

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO
TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN
DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE
SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA- PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH -
2018**

TESISTA:

Bach. ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA

ASESOR:

ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO
TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL
DISTRITO DE SANTA- PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH -2018**

TESISTA:

Bach. ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA

REVISADO POR:



ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO
TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL
DISTRITO DE SANTA- PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH -2018**

SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO: EL 09 NOVIEMBRE DEL 2021

Ms. JANET VERÓNICA SAAVEDRA VERA
PRESIDENTE

Ms. JULIO CESAR RIVASPLATA DÍAZ
INTEGRANTE

LUZ ESTHER ALVARES ASTO
SECRETARIA

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 09 días del mes de noviembre del año dos mil veintiuno, siendo las seis de la tarde, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS, SE REALICE EN FORMA VIRTUAL; través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 325-2021-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Janet Verónica Saavedra Vera(Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria) y el Ms. Julio César Rivasplata Díaz(Integrante) y en base a la Resolución Decanal N° 597-2021-UNS-FI, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODOTRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO ALPUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA-PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH" presentado por los Bachilleres ZEGARRA CORDOVA ERIXS JUAN GABRIEL, quien fue asesorado por el Ms. Julio César Rivasplata Díaz según T/R.D. N° 242-2018-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:


BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Zegarrra Cordova Erixs Juan Gabriel	17	Muy buena

Siendo las cuatro de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 09 de noviembre de 2021.


Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente


Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios por haberme dado el tiempo necesario para realizar este trabajo, por haber permitido conocer a muchas personas y por nunca haberme desamparado, por haberme regalado a mis dos preciosas hijas también por darme esta tranquilidad y paz que siento actualmente.

A mis padres “Cristina y Mario” por encontrarse siempre a mi lado por darme sus consejos en los momentos más indicados, por estar siempre presente.

A mis profesores, universitarios en general por la ardua labor y responsabilidad que recae en sus manos al ser fuente de transmisión de conocimiento e inspiración.

A mis hijas Cristina y Rosalyn, y esposa Evelyn por ser fuente infinita de inspiración y motivación.

A mis hermanos Mario y José por ser mi “conciencia”.

A mis amigos y compañeros de trabajo.

DEDICATORIA

A mi familia, mis padres Mario y Cristina, hijas Cristina y Rosalyn, esposa Evelyn y hermanos Mario y José por su apoyo incondicional durante mi formación personal y profesional.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional, por transmitirme sus conocimientos.

A los alumnos de la escuela Ing. Civil, de la Universidad Nacional del Santa, para que sigan en su labor incansable de buscar el bienestar estudiantil en su formación profesional y así para que las nuevas generaciones hereden y cosechen los frutos de nuestro esfuerzo para con nuestra Universidad.

Índice General

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.5. LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	17
1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. NACIONALES.....	18
2.2. BASE TEÓRICA.....	21
2.2.1. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	21
2.2.2. PARTES DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CAMINO.....	43
2.2.3. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE REEMPLAZO EN FUNCIÓN AL VALOR SOPORTE O RESISTENCIA DEL SUELO.....	44
2.2.4. METODOLOGIA DE DISEÑO.....	46
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	53
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	55
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	55
3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	55

3.4.	UBICACIÓN.....	55
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
3.5.1.	<i>POBLACIÓN.....</i>	56
3.5.2.	<i>MUESTRA.....</i>	57
3.6.	VARIABLES.....	57
3.6.1.	<i>VARIABLES INDEPENDIENTES.....</i>	57
3.6.2.	<i>VARIABLES DEPENDIENTES.....</i>	57
3.6.3.	<i>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</i>	58
3.6.4.	<i>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</i>	59
3.7.	INSTRUMENTOS.....	60
3.8.	PROCEDIMIENTOS.....	64
4.	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	65
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	65
4.1.1.	<i>INVESTIGACION DE CAMPO.....</i>	65
4.1.2.	<i>ENSAYO DE LABORATORIO.....</i>	66
4.1.3.	<i>DESCRIPCION DEL PERFIL ESTATIGRAFICO.....</i>	70
4.1.4.	<i>DISEÑO DEL PAVIMENTO.....</i>	77
4.2.	DISCUSIÓN.....	113
4.2.1.	<i>COMPARACIÓN TÉCNICA.....</i>	113
4.2.2.	<i>COMPARACIÓN ECONÓMICA.....</i>	114
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119
5.1.	CONCLUSIONES.....	119
5.2.	RECOMENDACIONES.....	123

