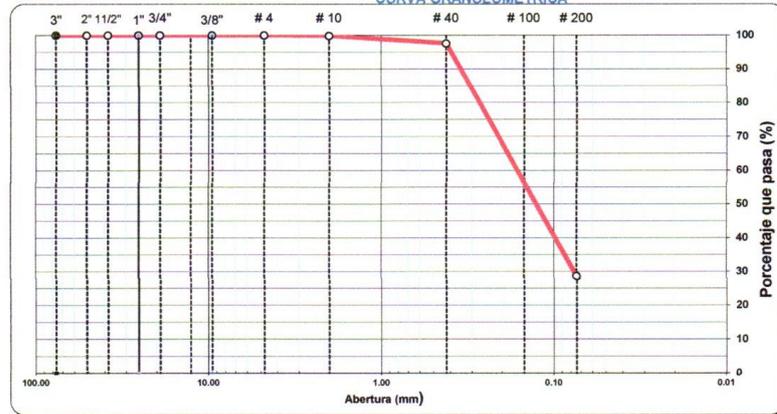
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | MUESTRA : | | PROF (m) : | | | |
|------------|-----------|-------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------------------------|
| 6 | | 1 | | 0.00 - 0.50 | | | |
| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q. PASA | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 991.0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 990.8 gr |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 991.2 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 0.0 % |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = N.P. % |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = N.P. % |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-2-4 (0) |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = SM |
| 1/4" | 6.350 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 4 | 4.760 | 0.20 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| # 10 | 2.000 | 1.70 | 1.70 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | Malla # 200 = 28.6 % |
| # 20 | 0.840 | 2.70 | 2.70 | 0.3 | 0.5 | 99.5 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humd. |
| # 30 | 0.600 | 6.90 | 6.90 | 0.7 | 1.2 | 98.8 | 112.5 104.8 7.6 |
| # 40 | 0.420 | 12.60 | 12.59 | 1.3 | 2.4 | 97.6 | OBERVACIONES : |
| # 50 | 0.300 | 48.00 | 47.98 | 4.8 | 7.3 | 92.7 | |
| # 100 | 0.150 | 264.90 | 264.79 | 26.7 | 34.0 | 66.0 | |
| # 200 | 0.074 | 370.50 | 370.35 | 37.4 | 71.4 | 28.6 | |
| < # 200 | FONDO | 283.50 | 283.79 | 28.6 | 100.0 | | |
| FRACCION | | 991.2 | | | | | Coef. Uniformidad 2.57377 |
| TOTAL | | 991 | | | | | Coef. Curvatura 0.83 |

Descripción del suelo: **Arena limosa**
Condicion como Subrasante : **BUENO**

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
WILSON
ING. WILSON I. ZELAYA SANTOS
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M., B lote 8° - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-94541734 e-mail: WU:p822@hotmail.com

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

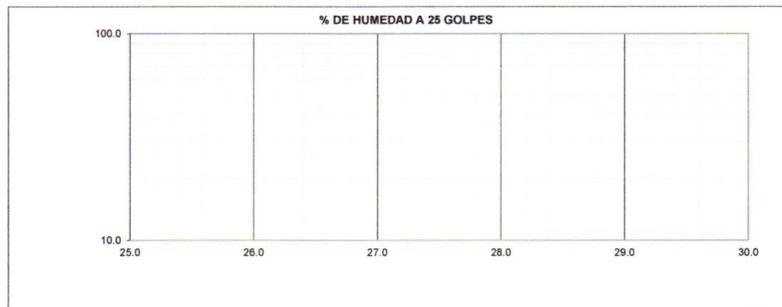
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA : 6 **MUESTRA :** 1 **PROF (m) :** 0.00 - 0.50

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|----------------------|--|-----|--|--|--|
| N° TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO | | N.P | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |
| N° DE GOLPES | | | | | |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|----------------------|--|-----|--|--|--|
| N° TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | | | | | |
| TARRO + SUELO SECO | | | | | |
| AGUA | | | | | |
| PESO DEL TARRO . | | N.P | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | | | |
| % DE HUMEDAD | | | | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 0.0 |
| LIMITE PLASTICO | N.P. |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |


ING. WILSON J. MELARA SANTOS
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

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

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M.; B.loto 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 9548 7150 54541 7124 e-mail: Wl2e22@hotmail.com

ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

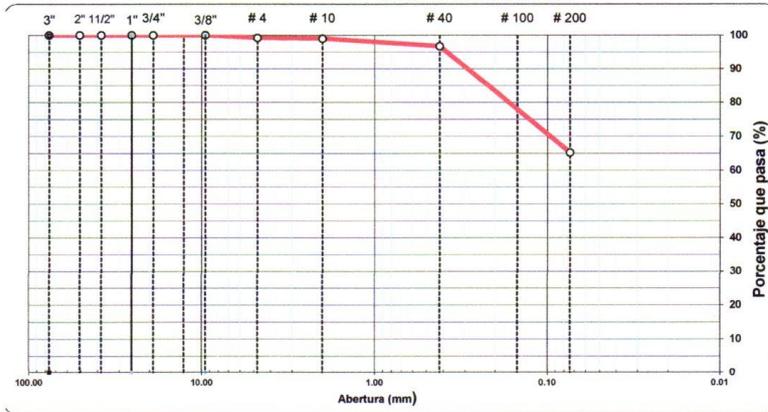
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

| CALICATA : | | MUESTRA : | | PROF (m) : | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA | |
|------------|-----------|-------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------|--------------------------------|
| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. PARCIAL | PESO RET. | %RET. PARC. | %RET. AC. | % Q PASA | |
| 3" | 76.200 | | | | | | PESO TOTAL = 1.082.0 gr |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | PESO MAT. < # 4 = 1073.7 gr |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | PESO FRACCION = 1.082.0 gr |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE LIQUIDO = 21.4 % |
| 1" | 25.400 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | LIMITE PLASTICO = 20.1 % |
| 3/4" | 19.100 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | INDICE PLASTICO = 1.3 % |
| 1/2" | 12.700 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. AASHTO = A-4 (7) |
| 3/8" | 9.520 | | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | CLASF. SUCCS = ML |
| 1/4" | 6.350 | 2.40 | 2.40 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | |
| # 4 | 4.760 | 5.90 | 5.90 | 0.6 | 0.8 | 99.2 | |
| # 10 | 2.000 | 2.20 | 2.18 | 0.2 | 1.0 | 99.0 | Malla # 200 = 65.2 % |
| # 20 | 0.840 | 3.00 | 2.98 | 0.3 | 1.3 | 98.8 | % HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd. |
| # 30 | 0.600 | 6.10 | 6.05 | 0.6 | 1.8 | 98.2 | 109.2 102.6 6.4 |
| # 40 | 0.420 | 16.10 | 15.98 | 1.5 | 3.3 | 96.7 | OBSERVACIONES : |
| # 50 | 0.300 | 29.20 | 28.98 | 2.7 | 6.0 | 94.0 | |
| # 100 | 0.150 | 114.00 | 113.12 | 10.5 | 16.4 | 83.6 | |
| # 200 | 0.074 | 200.00 | 198.46 | 18.3 | 34.8 | 65.2 | |
| < # 200 | * FONDO | 711.40 | 705.92 | 65.2 | 100.0 | | |
| FRACCION | | 1,082.0 | | | | | Coef. Uniformidad 6.86413 |
| TOTAL | 1090 | | | | | | Coef. Curvatura 0.68 |

Descripción del suelo: **Limo arenoso de baja plasticidad**
Condicion como Subrasante : **REG-MALO**

CURVA GRANULOMETRICA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson I. Ariaya Santos
ING. WILSON I. ARIAYA SANTOS
C.P. 103573
LAB. MECANICA DE SUELOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Fangay Mz. B lote B7 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649
Telefono: 954877159 - 965411134 e-mail: B3@ge82@hotmail.com

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129:1999)

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

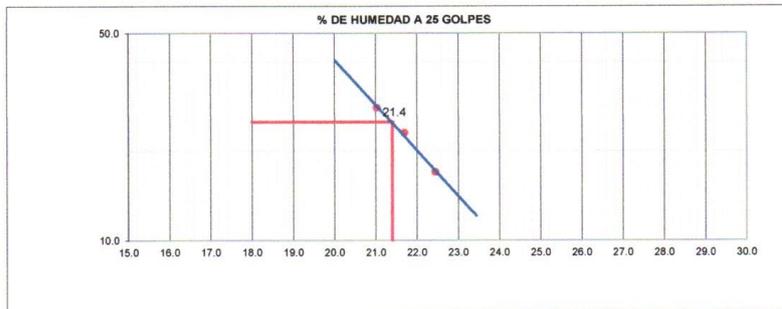
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

CALICATA: 6 **MUESTRA:** 2 **PROF (m):** 0.50 - 1.50

| LIMITE LIQUIDO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|--|
| Nº TARRO | 4 | 10 | 1 | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 40.95 | 55.70 | 58.57 | |
| TARRO + SUELO SECO | 35.39 | 49.35 | 52.02 | |
| AGUA | 5.56 | 6.35 | 6.55 | |
| PESO DEL TARRO | 10.62 | 20.08 | 20.87 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 24.77 | 29.27 | 31.15 | |
| % DE HUMEDAD | 22.45 | 21.69 | 21.03 | |
| Nº DE GOLPES | 17 | 23 | 28 | |

| LIMITE PLASTICO | | | | |
|----------------------|-------|-------|--|--|
| Nº TARRO | 1 | 2 | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 16.37 | 34.25 | | |
| TARRO + SUELO SECO | 15.36 | 33.23 | | |
| AGUA | 1.01 | 1.02 | | |
| PESO DEL TARRO | 10.42 | 28.08 | | |
| PESO DEL SUELO SECO | 4.94 | 5.15 | | |
| % DE HUMEDAD | 20.45 | 19.81 | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 21.4 |
| LIMITE PLASTICO | 20.1 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 1.3 |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

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



TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

ANALISIS QUIMICO

| N° | ANALISIS QUIMICO | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES | RESULTADOS (%) | | |
|----|---------------------------------------|----------------------------|----------------|--------|----------|
| | | | C03 | | PROMEDIO |
| | MUESTRA | | M-2 | M - 2 | |
| 1 | Sales Delocuescentes o Cloruros | 6000 (ppm) | 413 | 477 | 445 |
| 2 | Sulfatos Solubles (SO4) | 1000 (ppm) | 1591 | 1447 | 1519 |
| 3 | Sales Solubles Totales | 0.04% | 0.060% | 0.050% | 0.055% |
| 4 | Sólidos en suspensión | 1000 | | | |
| 5 | Materia Orgánica expresado en Oxígeno | 10 | | | |
| 6 | Sales Solubles de Magnesio | 150 | | | |
| 7 | Limite de Turbidez | 2000 | | | |
| 8 | Dureza | > 5 | | | |
| 9 | Potencial de Hidrógeno (PH) | > 7 | 7.3 | 7.2 | 7.3 |


 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo 04

Ensayo CBR

(California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California).



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 93 de octubre Jr. Tungay Mg. B lote 07 - Nuevo Chimbote - EUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: WJz@22@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL, SANTA ANCAH

UBICACIÓN: CALICATA 04 - COORDENADAS UTM 18L 0299643 3671538

TESISTA: VALENTIN CASTRO RENEE
 LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA: 15 DE OCTUBRE DEL 2019

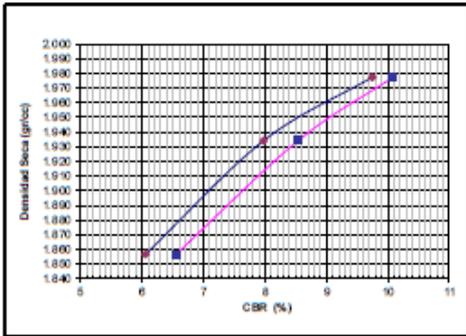
MUESTRA: TERRENO NATURAL C-04

CLASIFICACION (SUCS) : ML

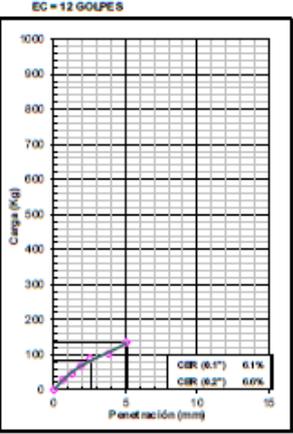
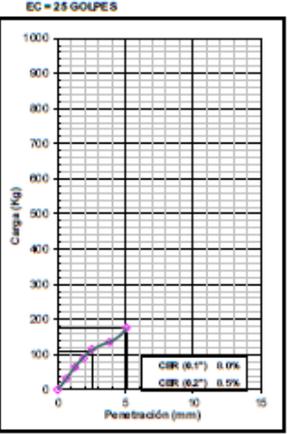
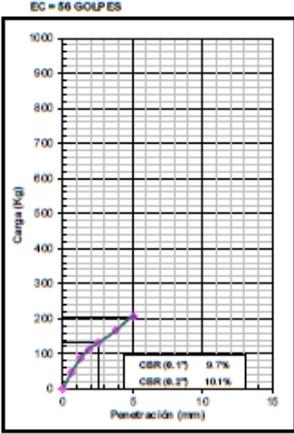
METODO DE COMPACTACION : ASTM D 1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.98

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.90



| | | | | |
|------------------------------|------|-------|------|-------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 11.70 | 0.2" | 10.11 |
| C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%) | 0.1" | 8.99 | 0.2" | 7.03 |



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 INGENIERO
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417134 e-mail: WJZ@geolab.com



TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : CALICATA 04 - COORDENADAS UTM 18L0299643 8671558

TESISTA VALENTIN CASTRO RENE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA TERRENO NATURAL C-04

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

| Tamiz | N° 10 | | N° 40 | | N° 200 | | ENSAYO DE COMPACTACION | | |
|-------|--------|---|-------|---------------|--------|--|------------------------|-----------------|----------------|
| | Pass % | | | Clasificación | | | Método | Densidad Máxima | Humedad Óptima |
| LL | 32.80 | P | 17.22 | | | | ASTHO | 1.978 | 12.00 |

| Molde N° | 1 | | 2 | | 3 | | | |
|--|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--|
| | Antes de mojarse | despues de mojado | Antes de mojarse | despues de mojado | Antes de mojarse | despues de mojado | | |
| Altura Molde | 17.8 | | 17.8 | | 17.85 | | | |
| Diámetro Molde | 15.1 | | 15.14 | | 15.14 | | | |
| Altura disco Espaciador | 5.01 | | 5.01 | | 5.01 | | | |
| Diámetro disco espaciador | 15.19 | | 15.19 | | 15.19 | | | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | | | |
| Copios por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | | | |
| Condición de la muestra | Antes de mojarse | | despues de mojado | | Antes de mojarse | | despues de mojado | |
| Peso humedo de la probeta + molde (g) | 7900 | 8010 | 8105 | 8190 | 7685 | 7630 | | |
| Peso de molde (g) | 3255 | 3255 | 3470 | 3470 | 3285 | 3285 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4645 | 4755 | 4635 | 4720 | 4410 | 4345 | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.257 | 2.296 | 2.299 | 2.290 | 2.120 | 2.100 | | |
| Recipiente (N°) | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 | 6 | | |
| Peso del Recipiente + suelo húmedo (g) | 117.0 | 475.00 | 1325 | 470.00 | 110.3 | 463.00 | | |
| Peso Recipiente + suelo seco | 102.5 | 411.34 | 116.0 | 405.7.31 | 96.6 | 386.2.23 | | |
| Peso Recipiente | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | | |
| Peso de agua (g) | 14.5 | 64.9 | 16.5 | 62.2 | 13.7 | 62.8 | | |
| Peso de suelo seco (g) | 102.5 | 411.31 | 116.0 | 405.7.8 | 96.6 | 386.2.2 | | |
| Contenido de humedad (%) | 14.1 | 15.6 | 14.2 | 15.3 | 14.2 | 17.4 | | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.977 | 1.977 | 1.934 | 1.934 | 1.867 | 1.867 | | |