Índice de Tablas

TABLA 1 PERMEABILIDAD SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO.....	24
TABLA 2 PERMEABILIDAD SEGÚN LA FORMA DEL SUELO.....	24
TABLA 3 ESPESORES RECOMENDADOS PARA ESTABILIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE SUELOS $3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$	28
TABLA 4 RANGO DE CEMENTO REQUERIDO EN ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.....	30
TABLA 5 ESPESORES RECOMENDADOS PARA ESTABILIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE SUELOS, $3\% > \text{CBR} > 6\%$	45
TABLA 6 RECOMENDACIONES DE GRANULOMÉTRICAS PARA AFIRMADO.....	52
TABLA 7 DISTANCIA DEL LUGAR EN ESTUDIO CON REFERENCIA A SANTA Y CHIMBOTE.....	55
TABLA 8 CUADRO RESUMEN DE CALICATAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	69
TABLA 9 CARACTERÍSTICA DEL SUELO CL.....	70
TABLA 10 CBR CALICATA 08.....	71
TABLA 11 CARACTERÍSTICA DEL SUELO CL-ML.....	71
TABLA 12 CARACTERÍSTICA DEL SUELO ML.....	72
TABLA 13 CBR CALICATA 14.....	72
TABLA 14 CARACTERÍSTICA DEL SUELO SP-SM.....	73
TABLA 15 CARACTERÍSTICA DEL SUELO SP.....	74
TABLA 16 CBR CALICATA 18.....	74
TABLA 17 CARACTERÍSTICA DEL SUELO SM.....	75
TABLA 18 CBR CALICATA 18.....	76
TABLA 19 ESTUDIO DE TRÁFICO.....	82
TABLA 20 NIVEL DE CONFIABILIDAD SEGÚN TRÁFICO.....	83
TABLA 21 ZR SEGÚN CONFIABILIDAD Y RANGO DE TRÁFICO.....	84
TABLA 22 SERVICIABILIDAD INICIAL (PI).....	85
TABLA 23 SERVICIABILIDAD INICIAL (PI).....	86
TABLA 24 CALCULO DE ESPESOR DE PAVIMENTO.....	97
TABLA 25 GRANULOMETRÍA DE CANTERA.....	98
TABLA 26 LÍMITE DE ATTERBERG Y CLASIFICACIÓN DE CANTERA.....	99

TABLA 27 DATOS OBTENIDOS DE PROCTOR - CANTERA	99
TABLA 28 CBR DE CANTERA	100
TABLA 29 CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO –PROES 0.25 L.	100
TABLA 30 CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO –PROES 0.30 L.	101
TABLA 31 CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO –PROES 0.35 L.	101
TABLA 32 RELACIÓN ENTRE DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL A2, CBR Y MR.....	106
TABLA 33 OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE Y MÓDULO DE RESILENCIA	109
TABLA 34 ESPESORES DE PAVIMENTO MÉTODO TRADICIONAL Y CON TECNOLOGÍA PROES	114
TABLA 35 COMPARACIÓN ECONÓMICA	115
TABLA 35 COSTO DE MÉTODO TRADICIONAL	116
TABLA 36 COSTO DE TECNOLOGÍA PROES.....	117
TABLA 36 COMPARACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS	118