DETERMINACION DE LA EXPANSION

| Fecha | Hora | Tiempo | Lectura Extens. | Expansión | | Lectura Extens. | Expansión | | Lectura Extens. | Expansión | |
|-------|------|--------|-----------------|-----------|-----|-----------------|-----------|-----|-----------------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0 | 0.000 | 0.0 |
| | | 24 | 23 | 0.584 | 0.5 | 25 | 0.636 | 0.5 | 27 | 0.696 | 0.6 |
| | | 48 | 25 | 0.636 | 0.5 | 30 | 0.702 | 0.7 | 32 | 0.813 | 0.7 |
| | | 72 | 28 | 0.711 | 0.6 | 33 | 0.830 | 0.7 | 36 | 0.914 | 0.8 |

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

| Penetración | Carga Estándar Kgf/cm ² | MOLDE N° | | | | MOLDE N° | | | | MOLDE N° | | | |
|-------------|------------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | Lect. Dial | lg | kg | % CBR | Lect. Dial | lg | kg | % CBR | Lect. Dial | lg | kg | % CBR |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | | | | | | | | | | |
| 0.635 | 0.025 | | 45.6 | | | 32.0 | | | | 28.0 | | | |
| 1.270 | 0.050 | | 86.9 | | | 64.5 | | | | 45.6 | | | |
| 1.905 | 0.075 | | 112.1 | | | 89.2 | | | | 68.2 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 132.2 | 132.9 | 9.7 | 115.6 | 108.8 | 8.0 | | 89.3 | 82.6 | 6.1 | |
| 3.175 | 0.150 | | 166.2 | | | 136.4 | | | | 102.4 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 206.3 | 206.3 | 10.1 | 176.0 | 174.7 | 8.5 | | 135.2 | 134.1 | 6.6 | |


 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 C.R.N. 12033
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 02 de octubre Jr. Tangay Mq. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
 Telefono: 92-6877159 - 945417134 e-mail: Wjze823@hotmail.com



**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM-D1557**

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN: CALICATA 04 - COORDENADAS UTM 18L 0299643 8671558

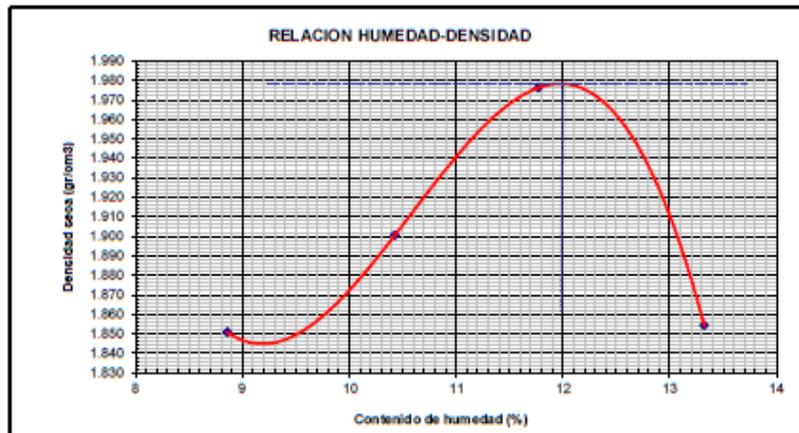
TESISTA VALENTIN CASTRO RENEE
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA TERRENO NATURAL C-04

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo + molde | gr | 6350.00 | 6510.00 | 6720.00 | 6515.00 |
| Peso molde | gr | 2510.00 | 2510.00 | 2510.00 | 2510.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 3840.00 | 4000.00 | 4210.00 | 4005.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 1906.00 | 1906.00 | 1906.00 | 1906.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr/cm ³ | 2.01 | 2.10 | 2.21 | 2.10 |
| Recipiente N° | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 53.75 | 112.86 | 133.11 | 123.35 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 50.54 | 103.12 | 120.05 | 110.00 |
| Peso de la Tara | gr | 14.30 | 9.70 | 9.10 | 9.80 |
| Peso de agua | gr | 3.21 | 9.74 | 13.06 | 13.35 |
| Peso del suelo seco | gr | 36.24 | 93.42 | 110.95 | 100.20 |
| Porcentaje de Humedad | % | 8.86 | 10.43 | 11.77 | 13.32 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.851 | 1.900 | 1.976 | 1.854 |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad máxima (gr/cm ³) | 1.978 |
| Humedad óptima (%) | 12.00 |



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Wjze823

ING WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP: 12003
Especialista en Mecánica de Suelos



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20660190640
Teléfono: 954827150 - 945417174 e-mail: WJ@geolab.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN: CALICATA 01 - COORDENADAS UTM 18L 0767490 9009894

TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE RICHARD
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

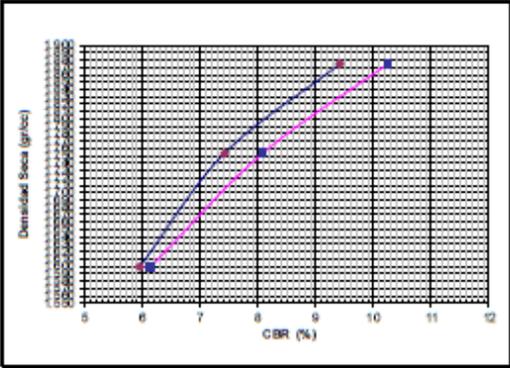
MUESTRA TERRENO NATURAL C-01

CLASIFICACION (SUCS) : CL

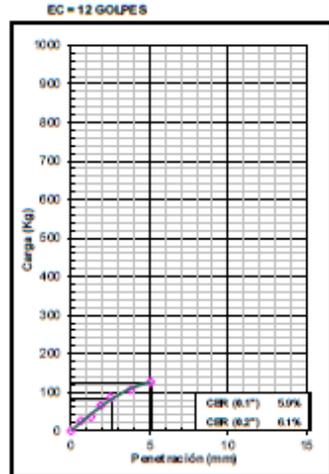
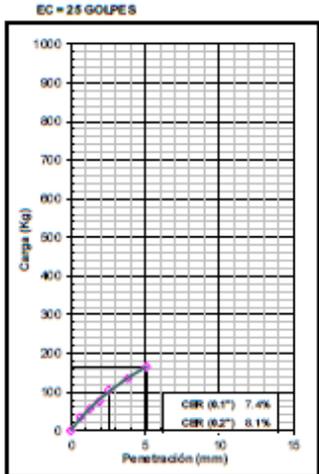
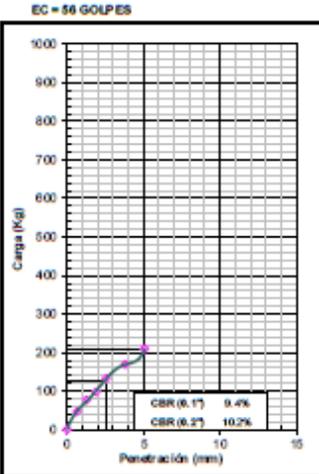
METODO DE COMPACTACION : ASTM D 1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.87

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.59



| | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) | 0.1": | 10.09 | 0.2": | 10.24 |
| C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%) | 0.1": | 8.44 | 0.2": | 8.51 |




ING WILSON J. ZELAYA SANTOS
CI: 100000000
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190649
Teléfono: 954977150 - 945417124 e-mail: Wilco822@hotmail.com



TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN : CALICATA 01 - COORDENADAS UTM 18L.0767490 9009894

TESTISTAS VALENTIN CASTRO RENEE RICHARD
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA TERRENO NATURAL C-01

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

| Tamiz | N° 10 | | | N° 40 | | | N° 200 | | | ENSAYO DE COMPACTACION | | |
|-------|--------|---|-------|---------------|--|--|--------|--|--------|------------------------|----------------|-------|
| | Pasa % | | | | | | | | Método | Densidad Máxima | Humedad Optima | |
| LL | 32.00 | P | 17.22 | Clasificación | | | | | | A9STHO | 1.074 | 14.50 |

| Molde N° | 1 | | 2 | | 3 | | | | | | | |
|--|------------------|--|-------------------|--|------------------|--|-------------------|--|------------------|--|-------------------|--|
| Altura Molde | 17.8 | | 17.8 | | 17.85 | | | | | | | |
| Diámetro Molde | 15.1 | | 15.14 | | 15.14 | | | | | | | |
| Altura disco espaciador | 5.01 | | 5.01 | | 5.01 | | | | | | | |
| Diámetro disco espaciador | 15.19 | | 15.19 | | 15.19 | | | | | | | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | | | | | | | |
| Condición de la muestra | Antes de mojarse | | despues de mojado | | Antes de mojarse | | despues de mojado | | Antes de mojarse | | despues de mojado | |
| Peso húmedo de la probeta + molde (g) | 7830 | | 7985 | | 7750 | | 7905 | | 7190 | | 7600 | |
| Peso de molde (g) | 3255 | | 3255 | | 3470 | | 3470 | | 3285 | | 3285 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4575 | | 4740 | | 4280 | | 4435 | | 3905 | | 4315 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2132 | | 2132 | | 2128 | | 2128 | | 2132 | | 2132 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.146 | | 2.223 | | 2.011 | | 2.112 | | 1.832 | | 2.024 | |
| Recipiente (N°) | 1 | | 4 | | 3 | | 5 | | 2 | | 6 | |
| Peso del Recipiente + suelo húmedo (g) | 116.2 | | 4740.00 | | 1238 | | 4495.00 | | 102.3 | | 4315.00 | |
| Peso Recipiente + suelo seco | 101.5 | | 3996.43 | | 1079 | | 3730.56 | | 89.4 | | 3409.67 | |
| Peso Recipiente | 0.0 | | 0.00 | | 0.0 | | 0.00 | | 0.0 | | 0.00 | |
| Peso de agua (g) | 14.7 | | 743.6 | | 15.9 | | 764.4 | | 13.0 | | 905.3 | |
| Peso de suelo seco (g) | 101.5 | | 3996.4 | | 1079 | | 3730.6 | | 89.4 | | 3409.7 | |
| Contenido de humedad (%) | 14.5 | | 18.6 | | 14.7 | | 20.5 | | 14.5 | | 26.6 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.875 | | 1.875 | | 1.793 | | 1.793 | | 1.999 | | 1.999 | |

DETERMINACION DE LA EXPANSION

| Fecha | Hora | Tiempo | Lectura Extens. | Expansión | | Lectura El. dens. | Expansión | | Lectura Extens. | Expansión | |
|-------|------|--------|-----------------|-----------|-----|-------------------|-----------|-----|-----------------|-----------|-----|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | 0 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0 | 0.000 | 0.0 |
| | | 24 | 23 | 0.584 | 0.5 | 25 | 0.635 | 0.5 | 27 | 0.686 | 0.6 |
| | | 48 | 25 | 0.635 | 0.5 | 30 | 0.702 | 0.7 | 32 | 0.813 | 0.7 |
| | | 72 | 28 | 0.711 | 0.6 | 33 | 0.838 | 0.7 | 36 | 0.914 | 0.8 |

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

| Penetración | | Carga Estándar Kg/cm ² | MOLDE N° | | | | MOLDE N° | | | | MOLDE N° | | | |
|-------------|-------|-----------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| mm. | psig. | | Lect. Dial | lg | kg | % CBR | Lect. Dial | lg | kg | % CBR | Lect. Dial | lg | kg | % CBR |
| 0.000 | 0.000 | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | |
| 0.635 | 0.025 | | 46.3 | | | | 36.2 | | | | 26.3 | | | |
| 1.270 | 0.050 | | 76.3 | | | | 66.9 | | | | 35.2 | | | |
| 1.905 | 0.075 | | 98.2 | | | | 76.3 | | | | 65.2 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 70.455 | 132.5 | 128.4 | 9.4 | | 105.2 | 101.1 | 7.4 | | 86.3 | 81.1 | 5.9 | |
| 3.810 | 0.150 | | 189.0 | | | | 134.6 | | | | 106.0 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 105.68 | 209.5 | 209.6 | 10.2 | | 165.2 | 165.1 | 6.1 | | 126.3 | 125.4 | 6.1 | |


ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CI N° 100073
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nueva Chimbo - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417134 e-mail: Wilco823@hotmail.com



ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBALDO CASCAJAL, SANTA, ANCASH

UBICACIÓN: CALICATA 01 - COORDENADAS UTM 18L 0767490 9009894

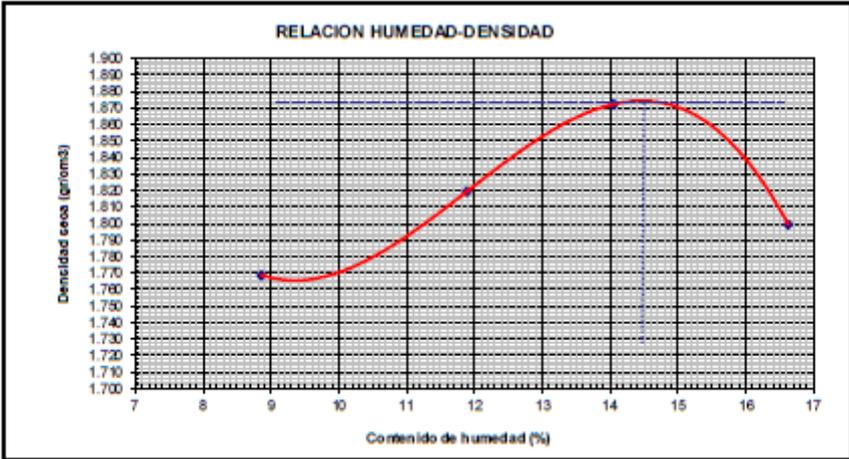
TESISTAS VALENTIN CASTRO RENEE RICHARD
LUNAREJO ROBLES ALDO MIGUEL

FECHA 15 DE OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA TERRENO NATURAL C-01

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo + molde | gr | 6180.00 | 6390.00 | 6590.00 | 6510.00 |
| Peso molde | gr | 2510.00 | 2510.00 | 2510.00 | 2510.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 3670.00 | 3880.00 | 4070.00 | 4000.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 1906.00 | 1906.00 | 1906.00 | 1906.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr/cm ³ | 1.93 | 2.04 | 2.14 | 2.10 |
| Recipiente N° | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 92.75 | 135.21 | 122.08 | 117.86 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 85.90 | 121.80 | 108.10 | 102.30 |
| Peso de la Tara | gr | 8.60 | 9.00 | 8.60 | 8.70 |
| Peso de agua | gr | 6.85 | 13.41 | 13.98 | 15.56 |
| Peso del suelo seco | gr | 77.30 | 112.80 | 99.50 | 93.60 |
| Porcentaje de Humedad | % | 8.86 | 11.89 | 14.05 | 16.62 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.769 | 1.819 | 1.872 | 1.799 |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad máxima (gr/cm ³) | 1.874 |
| Humedad óptima (%) | 14.50 |




ING WILSON J. ZELAYA SANTOS
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

Anexo IV

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPOS



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 056 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2019
Fecha de emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE PARA
CBR

Tipo de Indicación : ANALÓGICO

Alcance de Indicación : 0 mm a 25 mm

División de Escala : 0,01 mm

Marca : LITZ

Modelo : NO INDICA

Serie : 21278

Procedencia : ALEMANA

Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - FEBRERO - 2019

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|---------------------------|--------|----------------------|--------------|
| BLOQUES PLANOPARALELOS | INSIZE | LLA - C - 045 - 2016 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,6 | 21,9 |
| Humedad % | 58 | 57 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 056 - 2019

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_w)

| VALOR PATRÓN (mm) | INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm) | ERROR DE INDICACIÓN (mm) |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1,00 | 1,02 | 0,02 |
| 2,00 | 2,03 | 0,03 |
| 5,00 | 5,02 | 0,02 |
| 8,00 | 8,03 | 0,03 |
| 10,00 | 10,02 | 0,02 |
| 12,50 | 12,53 | 0,03 |
| 15,00 | 15,02 | 0,02 |
| 20,00 | 20,03 | 0,03 |
| 25,00 | 25,04 | 0,04 |

Alcance de error de indicación (f_w) : 0,04 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

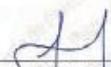
| VALOR PATRÓN (mm) | INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm) | ERROR DE INDICACIÓN (mm) |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 12,50 | 12,52 | 0,02 |
| | 12,52 | 0,02 |
| | 12,53 | 0,03 |
| | 12,53 | 0,03 |
| | 12,52 | 0,02 |

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,03 mm
Incertidumbre de medición : $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 1 de 3

| | |
|---|---|
| Expediente | : T 079-2019 |
| Fecha de Emisión | : 2019-02-15 |
| 1. Solicitante | : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. |
| Dirección | : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH |
| 2. Instrumento de Medición | : BALANZA |
| Marca | : POCKET SCALE |
| Modelo | : MH-SERIES |
| Número de Serie | : NO INDICA |
| Alcance de Indicación | : 200 g |
| División de Escala de Verificación (e) | : 0,1 g |
| División de Escala Real (d) | : 0,1 g |
| Procedencia | : CHINA |
| Identificación | : NO INDICA |
| Tipo | : ELECTRÓNICA |
| Ubicación | : LOCAL |
| Fecha de Calibración | : 2019-02-15 |

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

Jr. TENIENTE JIMENEZ URB. LA CAMPIÑA - CHORRILLOS - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-08.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26,2 °C | 26,8 °C |
| Humedad Relativa | 68 % | 68 % |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|----------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Pesas (exactitud F1) | M-0660-2018 |

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Temp. (°C) | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|-------|--------------------|--------|-------|
| | Inicial | | | Final | | |
| | 26,2 | | | 26,4 | | |
| | Carga L1= 100,00 g | | | Carga L2= 200,00 g | | |
| | N(g) | ΔL(mg) | E(mg) | N(g) | ΔL(mg) | E(mg) |
| 1 | 100,00 | 6 | 44 | 200,00 | 7 | 43 |
| 2 | 100,00 | 7 | 43 | 200,01 | 6 | 54 |
| 3 | 99,99 | 4 | 36 | 200,01 | 6 | 54 |
| 4 | 100,00 | 6 | 44 | 200,02 | 4 | 66 |
| 5 | 100,00 | 8 | 42 | 200,00 | 5 | 46 |
| 6 | 100,00 | 9 | 41 | 200,02 | 5 | 65 |
| 7 | 99,99 | 5 | 35 | 200,01 | 6 | 54 |
| 8 | 100,00 | 6 | 44 | 200,00 | 8 | 42 |
| 9 | 100,00 | 7 | 43 | 200,02 | 6 | 54 |
| 10 | 100,00 | 8 | 42 | 200,02 | 8 | 62 |
| Diferencia Máxima | | | | 9 | | |
| Error máximo permitido ± | 200 mg | | | ± 200 mg | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

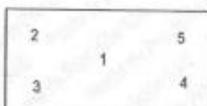


Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Temp. (°C) | | | | | Temp. (°C) | | | | |
|----------------------|---------------------------------|------|--------|---------------------|-----------------------------------|------------|--------|-------|---------------------|--|
| | Inicial | | | | | Final | | | | |
| | 26,4 | | | | | 26,6 | | | | |
| | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error corregido | | | | | |
| | Carga mínima (g) | l(g) | Δl(mg) | E ₀ (mg) | Carga (g) | l(g) | Δl(mg) | E(mg) | E _c (mg) | |
| 1 | 0,10 | 0,10 | 6 | 44 | 60,00 | 60,00 | 7 | 43 | -1 | |
| 2 | | 0,10 | 7 | 43 | | 60,01 | 6 | 54 | 11 | |
| 3 | | 0,10 | 8 | 42 | | 59,98 | 8 | 22 | -20 | |
| 4 | | 0,10 | 9 | 41 | | 60,02 | 9 | 61 | 21 | |
| 5 | | 0,10 | 8 | 42 | | 60,02 | 7 | 63 | 21 | |

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L(g) | Temp. (°C) | | | | | Temp. (°C) | | | | | emp(*) |
|------------|------------|--------|-------|---------------------|--------------|------------|-------|---------------------|--------|--|--------|
| | Inicial | | | | | Final | | | | | |
| | 26,6 | | | | | 26,8 | | | | | |
| | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | | | |
| | l(g) | Δl(mg) | E(mg) | E _c (mg) | l(g) | Δl(mg) | E(mg) | E _c (mg) | emp(*) | | |
| 0,10 | 0,10 | 6 | 44 | | | | | | 100 | | |
| 0,20 | 0,20 | 6 | 44 | 0 | 0,20 | 8 | 42 | -2 | 100 | | |
| 0,50 | 0,50 | 7 | 43 | -1 | 0,50 | 9 | 41 | -3 | 100 | | |
| 1,00 | 1,00 | 8 | 42 | -2 | 1,00 | 9 | 41 | -3 | 100 | | |
| 2,00 | 2,00 | 9 | 41 | -3 | 2,00 | 8 | 42 | -2 | 100 | | |
| 20,00 | 20,00 | 8 | 42 | -2 | 20,00 | 8 | 42 | -2 | 100 | | |
| 50,00 | 50,00 | 6 | 44 | 0 | 50,00 | 7 | 43 | -1 | 100 | | |
| 80,00 | 80,01 | 4 | 56 | 12 | 80,00 | 5 | 45 | 1 | 200 | | |
| 100,00 | 100,00 | 8 | 42 | -2 | 100,01 | 6 | 54 | 10 | 200 | | |
| 150,00 | 150,02 | 6 | 64 | 20 | 150,01 | 5 | 55 | 11 | 200 | | |
| 200,00 | 200,02 | 4 | 66 | 22 | 200,02 | 4 | 66 | 22 | 200 | | |

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correctada}} = R - 0,0000778 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00176 \text{ g}^2 + 0,000000348 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza Δl: Carga incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-09.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 043 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2019
Fecha de emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : MAVIN

Modelo de Celda : NO INDICA

Serie de Celda : e6700397

Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT

Modelo de Indicador : 315-X8

Serie de Indicador : 231269

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - FEBRERO - 2019

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 090-2018 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 22,1 | 22,5 |
| Humedad % | 58 | 57 |

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 043 - 2019

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------------|------------------------------|---------|----------------|----------------|------------------------|------------------|-------------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 500 | 498,65 | 500,55 | 0,27 | -0,11 | 499,60 | 0,06 | -0,38 |
| 1000 | 995,75 | 998,90 | 0,43 | 0,11 | 997,33 | 0,27 | -0,31 |
| 1500 | 1499,65 | 1499,00 | 0,02 | 0,07 | 1499,33 | 0,05 | 0,04 |
| 2000 | 1999,90 | 1998,98 | 0,00 | 0,05 | 1999,44 | 0,03 | 0,05 |
| 2500 | 2500,05 | 2500,10 | 0,00 | 0,00 | 2500,08 | 0,00 | 0,00 |
| 3000 | 3001,30 | 2999,35 | -0,04 | 0,02 | 3000,33 | -0,01 | 0,07 |
| 3500 | 3499,25 | 3499,85 | 0,02 | 0,00 | 3499,55 | 0,01 | -0,02 |
| 4000 | 4001,25 | 4001,65 | -0,03 | -0,04 | 4001,45 | -0,04 | -0,01 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9993x + 1,848$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

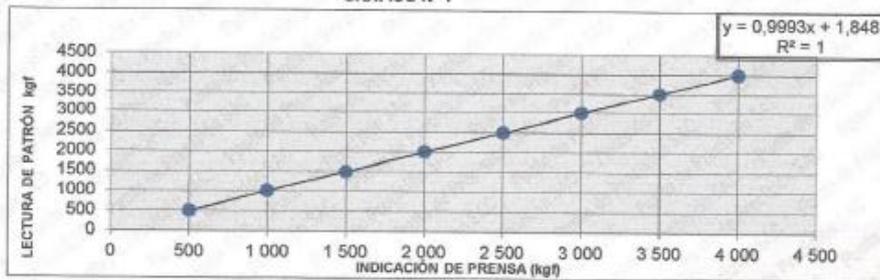
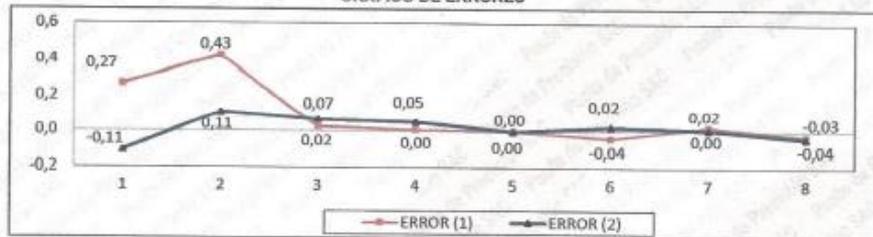
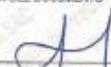


GRÁFICO DE ERRORES



FIR DEL DOCUMENTO


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S A C



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 044 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2019
Fecha de emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2 bar

División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar

Marca de Manómetro : WINTERS

Modelo de Manómetro : PFQ SERIES

Serie de Manómetro : Z1388

Procedencia : CANADA

Posición de Trabajo : POSTERIOR

Serie de Botella : NO INDICA

Material de Botella : ALUMINIO

4. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - FEBRERO - 2019

5. Método de Calibración

Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

6. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|-------------------|------------------|--------------|
| MANÓMETRO | OMEGA ENGINEERING | LFP - 319 - 2017 | INACAL - DM |

7. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 22,4 | 22,3 |
| Humedad % | 59 | 59 |

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 044 - 2019

Página : 2 de 2

Resultados

| PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR | PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN | | ERROR | | |
|---|--------------------------------------|----------|---------------|----------|---------------|
| | ASCENSO | DESCENSO | DE INDICACIÓN | | DE HISTÉRESIS |
| | | | ASCENSO | DESCENSO | |
| (psi) | (psi) | (psi) | (psi) | (psi) | (psi) |
| 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 5,6 | 5,6 | -0,6 | -0,6 | 0,0 |
| 10 | 10,2 | 10,3 | -0,2 | -0,3 | 0,1 |
| 15 | 14,6 | 14,6 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| 20 | 19,6 | 19,7 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |
| 25 | 24,5 | 24,6 | 0,5 | 0,4 | 0,1 |
| 30 | 29,4 | 29,4 | 0,6 | 0,6 | 0,0 |

| | | |
|-----------------------------|------|-----|
| MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN: | 0,60 | psi |
| MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS: | 0,10 | psi |

| | | |
|---------------------------------------|------|-----|
| La incertidumbre de la medición es de | 0,05 | psi |
|---------------------------------------|------|-----|

EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

| LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY | LECTURA DEL PATRÓN |
|--|--------------------|
| psi | % Humedad |
| 0 | 0,0 |
| 2 | 2,8 |
| 3 | 4,0 |
| 4 | 4,6 |
| 5 | 5,6 |
| 6 | 6,6 |
| 7 | 7,4 |
| 8 | 8,4 |
| 9 | 9,2 |
| 10 | 10,2 |
| 11 | 10,8 |
| 12 | 11,8 |
| 13 | 12,6 |
| 14 | 13,8 |
| 15 | 14,6 |
| 16 | 15,6 |
| 17 | 16,5 |
| 18 | 17,5 |
| 19 | 18,5 |
| 20 | 19,4 |

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

ANEXO V

TABLAS PARA DISEÑO
DEL PAVIMENTOS
FLEXIBLE METODO
AASHTO 93

Tabla Periodos de análisis y diseño

| tipos de carretera | Periodo de (años) | |
|--|-------------------|--------|
| | Análisis | Diseño |
| Urbana con altos volúmenes de tránsito | 30-50 | 15-20 |
| interurbanos con altos volúmenes de tránsito | 20-50 | 15-20 |
| pavimentada con bajos volúmenes de tránsito | 15-25 | 5 - 12 |
| afirmada con bajos volúmenes de tránsito | 10 - 20 | 5 - 8 |

Fuente. AASHTO Guía para diseño de estructuras de pavimentos 1993

Tabla niveles de serviciabilidad

| Índice de serviciabilidad presente (PSI) | Calificación |
|--|--------------|
| 0 - 1 | muy pobre |
| 1 - 2 | pobre |
| 2 - 3 | regular |
| 3 - 4 | buena |
| 4 - 5 | muy buena |

Tabla Niveles recomendados de confiabilidad (R).

| Clasificación funcional de la vía(R). | Nivel recomendado de confiabilidad % | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------|
| | Urbana | Rural |
| Autopistas | 85 - 99.9 | 80 - 99.9 |
| Arterias principales | 80 - 99 | 75 - 95 |
| Colectoras | 80 - 95 | 75 - 95 |
| Locales | 50 - 80 | 50 - 80 |

Fuente: AASHTO

Tabla Valores de desviación Normal estándar

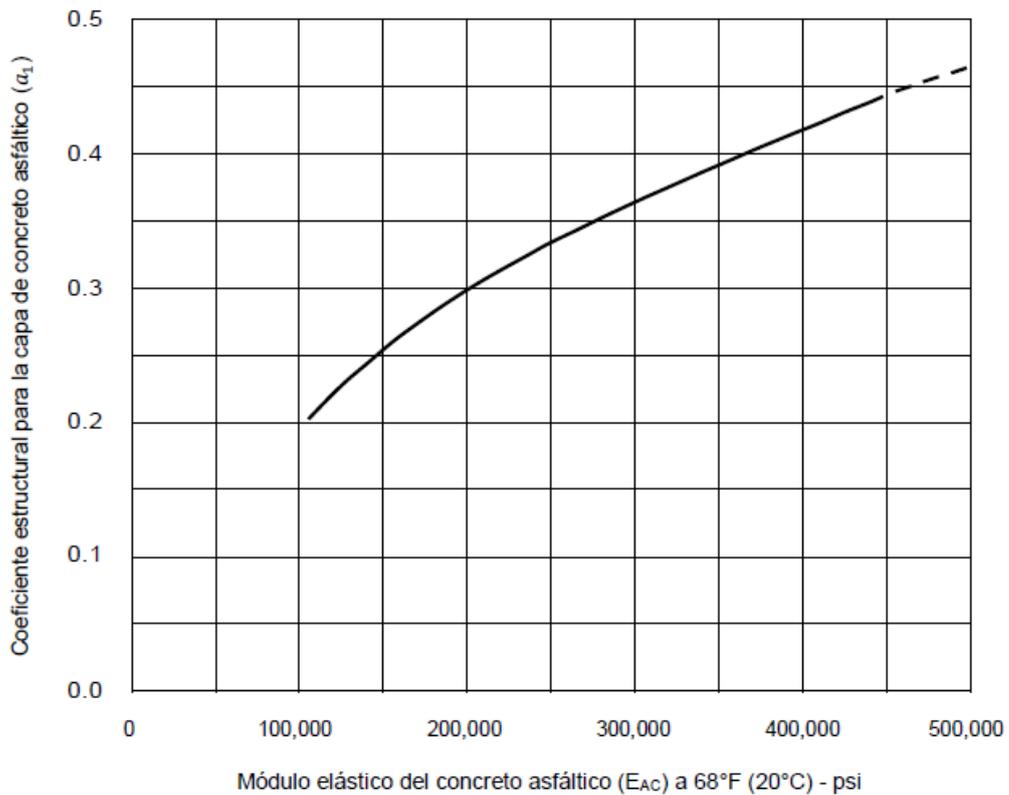
| Confiabilidad (R). | Valor de ZR |
|--------------------|-------------|
| 50 | - 0.000 |
| 60 | - 0.253 |
| 70 | - 0.524 |
| 75 | - 0.674 |
| 80 | - 0.841 |
| 85 | - 1.037 |
| 90 | - 1.282 |
| 91 | -1.34 |
| 92 | -1.405 |
| 93 | - 1.475 |
| 94 | - 1.555 |
| 95 | - 1.645 |
| 96 | - 1.751 |
| 97 | - 1.881 |
| 98 | - 2.054 |
| 99 | - 2.327 |
| 99.9 | - 3.090 |
| 99.99 | - 3.750 |