Índice de Imágenes

IMAGEN Nº 1: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 1	34
IMAGEN Nº 2; TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 2	35
IMAGEN Nº 3: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 3	36
IMAGEN Nº 4: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 4	37
IMAGEN Nº 5: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 5	38
IMAGEN Nº 6: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 6	39
IMAGEN Nº 7: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 7	40
IMAGEN Nº 8: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 8	41
IMAGEN Nº 9: TEXTO EXTRAÍDO DE EETT. ADITIVO PROES, PÁGINA 9	42
IMAGEN Nº 10: SECCIÓN TÍPICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CAMINO	43
IMAGEN Nº 11: FÓRMULA PARA OBTENCIÓN DEL NUMERO ESTRUCTURAL.....	51
IMAGEN Nº 12: TEXTO EXTRAÍDO DEL MANUAL ASSHTO.....	88
IMAGEN Nº 13: RELACIÓN ENTRE COEFICIENTE ESTRUCTURAL A2 – CBR- MODULO DE RESILENCIA.	89
IMAGEN Nº 14: RELACIÓN ENTRE COEFICIENTE ESTRUCTURAL A3 – CBR- MODULO DE RESILENCIA.	90
IMAGEN N 15: RELACIÓN ENTRE EL COEFICIENTE ESTRUCTURA Y MODULO RESILENTE DEL ASFALTO	91
IMAGEN Nº16: RECOMENDACIÓN DE VALORES DEL COEFICIENTE DE DRENAJE.....	92
IMAGEN Nº 17: RELACIÓN DE NUMERO ESTRUCTURAL CON SUS ESPESORES	94
IMAGEN Nº18: OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL SEGÚN SU ESFUERZO Y CONDICIÓN DE HUMEDAD.....	103
IMAGEN Nº19: OBTENCIÓN DE LA FORMULA ENTRE CBR Y MODULO DE RESILECIA, A PARTIR DEL TABLA 31.....	106
IMAGEN Nº20: OBTENCIÓN DE LA FORMULA ENTRE CBR Y COEFICIENTE ESTRUCTURAL, A PARTIR DEL TABLA 31.....	107

RESUMEN

La tesis presentada tiene objetivo general el Análisis comparativo técnico y económico entre el Método Tradicional y el uso de Aditivo Proes en la Construcción del Pavimento en la Carretera de acceso al Puerto de Santa, del Distrito de Santa- Provincia de Santa-Ancash.

Para el desarrollo de la tesis se escavaron 20 calicatas, las cuales se realizaron sus análisis granulométricos respectivamente, seleccionando aleatoriamente 3 calicatas donde se hallara el CBR del suelo que nos corrobora lo estimado, su baja capacidad portante.

Posteriormente se halló la estructura del pavimento mediante el Método tradicional y para el Aditivo PROES, se buscó una cantera a 1.3 km debido a que el suelo no cumplía con las características dadas por E.E.T.T. PROESTECH, se sacó el CBR del suelo de cantera con distintas proporciones de aditivo 0.25 l/m³, 0.30 l/m³ y 0.35 l/m³ con 42.5 kg/m³., así hallando la estructura del pavimento, de lo cual se dedujo que 0.30ml/m³ + 42.5 kg/m³ de cemento MS es lo más óptimo para el diseño.

Se realizó la comparación Técnica y Económica entre el Método tradicional y el Aditivo PROES, concluyendo que el aditivo PROES genera una reducción en espesor de pavimento y un ahorro en su construcción.

PALABRAS CLAVES: Aditivo Proes, Puerto de Santa, Pavimentación

ABSTRACT

The thesis presented has a general objective the technical and economic comparative analysis between the Traditional Method and the use of Proes Additive in the Construction of the Pavement on the access road to the Port of Santa, of the District of Santa- Province of Santa-Ancash.

For the development of the thesis, 20 pits were dug, which were carried out their granulometric analyzes respectively, randomly selecting 3 pits where the CBR of the soil was found, which corroborated the estimate, its low bearing capacity.

Subsequently, the pavement structure was found using the traditional method and for the PROES Additive, a quarry was searched 1.3 km away because the soil did not meet the characteristics given by E.E.T.T. PROESTECH, the CBR was extracted from the quarry soil with different proportions of additive 0.25 l / m³, 0.30 l / m³ and 0.35 l / m³ with 42.5 kg / m³, thus finding the structure of the pavement, from which it was deduced that 0.30 ml / m³ + 42.5 kg / m³ of MS cement is the most optimal for the design.

The Technical and Economic comparison was made between the traditional Method and the PROES Additive, concluding that the PROES additive generates a reduction in pavement thickness and savings in its construction.