Fuente: AASHTO 93

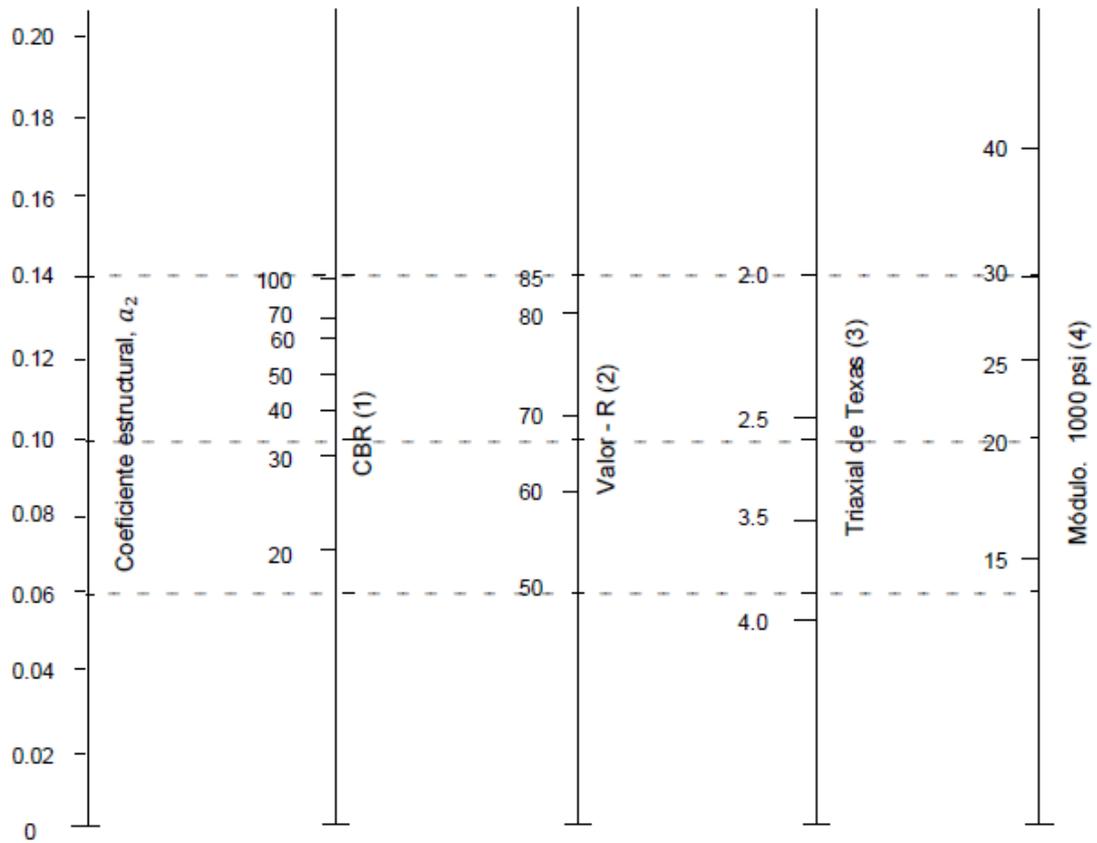
Tabla Valores recomendados para la desviación estándar (So)

| Condición | Pavimento Rígido | Pavimento Flexible |
|-----------------|------------------|--------------------|
| En construcción | 0.35 | 0.45 |
| En sobrecargas | 0.39 | 0.49 |

Fuente: AASHTO 93

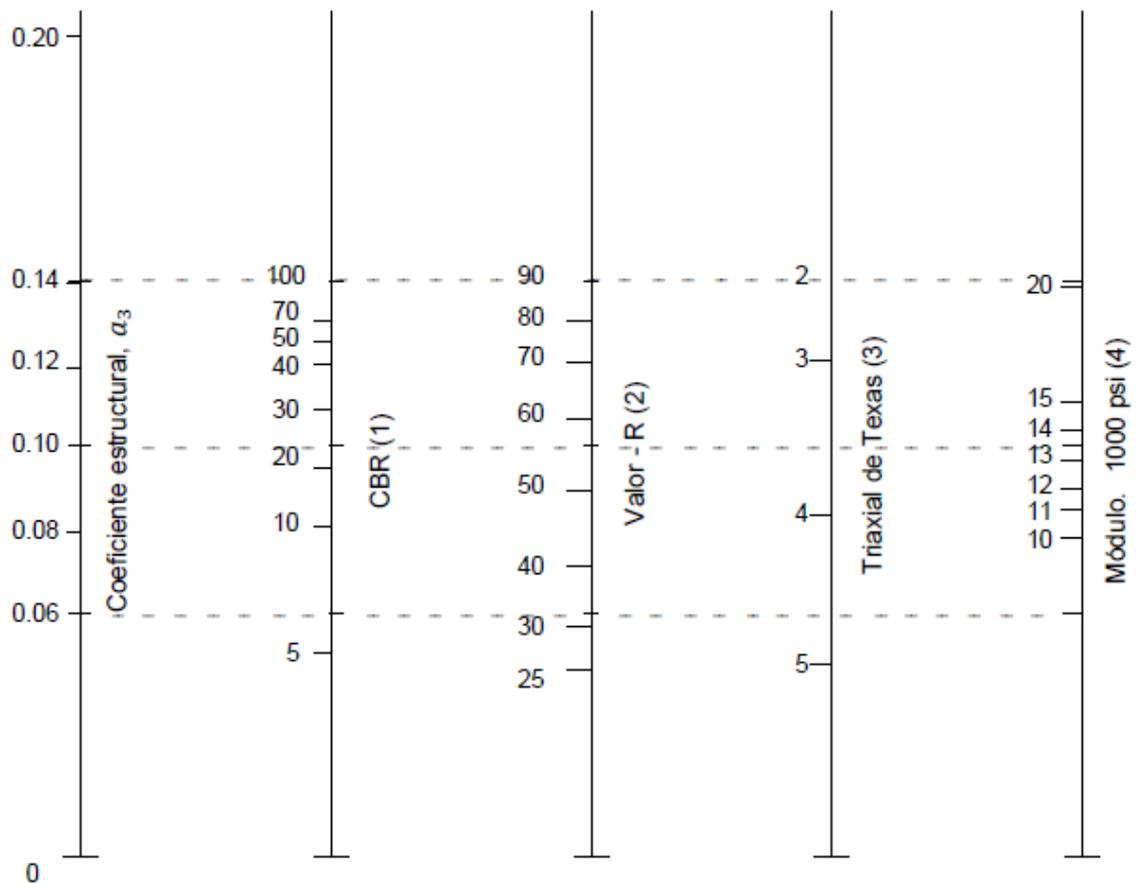


Gráfica para determinar el coeficiente estructural para la capa de concreto asfáltico en función del módulo elástico



- (1) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en Illinois
- (2) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP.

Grafica Variacion en el coeficiente estructural de la capa de base Granular con vario parametros de resistencia de la base



- (1) Escala derivada de correlación obtenida en Illinois.
- (2) Escala derivada de correlaciones obtenidas por el Asphalt Institute, California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada de correlaciones obtenidas en Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP.

Grafica Variacion en el coeficiente estructural de la capa de subabase granular con varios parametros de resistencia de la subbase.

Tabla Espesores mínimos para concreto asfaltico

| Tránsito (W18) | Concreto asfaltico(pulg) | Base granular (pulg) |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Menos de 50,000 | 1.0(*) | 4 |
| 50,000 - 150,000 | 2 | 4 |
| 150,001 - 500,000 | 2.5 | 4 |
| 500,001 - 2,000,000 | 3 | 6 |
| 2,000,001 - 7,000,000 | 3.5 | 6 |
| Más de 7,000,001 | 4 | 6 |

Fuente: AASHTO 93.

**CATEGORÍAS DE SUBRASANTE DE ACUERDO CON LOS VALORES
RELATIVOS DE CBR**

| CATEGORIAS DE SUBRASANTE | CBR |
|--|-----------------------------|
| S ₀ : Subrasante Inadecuada | A CBR < 3% |
| S ₁ : Subrasante Insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S ₂ : Subrasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S ₃ : Subrasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S ₄ : Subrasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S ₅ : Subrasante Excelente | CBR ≥ 30% |

Tabla Factor de crecimiento según el periodo de diseño.

| Período diseño (años) | Tasa de crecimiento anual (porcentaje) r | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 2.02 | 2.04 | 2.05 | 2.06 | 2.07 | 2.08 | 2.10 |
| 3 | 3.06 | 3.12 | 3.15 | 3.18 | 3.21 | 3.25 | 3.31 |
| 4 | 4.12 | 4.25 | 4.31 | 4.37 | 4.44 | 4.51 | 4.64 |
| 5 | 5.20 | 5.42 | 5.53 | 5.64 | 5.75 | 5.87 | 6.11 |
| 6 | 6.31 | 6.63 | 6.80 | 6.98 | 7.15 | 7.34 | 7.72 |
| 7 | 7.43 | 7.90 | 8.14 | 8.39 | 8.65 | 8.92 | 9.49 |
| 8 | 8.58 | 9.21 | 9.55 | 9.90 | 10.26 | 10.64 | 11.44 |
| 9 | 9.75 | 10.58 | 11.03 | 11.49 | 11.98 | 12.49 | 13.58 |
| 10 | 10.95 | 12.01 | 12.58 | 13.18 | 13.82 | 14.49 | 15.94 |
| 11 | 12.17 | 13.49 | 14.21 | 14.97 | 15.78 | 16.65 | 18.53 |
| 12 | 13.41 | 15.03 | 15.92 | 16.87 | 17.89 | 18.98 | 21.38 |
| 13 | 14.68 | 16.63 | 17.71 | 18.88 | 20.14 | 21.50 | 24.52 |
| 14 | 15.97 | 18.29 | 19.16 | 21.01 | 22.55 | 24.21 | 27.97 |
| 15 | 17.29 | 20.02 | 21.58 | 23.28 | 25.13 | 27.15 | 31.77 |
| 16 | 18.64 | 21.82 | 23.66 | 25.67 | 27.89 | 30.32 | 35.95 |
| 17 | 20.01 | 23.70 | 25.84 | 28.21 | 30.84 | 33.75 | 40.55 |
| 18 | 21.41 | 25.65 | 28.13 | 30.91 | 34.00 | 37.45 | 45.60 |
| 19 | 22.84 | 27.67 | 30.54 | 33.76 | 37.38 | 41.45 | 51.16 |
| 20 | 24.30 | 29.78 | 33.06 | 36.79 | 41.00 | 45.76 | 57.28 |
| 25 | 32.03 | 41.65 | 47.73 | 54.86 | 63.25 | 73.11 | 98.35 |
| 30 | 40.57 | 56.08 | 66.44 | 79.06 | 94.46 | 113.28 | 164.49 |
| 35 | 49.99 | 73.65 | 90.32 | 111.43 | 138.24 | 172.32 | 271.02 |

Tabla CARRIL DE DISEÑO

| Número de carriles (dos direcciones) | Porcentaje de camiones en el carril de diseño |
|---|--|
| 2 | 50 |
| 4 | 45 (35 - 48)* |
| 6 ó más | 40 (25 - 48)* |

Tabla VALORES PERCENTIL PARA Mr SUBRASANTE

| Nivel de tráfico (EAL) | Percentil de diseño (%) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 10^4 ó menos | 60 |
| Entre 10^4 y 10^6 | 75 |
| 10^6 ó mas | 87.5 |

Tabla FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGAS

| Carga por eje | | Factores de equivalencia de carga | | | Carga por eje | | Factores de equivalencia de carga | | |
|---------------|--------|-----------------------------------|-------------|-------------|---------------|--------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| kN | lb | Ejes simples | Ejes tándem | Ejes tridem | kN | lb | Ejes simples | Ejes tándem | Ejes tridem |
| 4.45 | 1,000 | 0.00002 | | | 182.5 | 41,000 | 23.27 | 2.29 | 0.540 |
| 8.9 | 2,000 | 0.00018 | | | 187.0 | 42,000 | 25.64 | 2.51 | 0.597 |
| 13.35 | 3,000 | 0.00072 | | | 191.3 | 43,000 | 28.22 | 2.76 | 0.658 |
| 17.8 | 4,000 | 0.00209 | | | 195.7 | 44,000 | 31.00 | 3.00 | 0.723 |
| 22.25 | 5,000 | 0.00500 | | | 200.0 | 45,000 | 34.00 | 3.27 | 0.793 |
| 26.7 | 6,000 | 0.01043 | | | 204.5 | 46,000 | 37.24 | 3.55 | 0.868 |
| 31.15 | 7,000 | 0.0196 | | | 209.0 | 47,000 | 40.74 | 3.85 | 0.948 |
| 35.6 | 8,000 | 0.0343 | | | 213.5 | 48,000 | 44.50 | 4.17 | 1.033 |
| 40.0 | 9,000 | 0.0562 | | | 218.0 | 49,000 | 48.54 | 4.51 | 1.12 |
| 44.5 | 10,000 | 0.0877 | 0.00688 | 0.002 | 222.4 | 50,000 | 52.88 | 4.86 | 1.22 |
| 48.9 | 11,000 | 0.1311 | 0.01008 | 0.002 | 226.8 | 51,000 | | 5.23 | 1.32 |
| 53.4 | 12,000 | 0.189 | 0.0144 | 0.003 | 231.3 | 52,000 | | 5.63 | 1.43 |
| 57.8 | 13,000 | 0.264 | 0.0199 | 0.005 | 235.7 | 53,000 | | 6.04 | 1.54 |
| 62.3 | 14,000 | 0.360 | 0.0270 | 0.006 | 240.2 | 54,000 | | 6.47 | 1.66 |
| 66.7 | 15,000 | 0.478 | 0.0360 | 0.008 | 244.6 | 55,000 | | 6.93 | 1.78 |
| 71.2 | 16,000 | 0.623 | 0.0472 | 0.011 | 249.0 | 56,000 | | 7.41 | 1.91 |
| 75.6 | 17,000 | 0.796 | 0.0608 | 0.014 | 253.5 | 57,000 | | 7.92 | 2.05 |
| 80.0 | 18,000 | 1.000 | 0.0773 | 0.017 | 258.0 | 58,000 | | 8.45 | 2.20 |
| 84.5 | 19,000 | 1.24 | 0.0971 | 0.022 | 262.5 | 59,000 | | 9.01 | 2.35 |
| 89.0 | 20,000 | 1.51 | 0.1206 | 0.027 | 267.0 | 60,000 | | 9.59 | 2.51 |
| 93.4 | 21,000 | 1.83 | 0.148 | 0.033 | 271.3 | 61,000 | | 10.20 | 2.67 |
| 97.8 | 22,000 | 2.18 | 0.180 | 0.040 | 275.8 | 62,000 | | 10.84 | 2.85 |
| 102.3 | 23,000 | 2.58 | 0.217 | 0.048 | 280.2 | 63,000 | | 11.52 | 3.03 |
| 106.8 | 24,000 | 3.03 | 0.260 | 0.057 | 284.5 | 64,000 | | 12.22 | 3.22 |
| 111.2 | 25,000 | 3.53 | 0.308 | 0.067 | 289.0 | 65,000 | | 12.96 | 3.41 |
| 115.6 | 26,000 | 4.09 | 0.364 | 0.080 | 293.5 | 66,000 | | 13.73 | 3.62 |
| 120.0 | 27,000 | 4.71 | 0.426 | 0.093 | 298.0 | 67,000 | | 14.54 | 3.83 |
| 124.5 | 28,000 | 5.39 | 0.495 | 0.109 | 302.5 | 68,000 | | 15.38 | 4.05 |
| 129.0 | 29,000 | 6.14 | 0.572 | 0.126 | 307.0 | 69,000 | | 16.26 | 4.28 |
| 133.5 | 30,000 | 6.97 | 0.658 | 0.145 | 311.5 | 70,000 | | 17.19 | 4.52 |
| 138.0 | 31,000 | 7.88 | 0.753 | 0.167 | 316.0 | 71,000 | | 18.15 | 4.77 |
| 142.3 | 32,000 | 8.88 | 0.857 | 0.191 | 320.0 | 72,000 | | 19.16 | 5.03 |
| 146.8 | 33,000 | 9.98 | 0.971 | 0.217 | 325.0 | 73,000 | | 20.22 | 5.29 |
| 151.2 | 34,000 | 11.18 | 1.095 | 0.246 | 329.0 | 74,000 | | 21.32 | 5.57 |
| 155.7 | 35,000 | 12.50 | 1.23 | 0.278 | 333.5 | 75,000 | | 22.47 | 5.86 |
| 160.0 | 36,000 | 13.93 | 1.38 | 0.313 | 338.0 | 76,000 | | 23.66 | 6.15 |
| 164.5 | 37,000 | 15.50 | 1.53 | 0.352 | 342.5 | 77,000 | | 24.91 | 6.46 |
| 169.0 | 38,000 | 17.20 | 1.70 | 0.393 | 347.0 | 78,000 | | 26.22 | 6.78 |
| 173.5 | 39,000 | 19.06 | 1.89 | 0.438 | 351.5 | 79,000 | | 27.58 | 7.11 |
| 178.0 | 40,000 | 21.08 | 2.08 | 0.487 | 356.0 | 80,000 | | 28.99 | 7.45 |

Tabla REQUISITOS DE CALIDAD PARA CAPAS DE AGREGADOS NO TRATADOS

| Ensayo | Requerimientos | |
|----------------------------------|----------------|------|
| | Subbase | Base |
| CBR, mínimo, o | 20 | 80 |
| Valor R, mínimo | 55 | 78 |
| Límite líquido, máximo | 25 | 25 |
| Índice de plasticidad, máximo, o | 6 | NP |
| Equivalente de arena, mínimo | 25 | 35 |
| Pasante tamiz No. 200, máximo | 12 | 7 |

Tabla grados de asfalto

| Clima | Temperatura media anual del aire (TMAA) | Grado de asfalto |
|----------|---|------------------|
| Frío | Menor o igual a 7° C | AC-5, AC-10 |
| Templado | Entre 7° y 24° C | AC-10, AC-20 |
| Cálido | Mayor de 24° C | AC-20, AC-40 |

Tabla espesores mínimos para bases con emulsión asfáltica

| NIVEL TRANSITO EN EJES EQUIVALENTES | ESPESOR MÍNIMO DE CARPETA ASFÁLTICA EN CM (*) |
|-------------------------------------|---|
| 10,000 | 5.0 |
| 100,000 | 5.0 |
| 1'000,000 | 7.5 |
| 10'000,000 | 10.0 |
| Mayor de 10'000,000 | 13.0 |

Tabla espesores mínimos para bases no tratadas

| NIVEL TRANSITO EN EJES EQUIVALENTES | CONDICION TRÁNSITO | ESPESOR MÍNIMO DE CARPETA ASFÁLTICA EN CM (*) |
|-------------------------------------|--------------------|---|
| Hasta 10,000 | Ligero | 75 mm (3.0 pulg) |
| Entre 10,000 y 1'000,000 | Mediano | 100 mm (4.0 pulg) |
| Mayor de 1'000,000 | Pesado | 125 mm (5.0 pulg) o más |

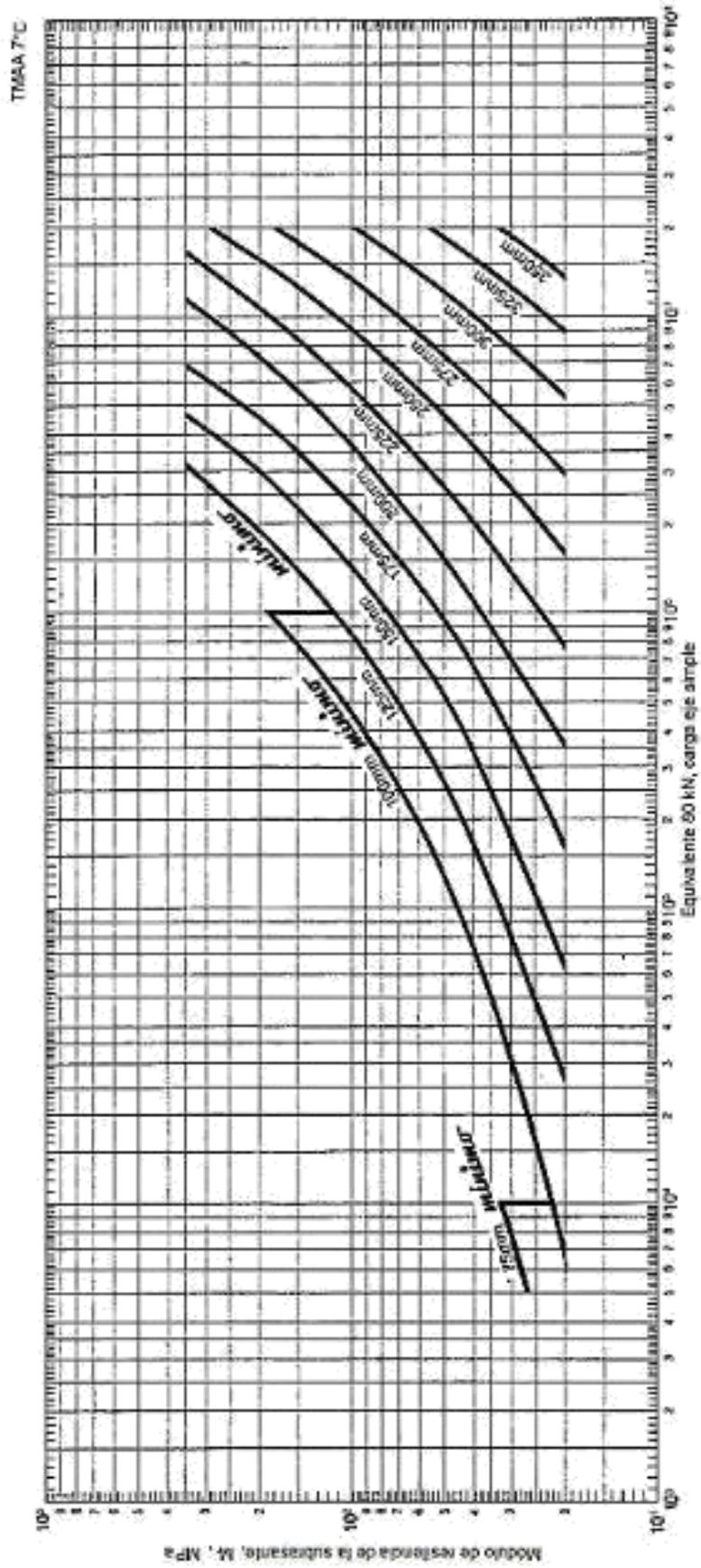
ANEXO VI

CARTAS DE DISEÑO DEL

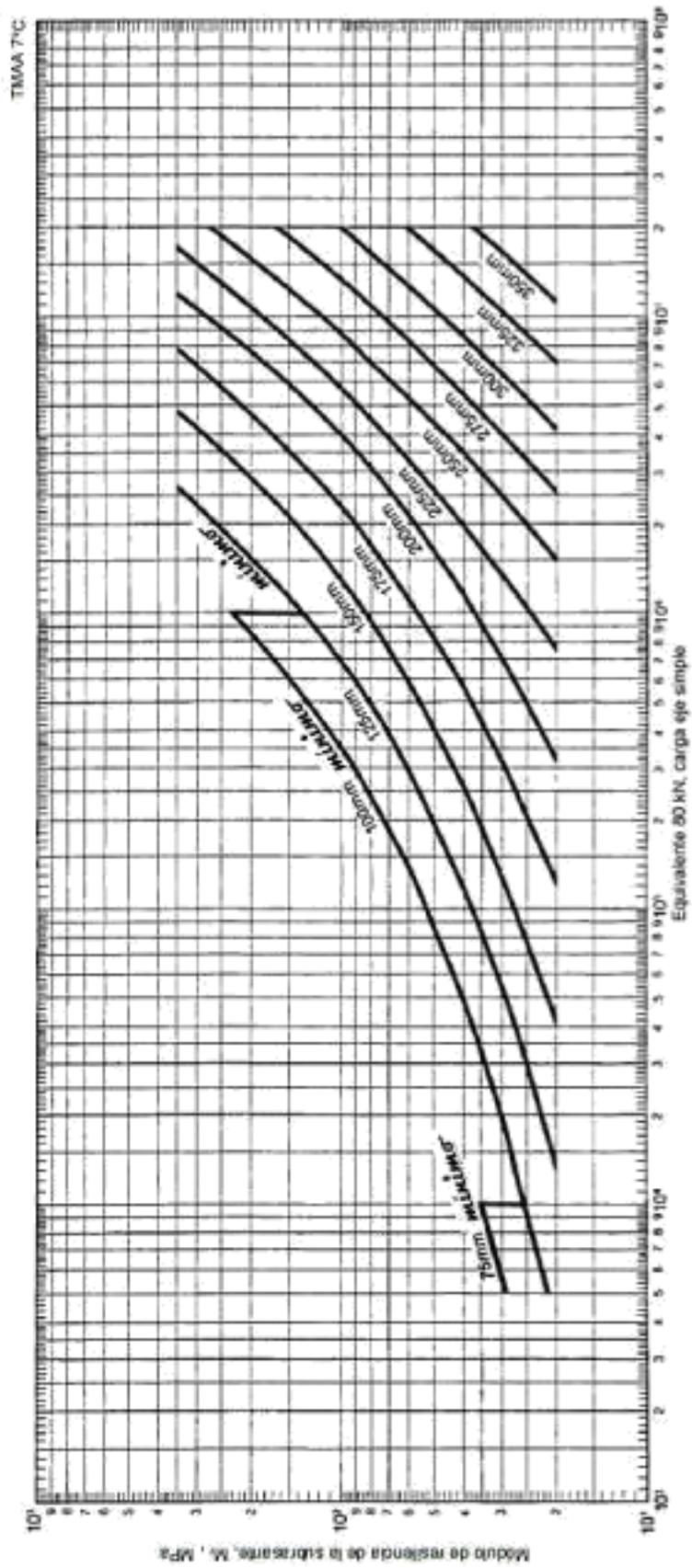
MÉTODO DEL

INSTITUTO DEL

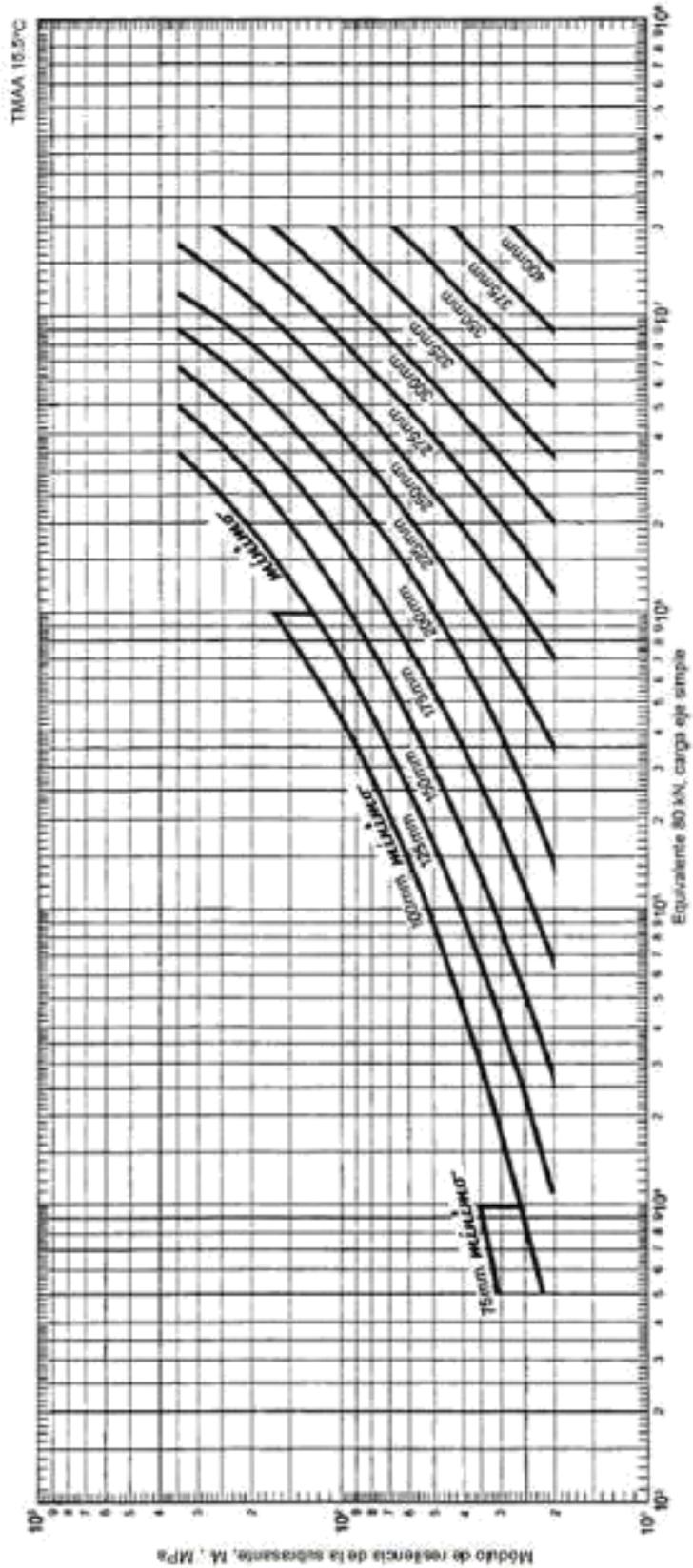
ASFALTO



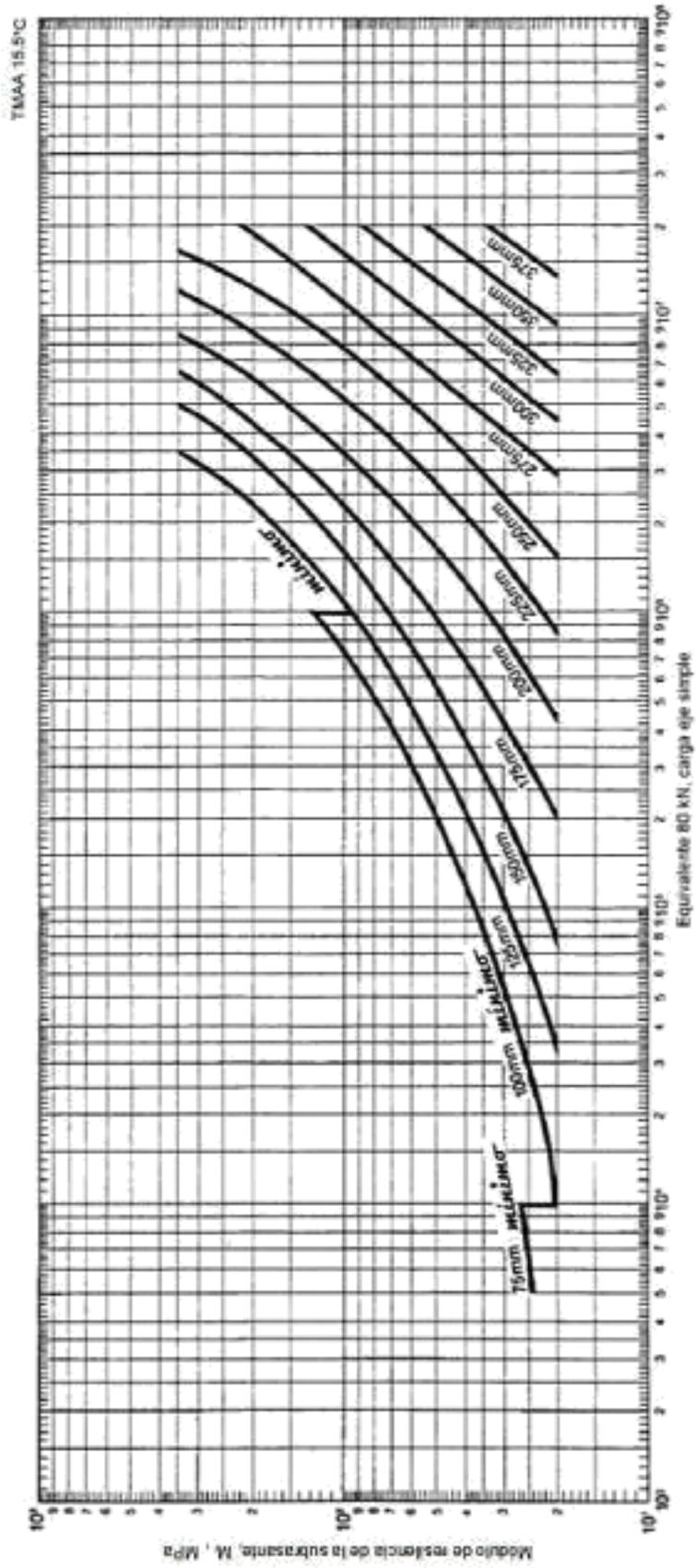
Carta de Diseño A-6 Base de Agregados no Tratados de 300 milímetros de Espesor