KEY WORDS: Proes Additive, Puerto de Santa, Paving.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Debido al crecimiento poblacional e incremento vehicular en el distrito de Santa, necesario mejorar la infraestructura vial de tránsito vehicular de acuerdo a la realidad actual.

La zona en la cual se desarrolla el presente estudio no cuenta con infraestructura desde hace décadas atrás y carece de la misma, es decir, no cuenta con pavimentación de la vía de acceso al C.P. Puerto Santa, siendo una necesidad que se dote infraestructura vial para la circulación vehicular, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la zona, la ciudad y la región; y se integre con los diferentes sectores aledaños al casco urbano de la ciudad.

Debido a los costos asociados a la construcción mediante los métodos tradicionales, se ha realizado el estudio con una alternativa diferente que permite conocer la aplicación de nuevas tecnologías en estabilización de suelo que para este caso se tiene al ADITIVO PROES. Que llega a ser un compuesto químico que ya se viene aplicando en nuestro país como en varios países de Latinoamérica, transformando lo suelo cohesivos, dándole resistencia y capacidad portante, muchas veces superiores a lo recomendado que sería el 100 % CBR.

En el Perú, ya muchos años se vienen implementando dentro de sus normas de construcción de pavimento, respecto a la aplicación de aditivo químico en la estabilización de suelos pero a su vez no es masificado y se prefieren utilizar métodos tradicionales, en vez de utilizar las nuevas tecnologías que podrían aportar una disminución en el proceso constructivo, disminuyendo el costo del proyecto y porque no decir, ampliado la vida útil de los mismos.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En distrito de Santa tiene una superficie de 386.1 km² a una altitud de 6 m.s.n.m., con una población de 19790 hab. (Fuente INEI- año 2012) y una densidad poblacional de 426.46 hab./km².

El distrito que basa su economía en la agricultura, la cual se encuentran entrelazadas por una red de caminos o carreteras no pavimentadas.

Hasta la actualidad se han venido realizando pequeñas obras de limpieza y ensanchamiento para permitir el tránsito de vehículos para que los agricultores puedan sacar sus productos con mayor celeridad, la cual solo han sido obras o mejoras paliativas ya que no permanecían en el tiempo. Siendo priorizadas por la comuna las obras de Infraestructura y saneamiento.

El A.A.H.H. Puerto de Santa se encuentra aproximadamente 5.5 km del Casco Urbano, siendo uno de los principales centros de abastecimiento marino a la localidad, dicha carretera atraviesa el Centro Poblado de Casa Colorada y a lo largo se encuentra bordeada por tierras agrícolas.

El terreno a lo largo del distrito son limos con contenidos de arcilla, asimismo se adapta a la configuración solicitada por la Empresa Proes Tech Peru. Para la utilización del aditivo novedoso en su aplicación en la costa de nuestro país. Ya que la obtención de materiales es mucho más económico en la costa que en la sierra y selva respectivamente.

Por eso el motivo de nuestra investigación, relacionando los costos y durabilidad que se generaría en la ejecución de dicha carretera mediante el método tradicional y el método PROES.

1.2.1. PROBLEMA GENERAL.

¿Cuáles son las Comparaciones Técnicas y Económicas en la construcción de carretera mediante el método tradicional y la tecnología Proes?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

¿Se podrá conseguir el diseño óptimo por medio del estudio del Análisis comparativo técnico y económico entre el Método Tradicional y el uso de Aditivo Proes en la Construcción del Pavimento en la Carretera de acceso al Puerto de Santa?

¿Cuál sería procedimiento a considerar para generar la dosificación óptima de aditivo Proes en su proceso constructivo?

¿Qué ventajas y/o restricciones tendría el uso del aditivo Proes en la construcción del pavimento de la carretera de acceso al Puerto de Santa?

1.3.OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar el Análisis comparativo Técnico – Económico en la construcción de carretera mediante el método tradicional y la Tecnología Proes.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Documentar cada elemento utilizado en la estabilización de Suelos.
- Estudiar la estabilización de suelos con aditivos PROES.
- Generar una descripción del proceso constructivo
- Evaluar factores que se deben tener en cuenta para las consideraciones en la etapa de diseño.