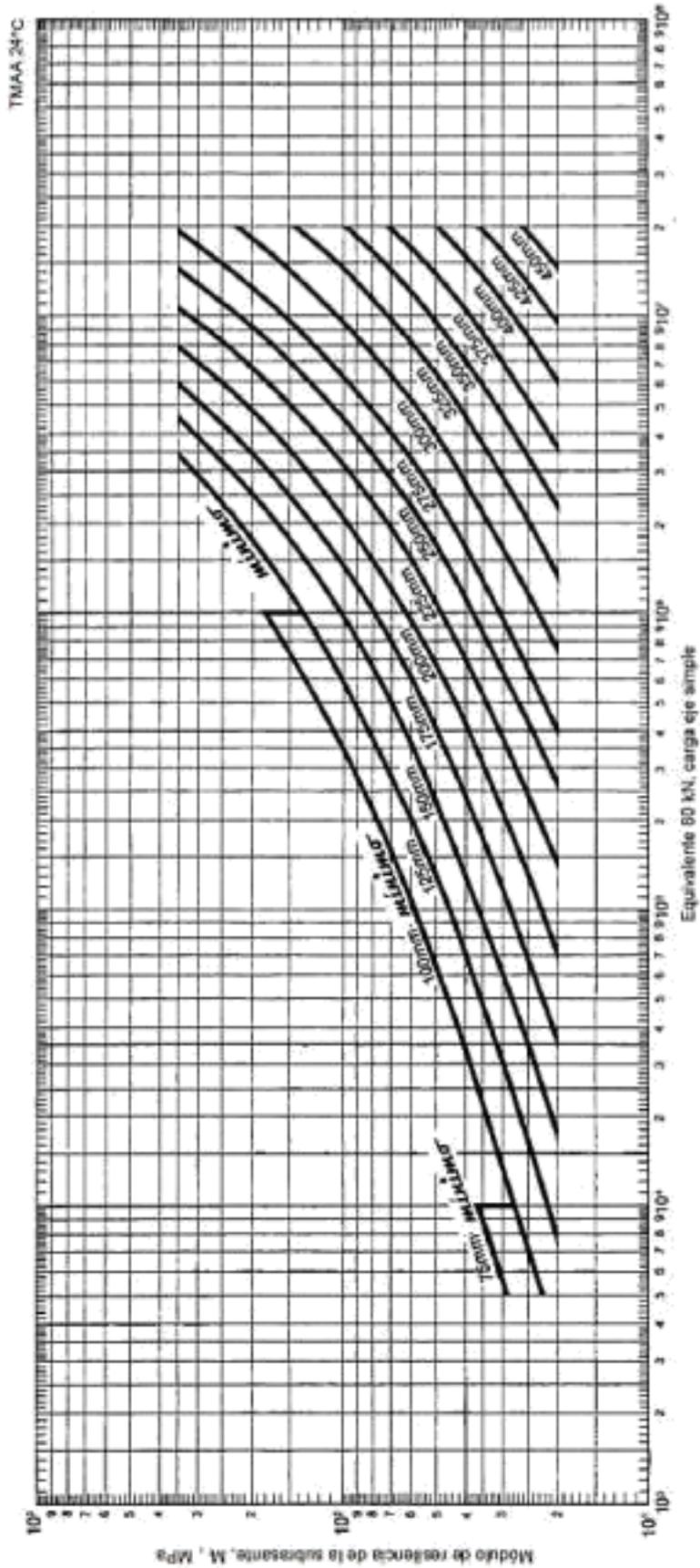
Carta de Diseño A-5 Base de Agregados no Tratados de 150 milímetros de Espesor



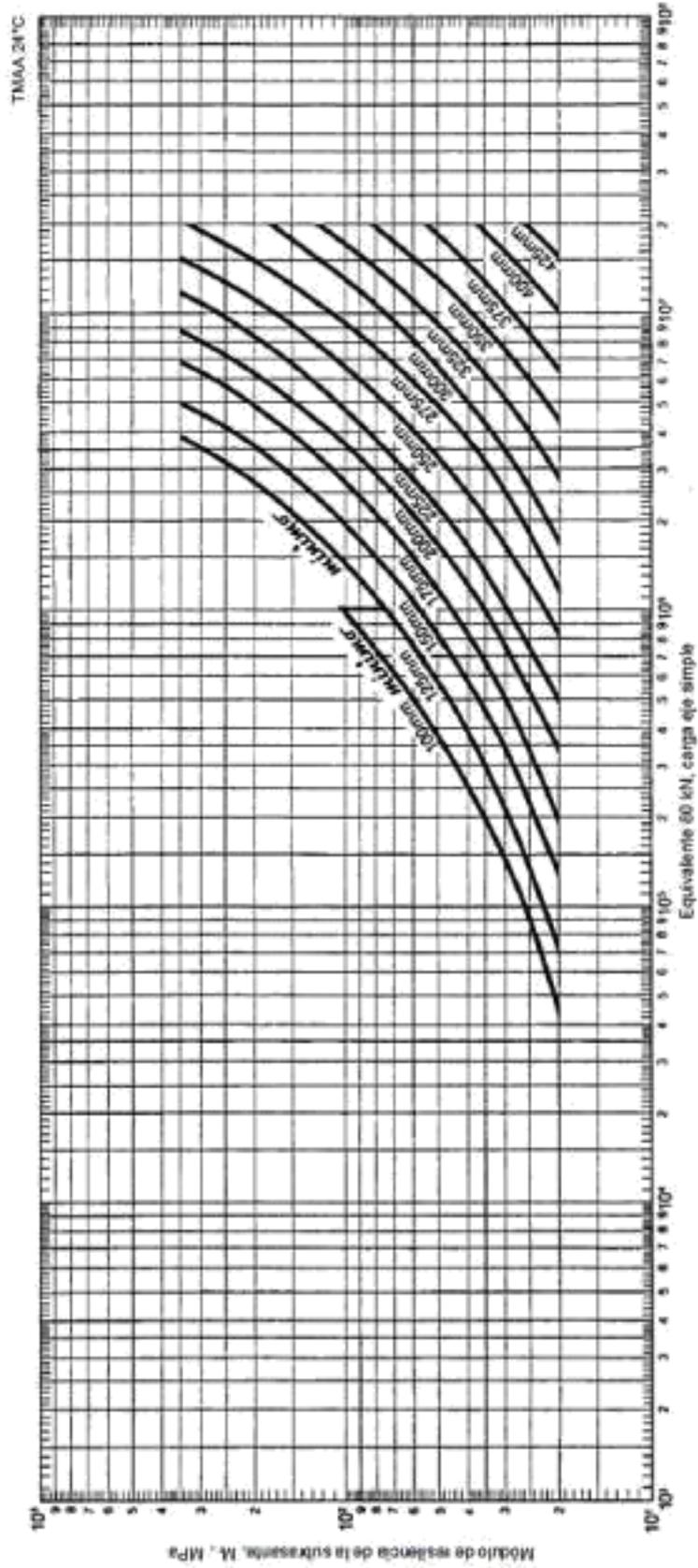
Carta de Diseño A-11 Base de Agregados no Tratados de 150 milímetros de Espesor



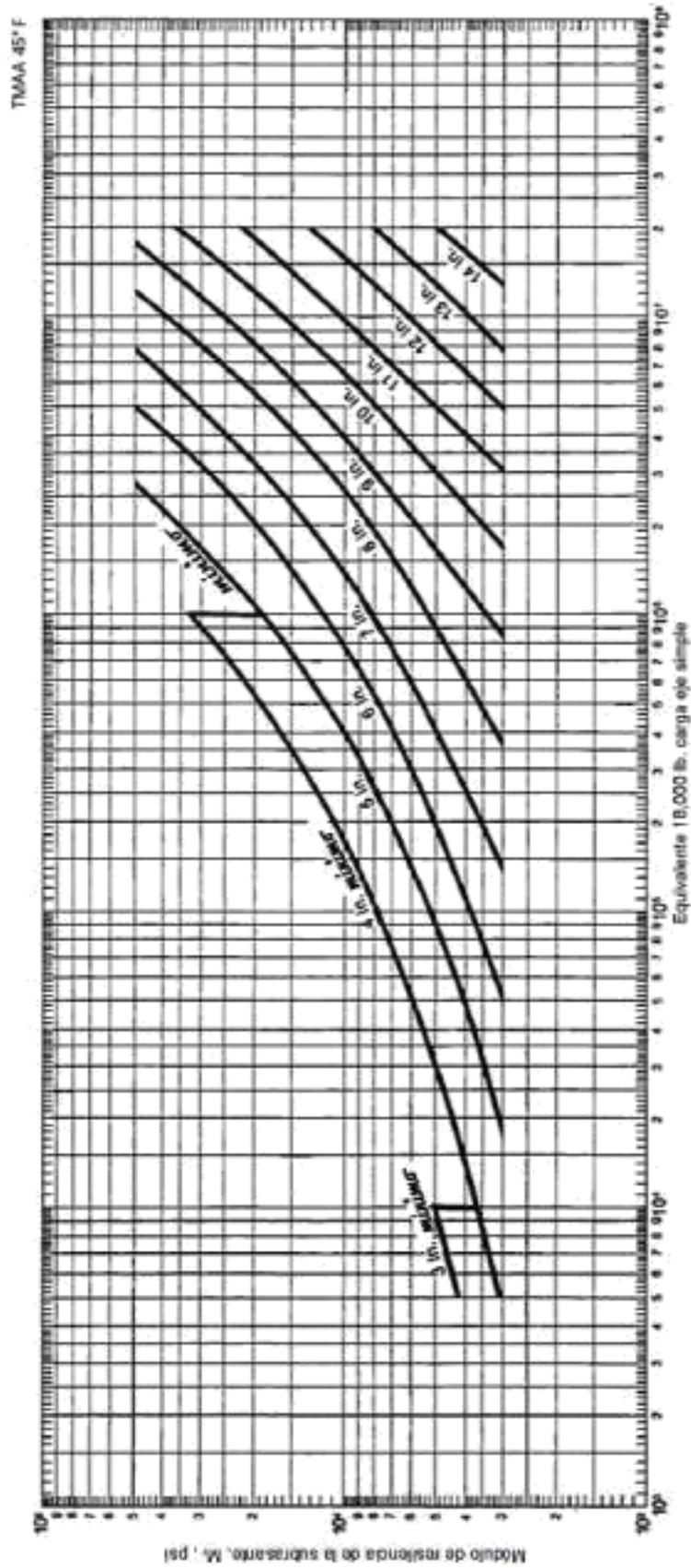
Carta de Diseño A-12 Base de Agregados no Tratados de 300 milímetros de Espesor



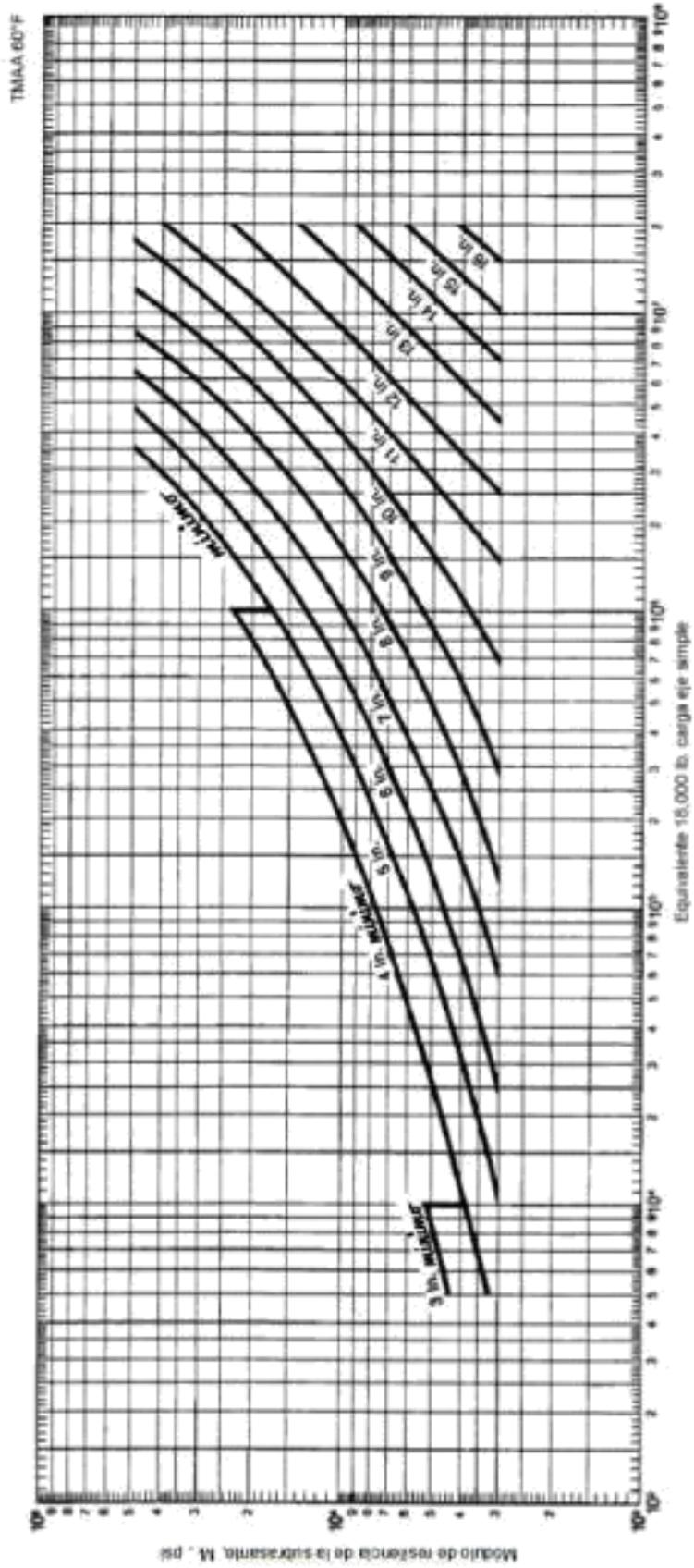
Carta de Diseño A-17 Base de Agregados no Tratados de 150 milímetros de Espesor



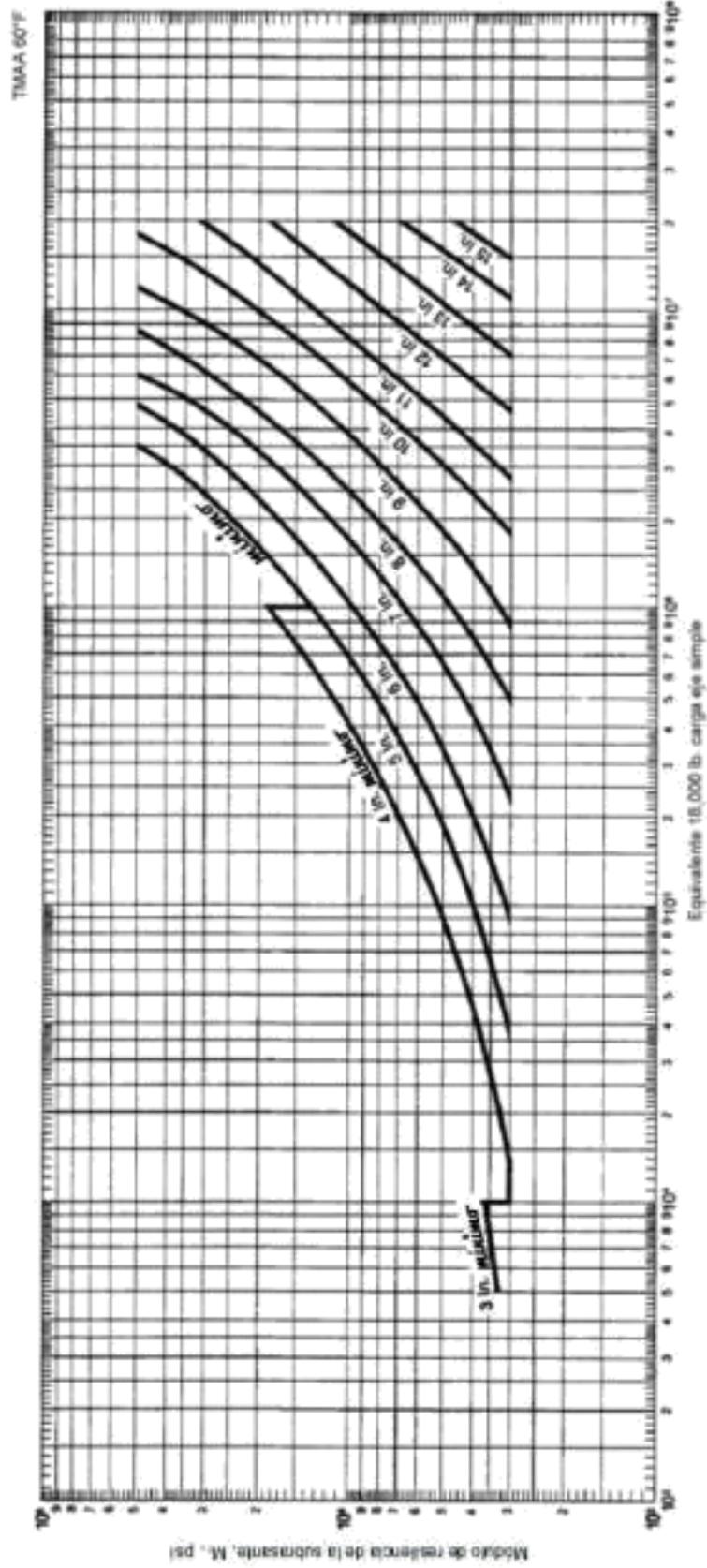
Carta de Diseño A-18 Base de Agregados no Tratados de 300 milímetros de Espesor



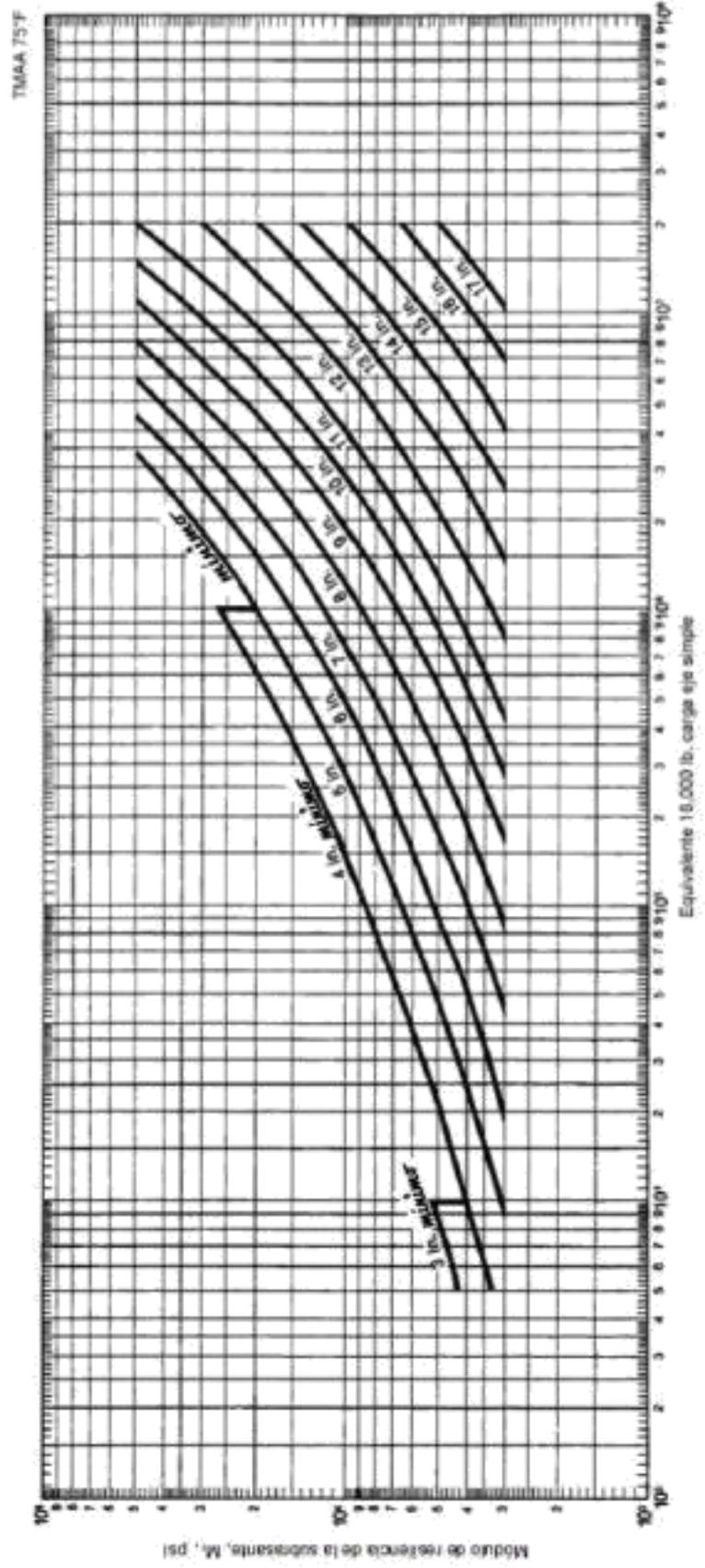
Carta de Diseño A-23 Base de Agregados no Tratados de 6 pulgadas de Espesor



Diseño A-29 Base de Agregados no Tratados de 6 pulgadas de Espesor



Carta de Diseño A-30 Base de Agregados no Tratados de 12 pulgadas de Espesor



Carta de Diseño A-35 Base de Agregados no Tratados de 6 pulgadas de Espesor

MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO:

“OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL SANTA ANCASH 2019”

UBICACIÓN:

C.P EL CASTILLO HASTA KM 15 SECTOR BAJO CANAL - SANTA

FECHA:

DICIEMBRE 2019

I. GENERALIDADES

1. UBICACIÓN

El proyecto se ubica en el cruce C.P El Castillo hasta el KM 15 sector bajo canal correspondiente al Centro Poblado Cascajal, del Distrito de Santa, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Chavín.

2. ANTECEDENTES

En el sector mencionado líneas arriba permanece por muchos años postergado en sus aspiraciones de desarrollo y progreso provocando la inconformidad de la población por la ausencia de pistas para el tránsito vehicular.

Teniendo en cuenta la Importancia de la construcción de carreteras y/o pistas, no puede seguir postergado dichos proyectos, ya que estos generan desarrollo y progreso para sus habitantes.

Por tal motivo hemos tomado la decisión de la elaboración del proyecto:

“OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL SANTA ANCASH 2019”

II. OBJETIVOS

- Acceso a los servicios de transitabilidad vehicular local en condiciones adecuadas de calidad y continuidad.
- Contribuir y mejorar la cobertura con calidad de los servicios de vías urbanas-Rurales
- El presente proyecto ofrecerá a los pobladores, orden, seguridad, y sobre todo modernidad.
- Se mejorará tanto urbanísticamente, como arquitectónicamente este sector.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Siendo de mucha importancia para nuestra ciudad y específicamente en esta zona de estudio, desarrollar un diseño moderno y acorde con las exigencias que incluya pistas, se plantea este proyecto como alternativa para optimizar la concentración de tráfico, así como integrar otros sectores al circuito de vías existentes, conforme a un plan de desarrollo vial, cuyo fin será dar un giro en lo que respecta a infraestructura vial.

El servicio de transporte de pasajeros se verá favorecido en la medida que sus recorridos sean mas rapidos y seguros, lo que cubrirá la demanda de la población con un mejor despliegue y cobertura de las unidades.

III. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se ha tomado en cuenta la necesidad de los pobladores de esta localidad; Por esta razón, presentamos “OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL SANTA ANCASH 2019”, que conllevará al beneficio de la población e integrarse al crecimiento y desarrollo de la ciudad.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La zona del proyecto, está situada en la valle de Santa, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, en una altitud entre 54 msnm.

Localidad : CRUCE C.P EL CASTILLO HASTA EL KM 15 SECTOR BAJO CANAL
CORRESPONDIENTE AL CENTRO POBLADO CASCAJAL

DISTRITO : SANTA

PROVINCIA : SANTA

REGIÓN : ANCASH

LIMITES DEL SECTOR

Por el NORTE : Centro Poblado Rinconada.

Por el Sur : Centro Poblado Tamboreal.

Por el Oeste : Centro Poblado El Castillo.

Por el Este : Sector Bajo canal.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

El proyecto en general tiene un área de influencia comprendida entre los sectores del Nor Este de la ciudad, debido a que el tránsito vehicular fluirá desde esta zona al centro, Norte y Sur de la ciudad.

3.3 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el sector en proyecto se encuentra con material de afirmado pobre debido a las ultimas lluvias que se suscitaron en toda la provincia Del Santa, generando desborde de el canal de Chinecas que transcurre por el sector.

3.4 DESCRIPCION DEL TRABAJO

El proyecto está comprendido dentro de una estructura vial planificada, que permitirá la puesta en servicio de la misma, generando un rápido recorrido de las líneas de transporte de pasajeros.

Describiremos a continuación los trabajos a desarrollar:

PAVIMENTACIÓN

La estructura del pavimento flexible se ha diseñado según AASHTO '93 conforme al diseño contemplado en el estudio geotécnico y en conformidad con los planos, secciones y perfiles; los trabajos comprenden el diseño estructural del pavimento flexible.

Las metas planteadas son las siguientes:

CONFORMACION DEL PAVIMENTO

| | |
|--|---------------------|
| ➤ SUB - BASE DE MATERIAL GRANULAR E= 0.20 M. | 8800 m ² |
| ➤ BASE DE AFIRMADO A-1-a, E= 0.20 M. | 8800 m ² |
| ➤ IMPRIMACION ASFALTICA MC-30 | 8800 m ² |
| ➤ CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" | 8800 m ² |

SEÑALIZACION

Se proyecta el pintado de líneas continuas, líneas de carril y borde en el pavimento, para mantener el orden y seguridad del tránsito en las vías, mediante el pintado de:

| | |
|---|--------|
| ➤ PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEA CONTINUAS) | 3200 m |
|---|--------|

IV. OBJETIVO DEL PROYECTO

Con la ejecución del proyecto se logrará que la población del sector y sitios aledaños tengan acceso a los servicios de transitabilidad vehicular local en condiciones adecuadas de calidad y continuidad; en ese sentido, se orienta a contribuir y mejorar la cobertura con calidad de los servicios de vías urbanas Rurales.

4.1 IMPACTO AMBIENTAL

El análisis de impacto a los medios físicos, biológicos y socioeconómicos como resultado de la ejecución y puesta en servicio del proyecto, por las características particulares de la obra y la pequeña envergadura física de la infraestructura, no generara efectos negativos relevantes. Sin embargo, se han identificado los impactos que podrían presentarse en la etapa de construcción principalmente, así como, se ha planteado las medidas de mitigación de dichos impactos, los que se detallan a continuación:

Impactos Negativos

- Incremento de emisión de partículas de polvo, por acciones como movimiento de tierras, transporte de materiales, maniobras de vehículos y equipos, entre otros.
- Inhabilitación del tránsito en la zona donde se ejecutará el proyecto.
- Perturbación de los habitantes de la zona, por ruidos, maniobra de vehículos y trabajos.

Plan de Mitigación de los Impactos Adversos.

- De acuerdo con la estabilidad del material, no se permitirán alturas de taludes superiores a 10 metros, recomendándose la explotación por el método de bancos.
- Realizar un adecuado mantenimiento de los caminos de acceso a la obra, con el fin de evitar la emisión de partículas de polvo.
- Los materiales excedentes serán evacuados a botaderos.
- Toda la maquinaria, vehículos motorizados, funcionarán con los silenciadores en buen estado.
- La superficie de tierra suelta que genera polvo, se mantendrá húmeda con agua.

4.2 BENEFICIOS DEL PROYECTO:

Los beneficios cualitativos que generará el proyecto son:

- Ahorro en los costos por higiene personal.
- Aumento en la seguridad en el transporte de peatones, ya que desaparecen hoyos, piedras, tierra, etc.
- Ahorro de tiempo de los usuarios de vehículos
- Ahorro de costos de operación vehicular.
- Conseguir una mayor calidad humana en la zona, mejorando su estética,
- Suprimiendo ruidos y humos e incrementando la convivencia.
- Estimular una dinámica de revitalización de los centros urbanos como partes de una reestructuración de espacios, que tienda a una utilización más racional de las vías existentes mediante el uso del transporte colectivo.
- Mejor acceso de locomoción colectiva, debido a la presencia de la vía Vehicular con niveles definidos.
- Disminución de la contaminación al bajar los niveles de polvo en suspensión.
- Mejora en la accesibilidad a los predios. Finalmente se logrará una mejor transitabilidad por las vías vehiculares.
- Contar con Infraestructura Vial de la calle en buen estado con capacidad de rodadura óptima. Esto se obtiene como resultado de la obra nueva según diseño definitivo conforme el estudio de suelos y especificaciones técnicas.
- Reducción de la incidencia de enfermedades respiratorias y trasmisibles; al disminuir drásticamente las partículas de polvo en suspensión en la avenida.
- Aumento del valor de las propiedades beneficiadas por el proyecto.