1.4.JUSTIFICACIÓN.

En el ámbito de la construcción de obras civiles alrededor del mundo, se ha evidenciado que las obras de construcciones de carreteras en zonas rurales avanzan más lento que el crecimiento vertiginoso de la población ya que los presupuesto son generalmente utilizados para la construcciones de infraestructura y saneamiento eso genera una desaceleración en el crecimiento de la economía local debido a la precariedad de los caminos y por ende para el transporte de insumos agrícolas hacia las zonas urbanas.

Actualmente según avanza la tecnología existen aditivos como la tecnología PROES utiliza los suelos existentes localmente y aporta capacidad de soporte, generando pavimentos de calidad, alta duración y económicos.

El presente estudio permitirá

Hacer el Análisis comparativo Técnico – Económico en la construcción de carretera mediante el método tradicional y la Tecnología Proes.

Diseñar y evaluar las ventajas que ofrecen la tecnología Proes en la construcción de carreteras.

Poner en conocimiento una opción más sobre la estabilización de suelos a utilizarse en nuestra región referencia Tecnología Proes.

Las Investigaciones expresados en fórmulas, tablas y gráficas, serán de utilidad para los proyectistas de construcción de carreteras.

1.5.LIMITACIONES DEL TRABAJO.

- Debido a la pandemia los no se podían realizar los ensayos en lo laboratorios de la universidad que utilizar laboratorios externos lo que acarreo gastos no planeados.
- Al momento de la excavación de calicatas se tuvo que hacer en forma muy rápida en horas de tarde por el continuo tráfico vehicular.
- El estudio se limitó a la carretera de acceso al Puerto de Santa.

1.6.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

“La relación que existe en estabilización de suelos, mediante el método tradicional son muy altos relacionando los costos y durabilidad que se generaría en la ejecución de dicha carretera mediante el método PROES”.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. INTERNACIONALES.

- (NIETO VEGA, 2019) En el trabajo de investigación “Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito.” concluye:

Los ensayos realizado a los 7 días con el aditivo P llego al 59,7 % que es un valor de CBR bajo requiriéndose un 80 % que tienen los materiales granulares , con la probabilidad de incrementarse a los 21 días y llegar a ese porcentaje , los suelos ensayados tienen según clasificación SUCS son: ML con un L.L. de 28 y un I.P. 5; MH con un L.L. 54 y I.P. 16.

2.1.2. NACIONALES.

- (Atarama Mondragón, 2015) En el trabajo de investigación “Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES” concluye:

Que en los ensayos de CBR, existe una gran mejora generando por el aditivo PROES de hasta el 300 % respecto a los aplicados sin aditivo, a su vez su SN (número estructural) es un 200 % mayor a lo que se esperaba y su carpeta de rodadura se asemeja a cualquier superficie de autopista.

Que las propiedades Mecanico – Físicas de una base de carreteras son mejoradas, recalando que solamente aplicando el aditivo PROES no se generaría una protección adecuada de la capa de rodadura por lo que sería necesario que colocar mortero asfáltico.

- (Umpuri Pineda, 2015) En el trabajo de investigación “Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de puno” concluye:

Se puede mejorar el nivel de servicialidad aplicando los tratamientos de conservación sugeridos en el estudio (aplicación de aditivos).

Un permanente mantenimiento de la infraestructura vial ayuda a su conservación disminuyendo óptimamente su daño.

- (Leon Fierro, 2016) En el trabajo de investigación “Funcionabilidad del aditivo solido Rocatech 70/30 como aglomerante para una base estabilizada con la tecnología proes en el proyecto vial N° 3 cuzco” concluye:

La cohesión de los suelos trabajados con la tecnología PROES presentan enlaces muy fuertes comparándolos con los tratados solamente con cemento, generando un aumento en su resistencia a su vez presentado un comportamiento no frágil muy al contrario es dúctil y flexible.

- (Angulo Roldan & Rojas Escajadillo, 2016) En el trabajo de investigación “Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el A.A.H.H. El Milagro” concluye:

Que la carretera de penetración hacia el A.A.H.H El Milagro el aditivo PROES contribuye notablemente en su estabilización.