V. RESUMEN DEL PRESUPUESTO:

El valor referencial de la Infraestructura Vial está referido al Optimo diseño estructural del pavimento flexible en el tramo cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa Ancash 2019. Los precios de los Insumos están al mes de Noviembre del 2019, donde se obtiene un Presupuesto de S/.1,002,207.75 (UN MILLON DOS MIL DOCIENTOS SIETE CON 75/100 SOLES, que incluyen los gastos generales, utilidades e IGV.

| ITEM | DESCRIPCION | COSTO S/. |
|------|------------------------|--------------|
| 1.01 | PAVIMENTO FLEXIBLE | 719,770.00 |
| 1 | COSTO DIRECTO | 719,770.00 |
| 2 | GASTOS GENERALES (10%) | 71,977.00 |
| 3 | UTILIDADES (8%) | 57,581.60 |
| 4 | SUB TOTAL | 849,328.60 |
| 5 | IGV (18%) | 152,879.15 |
| 6 | TOTAL DEL PRESUPUESTO | 1,002,207.75 |

PLAZO DE EJECUCION:

De acuerdo al Cronograma de Ejecución de Obra, el tiempo de ejecución para el Proyecto será de SESENTA (60) días calendario.

Análisis de precios unitarios

| 0201001 | | "ÓPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL-SANTA-ANCASH 2019" | | | | |
|---|------------|--|------------|---------------------------------|------------|-------------|
| 001 PAVIMENTO FLEXIBLE | | Fecha presupuesto 12/12/2019 | | | | |
| 01.01.01 | | TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE OBRA | | | | |
| m2/DIA | 1,500.0000 | EQ. | 1,500.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 0.70 |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | | hh | 0.1000 | 0.0005 | 21.66 | 0.01 |
| PEON | | hh | 3.0000 | 0.0160 | 15.65 | 0.25 |
| TOPOGRAFO | | hh | 1.0000 | 0.0053 | 28.16 | 0.15 |
| Materiales | | | | | | |
| CAL HIDRATADA BOLSA 25 kg | | bol | | 0.0080 | 8.60 | 0.07 |
| ESTACA DE MADERA | | p2 | | 0.0250 | 3.50 | 0.09 |
| Equipos | | | | | | |
| NIVEL TOPOGRAFICO | | hm | 1.0000 | 0.0053 | 9.50 | 0.05 |
| TEODOLITO | | hm | 1.0000 | 0.0053 | 12.50 | 0.07 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.41 | 0.01 |
| 0.41 | | | | | | |
| 01.02.01 | | CORTE HASTA NIVEL DE SUB RASANTE | | | | |
| m3/DIA | 350.0000 | EQ. | 350.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 5.21 |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | | hh | 0.2000 | 0.0046 | 21.66 | 0.10 |
| PEON | | hh | 2.0000 | 0.0457 | 15.65 | 0.72 |
| Equipos | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.82 | 0.02 |
| TRACTOR DE ORUGAS DE 140 - 160 HP | | hm | 1.0000 | 0.0229 | 191.02 | 4.37 |
| 4.39 | | | | | | |
| 01.02.02 | | PREPARACION DE SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA | | | | |
| m2/DIA | 3,000.0000 | EQ. | 3,000.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 1.44 |
| Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | | hh | 0.5000 | 0.0013 | 21.66 | 0.03 |
| PEON | | hh | 3.0000 | 0.0080 | 15.65 | 0.13 |
| Materiales | | | | | | |
| AGUA | | m3 | | 0.0240 | 10.17 | 0.24 |
| 0.24 | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.16 | |
| RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12tn | | hm | 1.0000 | 0.0027 | 124.35 | 0.34 |
| MOTONIVELADORA DE 125 HP | | hm | 1.0000 | 0.0027 | 148.43 | 0.40 |
| CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GLNS | | hm | 1.0000 | 0.0027 | 111.94 | 0.30 |
| 1.04 | | | | | | |

Análisis de precios unitarios

0201001 "ÓPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL-SANTA-ANCASH 2019"

| 001 PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | Fecha presupuesto | 12/12/2019 |
|---|------------|---|------------|---------------------------------|----------|------------|-------------------|------------|
| 01.02.03 | | SUB - BASE DE AFIRMADO A-1-b, IP=0, E=0.25m | | | | | | |
| m2/DIA | 1,800.0000 | EQ. | 1,800.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 14.72 | | |
| Descripción Recurso | | Unidad | | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | hh | | 1.0000 | 0.0044 | 21.66 | 0.10 | |
| PEON | | hh | | 4.0000 | 0.0178 | 15.65 | 0.28 | |
| Materiales | | | | | | | | |
| AFIRMADO PARA SUB BASE | | m3 | | | 0.3100 | 40.00 | 12.40 | |
| AGUA | | m3 | | | 0.0240 | 10.17 | 0.24 | |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | | 3.0000 | 0.38 | 0.01 | |
| RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12tn | | hm | | 1.0000 | 0.0044 | 124.35 | 0.55 | |
| MOTONIVELADORA DE 125 HP | | hm | | 1.0000 | 0.0044 | 148.43 | 0.65 | |
| CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GLNS | | hm | | 1.0000 | 0.0044 | 111.94 | 0.49 | |
| 01.02.04 | | BASE DE AFIRMADO A-1-a, E=0.20 m | | | | | | |
| m2/DIA | 1,800.0000 | EQ. | 1,800.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | 14.90 | | |
| Descripción Recurso | | Unidad | | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | hh | | 1.0000 | 0.0044 | 21.66 | 0.10 | |
| OFICIAL | | hh | | 1.0000 | 0.0044 | 17.36 | 0.08 | |
| PEON | | hh | | 4.0000 | 0.0178 | 15.65 | 0.28 | |
| Materiales | | | | | | | | |
| AFIRMADO PARA BASE | | m3 | | | 0.2500 | 50.00 | 12.50 | |
| AGUA | | m3 | | | 0.0240 | 10.17 | 0.24 | |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | | 3.0000 | 0.46 | 0.01 | |
| RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12tn | | hm | | 1.0000 | 0.0044 | 124.35 | 0.55 | |
| MOTONIVELADORA DE 125 HP | | hm | | 1.0000 | 0.0044 | 148.43 | 0.65 | |
| CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GLNS | | hm | | 1.0000 | 0.0044 | 111.94 | 0.49 | |
| 01.02.05 | | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQ D=10 KM | | | | | | |
| m3/DIA | 360.0000 | EQ. | 360.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 15.46 | | |
| Descripción Recurso | | Unidad | | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | | |
| OPERARIO | | hh | | 0.5000 | 0.0111 | 21.66 | 0.24 | |
| OFICIAL | | hh | | 1.0000 | 0.0222 | 17.36 | 0.39 | |
| PEON | | hh | | 1.0000 | 0.0222 | 15.65 | 0.35 | |
| Equipos | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | | 3.0000 | 0.98 | 0.03 | |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | | hm | | 1.0000 | 0.0222 | 188.04 | 4.17 | |
| CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | | hm | | 3.0000 | 0.0667 | 154.06 | 10.28 | |
| | | | | | | | | 14.48 |

Análisis de precios unitarios

0201001 "ÓPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL-SANTA-ANCASH 2019"

| 001 PAVIMENTO FLEXIBLE | | Fecha presupuesto 12/12/2019 | | | | |
|--|------------|------------------------------|------------|---------------------------------|-------------|--|
| 01.03.01 BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION | | | | | | |
| m2/DIA | 2,000.0000 | EQ. | 2,000.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 0.38 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0040 | 21.66 | 0.09 | |
| PEON | hh | 1.0000 | 0.0040 | 15.65 | 0.06 | |
| | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| ESCOBAS | und | | 0.0010 | 8.47 | 0.01 | |
| | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.15 | | |
| BARREDORA MECANICA | hm | 1.0000 | 0.0040 | 56.00 | 0.22 | |
| | | | | | | |
| 01.03.02 IMPRIMACION ASFALTICA CON LIQUIDO MC-30 | | | | | | |
| m2/DIA | 3,600.0000 | EQ. | 3,600.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 4.25 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0022 | 21.66 | 0.05 | |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0022 | 17.36 | 0.04 | |
| PEON | hh | 4.0000 | 0.0089 | 15.65 | 0.14 | |
| | | | | | | |
| Materiales | | | | | | |
| ASFALTO LIQUIDO MC-30 | gal | | 0.3200 | 11.20 | 3.58 | |
| | | | | | | |
| Equipos | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.23 | 0.01 | |
| CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl | hm | 1.0000 | 0.0022 | 140.03 | 0.31 | |
| BARREDORA MECANICA | hm | 1.0000 | 0.0022 | 56.00 | 0.12 | |
| | | | | | | |
| 01.03.03 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" | | | | | | |
| m2/DIA | 3,000.0000 | EQ. | 3,000.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 31.72 | |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0027 | 21.66 | 0.06 | |
| OFICIAL | hh | 3.0000 | 0.0080 | 17.36 | 0.14 | |
| PEON | hh | 6.0000 | 0.0160 | 15.65 | 0.25 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Análisis de precios unitarios

0201001 "ÓPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL-SANTA-ANCASH 2019"

| 001 PAVIMENTO FLEXIBLE | | Fecha presupuesto | 12/12/2019 | 30.12 | |
|--|--|-------------------|--------------------------------|------------|-------------|
| Equipos | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | 3.0000 | 0.45 | 0.01 | |
| RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127HP 8-23 ton | hm | 1.0000 | 0.0027 | 130.58 | 0.35 |
| RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOMETICO 80 - 110 HP | hm | 1.0000 | 0.0027 | 128.96 | 0.35 |
| PAVIMENTADORA DE 65 HP | hm | 1.0000 | 0.0027 | 164.31 | 0.44 |
| | | | | | 1.15 |
| 01.04.01 | PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEA CONTINUA) | | | | |
| m/DIA | 200.0000 | EQ. 200.0000 | Costo unitario directo por : m | | 3.89 |
| Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0400 | 17.36 | 0.69 |
| PEON | hh | 4.0000 | 0.1600 | 15.65 | 2.50 |
| | | | | | 3.19 |
| Materiales | | | | | |
| BROCHA DE 3" | und | | 0.0020 | 7.20 | 0.01 |
| PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO | gal | | 0.0120 | 46.61 | 0.56 |
| DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO | gal | | 0.0015 | 16.10 | 0.02 |
| CORDEL | m | | 0.0200 | 0.25 | 0.01 |
| | | | | | 0.60 |
| Equipos | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | 3.0000 | 3.19 | 0.10 | 0.10 |

Precios y cantidades de recursos requeridos

"OPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO DEL CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILOMETRO 15+000 SECTRO BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL -SANTA - ANCASH 2019"

ANCASH - SANTA - SANTA

| Codigo | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
|---------------------|--|--------|------------|------------------|-------------------|
| MANO DE OBRA | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 252.8900 | 21.66 | 5,477.60 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 378.5800 | 17.36 | 6,572.15 |
| 0101010005 | PEON | hh | 1,613.9800 | 15.65 | 25,258.80 |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 46.6400 | 28.16 | 1,313.38 |
| | | | | | <u>38,621.93</u> |
| MATERIALES | | | | | |
| 02010500010003 | ASFALTO LIQUIDO MC-30 | gal | 2,816.0000 | 11.20 | 31,539.20 |
| 02010500050004 | MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE | m3 | 572.0000 | 439.61 | 251,456.92 |
| 0207030002 | OBRA | m3 | 2,728.0000 | 40.00 | 109,120.00 |
| 0207030004 | BROCHA DE 3" | und | 6.4000 | 7.20 | 46.08 |
| 0207030005 | AFIRMADO PARA BASE | m3 | 2,200.0000 | 50.00 | 110,000.00 |
| 02130200020002 | CAL HIDRATADA BOLSA 25 kg | bol | 70.4000 | 8.60 | 605.44 |
| 0231040002 | ESTACA DE MADERA | p2 | 220.0000 | 3.50 | 770.00 |
| 0240020017 | PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO | gal | 38.4000 | 46.61 | 1,789.82 |
| 0240080023 | DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO | gal | 4.8000 | 16.10 | 77.28 |
| 0290130021 | AGUA | m3 | 633.6000 | 10.17 | 6,443.70 |
| 0292010001 | CORDEL | m | 64.0000 | 0.25 | 16.00 |
| | | | | | <u>525,541.14</u> |
| EQUIPOS | | | | | |
| 0301000002 | NIVEL TOPOGRAFICO | hm | 46.6400 | 9.50 | 443.08 |
| 0301000011 | TEODOLITO | hm | 46.6400 | 12.50 | 583.00 |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %m | | | 1,167.54 |
| 03011000040002 | RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127HP | hm | 23.7600 | 130.58 | 3,102.58 |
| 03011000060003 | AUTOMETICO 80 - 110 HP | hm | 101.2000 | 124.35 | 12,584.22 |
| 03011600010003 | AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12tn | hm | 122.1000 | 188.04 | 22,959.68 |
| 03011800020004 | HP 3 yd3 | hm | 100.7600 | 191.02 | 19,247.18 |
| 03012000010004 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 101.2000 | 148.43 | 15,021.12 |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 366.8500 | 154.06 | 56,516.91 |
| 03012200050005 | | hm | 101.2000 | 111.94 | 11,328.33 |
| 03012200080002 | CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GLNS CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP | | 19.3600 | 140.03 | 2,710.98 |
| 0301390005 | 1,800 gl BARREDORA MECANICA | hm | 54.5600 | 56.00 | 3,055.36 |
| 0301390009 | PAVIMENTADORA DE 65 HP | hm | 23.7600 | 164.31 | 3,904.01 |
| | | | | | <u>155,688.08</u> |
| | | | | TOTAL S/. | <u>719,851.15</u> |

presupuesto
201001 "ÓPTIMO DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL TRAMO CRUCE DEL CENTRO POBLADO EL CASTILLO HASTA EL KILÓMETRO 15+000 SECTOR BAJO CANAL, CENTRO POBLADO CASCAJAL-SANTA-ANCASH 2019"

cliente ALDO LUNAREJO ROBLES Y RICHARD VALENTIN CASTRO
lugar ANACSH-SANTA- SANTA

| Ítem | Descripción | Und. | Metrados | precio | Parcial S/. |
|----------|---|------|----------|--------|--------------|
| 01 | PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | 719,770.00 |
| 01.01 | OBRAS PRELIMINARES | | | | 6,160.00 |
| 01.01.01 | TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE OBRA | m2 | 8,800.00 | 0.70 | 6,160.00 |
| 01.02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 381,282.00 |
| 01.02.01 | CORTE HASTA NIVEL DE SUB RASANTE | m3 | 4,400.00 | 5.21 | 22,924.00 |
| 01.02.02 | PREPARACION DE SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA | m2 | 8,800.00 | 1.44 | 12,672.00 |
| 01.02.03 | SUB - BASE DE AFIRMADO A-1-b, IP=0, E=0.25m | m2 | 8,800.00 | 14.72 | 129,536.00 |
| 01.02.04 | BASE DE AFIRMADO A-1-a, E=0.20 m | m2 | 8,800.00 | 14.90 | 131,120.00 |
| 01.02.05 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQ D=10 KM | m3 | 5,500.00 | 15.46 | 85,030.00 |
| 01.03 | PAVIMENTO ASFALTICO | | | | 319,880.00 |
| 01.03.01 | BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION | m2 | 8,800.00 | 0.38 | 3,344.00 |
| 01.03.02 | IMPRIMACION ASFALTICA CON LIQUIDO MC-30 | m2 | 8,800.00 | 4.25 | 37,400.00 |
| 01.03.03 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" | m2 | 8,800.00 | 31.72 | 279,136.00 |
| 01.04 | SEÑALIZACION | | | | 12,448.00 |
| 01.04.01 | PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEA CONTINUA) | m | 3,200.00 | 3.89 | 12,448.00 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 719,770.00 |
| | GASTOS GENERALES (10% CD) | | | | 71,977.00 |
| | UTILIDAD (8% CD) | | | | 57,581.60 |
| | | | | | ----- |
| | | | | | --- |
| | SUB TOTAL | | | | 849,328.60 |
| | IMPUESTO (IGV 18%) | | | | 152,879.15 |
| | | | | | ----- |
| | | | | | --- |
| | TOTAL PRESUPUESTO | | | | 1,002,207.75 |