Que al combinar los tipos de suelos presentes A-3(0) y A-7-5 (9), incorporándoles el aditivo PROES se incrementa el CBR de 23.6 % a 83% triplicándolo

- (Palacios Cardoza, 2019) En el trabajo de investigación “Análisis técnico-económico del suelo-cemento en pisos de viviendas de bajos recursos” concluye:

En una vivienda que de forma demostrativa se aplicó la mezcla de suelo – cemento como piso siendo económico y sencillo pero se obtuvo menor resistencia a la compresión y abrasión que la de un concreto simple, dando como factible y aceptable para nuevas construcciones.

Con una dosificación al 9% de suelo – cemento se logra una resistencia a la compresión de 43.4 kg/cm² siendo este superior a lo permitido 17.5 kg/cm², a su vez la resistencia es 2.3 veces menor a la de un piso de concreto simple de dosificación 1 en 12.

2.2.BASE TEÓRICA.

2.2.1. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.

Se entiende por estabilización de suelos, a la modificación de sus propiedades físicas o químicas que le permite resistir mayores esfuerzos tanto de tracción como de compresión, esto se obtiene en algunos casos una reducción de la cantidad de vacíos dentro de su estructura generada por algún factor externo, generando una reducción del volumen original.

En algunos suelos una simple reducción de volumen no es suficiente para estabilizarse ya que podría ser un suelo friccionante caso de las arena que aunque presenta una buena capacidad de soporte la fricción dentro de sus partes genera que el suelo se erosione rápidamente. También sucede en las arcillas, aunque la reducción de su volumen llega a ser considerable, en presencia de humedad aumentó sus volumen generando que la superficie estabilizada falle.

Por lo que es necesario que el suelo tenga una excelente capacidad portante y su resistencia al corte sea óptima y eso se consigue con una mezcla adecuada de granos de suelo o aplicando algún agente estabilizante, en algunos casos solo será necesaria una óptima compactación.

En el caso que tengamos un suelo que no reúna las características mínimas exigida, solo se usara no se requiera óptimo aporte estructural o en su defecto el suelo se podrá mejorar mediante una combinación de suelos, también se podría reemplazar el suelo

existente por otro que proporcione un aporte adecuado, o aplicando agentes estabilizante.

2.2.1.1. PROPIEDADES DE LOS SUELOS.

2.2.1.1.1. VARIACIÓN DEL VOLUMEN POR INCREMENTO DE HUMEDAD.

Esto se refleja o se puede observar cuando un suelo se expande o se contrae, por variación en la humedad, esto puede ser en forma rápida con llevando en varios casos al levantamiento del pavimento (si hablamos de suelos expansivos), ocasionándose por variaciones por estación o con las actividades de obra. (Leon Fierro, 2016)

Entonces si existiera un incremento de humedad en el suelo y no se controla, podría dañar gravemente el pavimento por eso la importancia de conocer y detectar los suelos arcillosos para así tratarlo adecuadamente.

2.2.1.1.2. RESISTENCIA.

La resistencia de un suelo puede variar respecto a la cantidad de humedad que presenta el suelo, por ejemplo los suelos arcillosos cuando su contenido de humedad es muy bajo o se encuentra libre de humedad puede tener resistencia muy altas, más aún cuando son puestas altas temperaturas o calentadas de ello salen los ladrillos de arcilla

comúnmente conocidos presentando resistencia elevadamente altas.

También podría suceder el caso en las arcillas que la disminución de humedad generan una disminución en la resistencia por ejemplo los deslizamiento de suelos de arcillas provocados por los agrietamientos o los suelos pulverizados por el tránsito que obtuvieron al incorporarse humedad a dicho suelo luego se secó adquiriendo gran resistencia pero la fricción generada por las ruedas de los autos terminaron por romper la cohesión del suelo. (eddy.h)

2.2.1.1.3. **PERMEABILIDAD.**

Se entiende cuando un suelo es permeable cuando la cantidad de agua que pasa a través del suelo es significativa, esto se debe que presenta poros interconectados que crean una especie de canales o tubos por lo cual el agua puede pasar.

Caso contrario, se entiende que un suelo es impermeable cuando la cantidad que pasa a través de sus poros es despreciable.

Lo que facilita la permeabilidad es el tipo, la forma y textura de sus poros, ya que de eso dependerá si a través de ellos la cantidad de humedad que pasa será significativa o despreciable. (Cortes Olano & Fernandez Carvallo, 2015)

Suelo	Textura	Permeabilidad
Suelos Arcillosos	Fina	De muy lenta a muy rápida
Suelos Limosos	Moderadamente	
	Fina	
	Moderadamente	
	Gruesa	
Suelos Arenosos	Gruesa	

Tabla 1 Permeabilidad según la textura del suelo.
Fuente: Manual de Carreteras - 93

Suelo	Textura	Permeabilidad
Laminar	Gran traslapo	De muy lenta a muy rápida
	Ligero traslapo	
En bloque		
Prismática		
Granular		

Tabla 2 Permeabilidad según la forma del suelo.
Fuente: Manual de Carreteras - 93

2.2.1.1.4. DURABILIDAD.

Capacidad que tienen los suelos a resistir en su estado original a la inclemencia del clima, acciones de intemperismo y o desgaste por cargas originadas por el tráfico, de existir problemas se originaran en la superficie de suelos, por ello para tener un suelo durable es de vital importancia estabilizarlos ya sea con cargas mecánicas o

agentes estabilizadores químicos, todo esto dependerá del tipo de suelo que se estudia.

De acuerdo en cómo se estabilice el suelo dependerá de la elección del profesional a cargo de ello, pues depende de la elección del tipo y agente estabilizador, para esto se deben generar una cantidad adecuada de pruebas y así saber que durabilidad presentará el terreno al poner en servicio el suelo o la estructura que yazca sobre ella. (Leon Fierro, 2016)

2.2.1.1.5. COMPRESIBILIDAD.

Se entiende por compresibilidad de suelos a la capacidad que presentan los suelos de disminuir su volumen al aplicar cargas mecánicas, lo cual modificaría también su resistencia al esfuerzo cortante y su permeabilidad.

Existe una diferencia marcada entre la compresibilidad de suelo gruesos y finos; pues en lo gruesos la compresibilidad es mínima e insignificante ya que aquí sus partículas se encuentran en contacto unas con otros, mientras que en lo finos existe gran cantidad de poros con aire y agua que cuando se aplica las cargas son liberadas y produce una disminución considerable de su volumen.

2.2.1.2. TIPOS DE ESTABILIZACIÓN SUELOS.

Se dividen en tres grupos:

Estabilización Mecánica

Estabilización Física

Estabilización Química

2.2.1.2.1. ESTABILIZACIÓN MECÁNICA.

Se entiende por estabilización Mecánica a la aplicación de esfuerzo o cargas a los suelos para disminuir su volumen reduciendo los vacíos presentes incrementando o mejorando su resistencia y durabilidad, sin cambiar su estructura ni su composición básica. Una de las técnicas de estabilización mecánica y ampliamente utilizada es la compactación.

2.2.1.2.2. ESTABILIZACIÓN FÍSICA.

Muchas veces algunos tipos de suelo no logran estabilizarse de forma adecuada aplicando cargas o esfuerzos, por lo que se tiene que optar con otra estrategias para así generar una estabilización acta para su funcionamiento, dentro de estas estrategias están:

Combinación o mezcla de suelos:

Se utiliza cuando un suelo por sí solo no reúne las características necesarias para que se genere una estabilización óptima según especificaciones del proyecto. Dichas características de suelo, generalmente están relacionados a soportar grandes esfuerzos, esto se logra debido a fricciones internas que se presentan dentro de sus partículas que las componen, caso de la arena, pero a su vez dichas particular se mueven libremente, perdiendo estabilidad, para que el suelo permanezca estable se necesita que presente cohesión lo que tienen las arcillas y por ello a veces es necesario incorporar cierto porcentaje de finos dentro de la composición de suelos; también puede suceder caso contrario incorporar suelos con granos más gruesos para estabilizarlos. Todo ello

conlleva a que antes que se realice la sustitución de suelos se hagan los estudios correspondientes a los suelos por separado y lograr una granulometría óptima con porcentajes preestablecido en laboratorio que generara una correcta estabilización de suelo.

Sustitución de suelos:

Es muy común en pavimentación que la capa de la sub rasante se encuentre contaminada o con muy bajo aporte que el costo de sustitución es muy alto a su vez el suelo obtenido seria de características inferiores a las solicitadas. Para ello se incorpora un suelo de muy buenas características cumpliendo las exigencias para pavimento, estos datos están contemplado en el Manual de Carreteras (93). (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25001	75 000	30.0
75001	150 000	30.0
150001	300 000	35.0
300001	500 000	40.0
500001	750 000	40.0
750001	1 000 000	45.0

1000001	1 500 000	55.0
1500001	3 000 000	55.0
3000001	5 000 000	60.0
5000001	7 500 000	60.0
7500001	10 000 000	65.0
10000001	12 500 000	65.0
12000001	15 000 000	65.0
15000001	20 000 000	70.0
20000001	25 000 000	75.0
25000001	30 000 000	75.0

Tabla 3 Espesores recomendados para estabilización por sustitución de suelos $3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$.
Fuente: Manual de Carreteras - 93

Geo-sintéticos:

Mediante este método se permite incorporar al suelo una significativa mejora en resistencia a la tracción del suelo de una forma muy rápida lo que incrementa el rendimiento en la construcción de pavimento.

Existen en el mercado una amplia gama de geosintéticos variando en cierta forma su funcionalidad y con ello se subdividen en GEOMALLAS (armado o refuerzo), GEOTEXTILES (anticontaminante y drenaje) y GEOMENBRANAS (impermeabilizado), estos también se pueden combinar según exigencia.

Vibro-flotación:

Se entiende por Vibroflotación un dispositivo que se introduce en el suelo que aplica agua con cierta presión y vibrado en forma simultánea, se utilizan generalmente en suelos licuables produciendo su compactación.

2.2.1.2.3. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA.

Generalmente son usados para la estabilización con amplia presencia de finos plásticos a los cuales se le aplican estabilizantes químicos. Estos estabilizantes generan una reacción química en el suelo modificando sus características y propiedades, pueden así soportar mayores esfuerzos de carga. Existen varios tipos de estabilizantes químicos dentro de los que destacan:

2.2.1.2.3.1. CON CAL

Los suelos estabilizados con cal presentan un incremento en su capacidad portante así como su resistencia tanto en compresión como en tracción esto se debe en que su L.L. se disminuye y su L.P. aumenta disminuyendo su índice de plasticidad. Lo que le permite volver al suelo impermeable tanto para lluvias y como procesos capilares.

Se debe tener en cuenta que existen problemas de fisuramiento del suelo cuando no se presenta un curado adecuado o se deja mucho tiempo a la intemperie sin aplicar la siguiente capa de cal antes del secado del suelo agravándose más aún en zonas calurosas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.1.2.3.2. CON CEMENTO

Los suelos estabilizados con cemento presentan un incremento significativo en su capacidad portante, y es mayor según sea el porcentaje de cemento con respecto al suelo con su contenido óptimo de humedad obtenido en laboratorio mediante ensayos de proctor y seguirá incrementándose según pase los días de aplicación y compactación, se obtiene una disminución de su Índice de plasticidad.

En el siguiente cuadro se muestra la dosificación óptima de cemento según porcentaje para determinados tipos de suelo. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

Clasificación de suelos AASHTO	Rango de cemento requerido en porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 – 5
A-1-b	5 – 8
A-2	5 – 9
A-3	7 – 11
A-4	7 – 12
A-5	8 – 13
A-6	9 – 15
A-7	10 - 16

Tabla 4 Rango de cemento requerido en estabilización con cemento.
Fuente: Manual de Carreteras – 93

2.2.1.2.3.3. CON CLORURO DE SODIO.

La estabilización con cloruro de sodio o “sal” como comúnmente se le llama, cuya composición es de NaCl en un 98 % y 2% de otros minerales, donde una sus propiedades es que es higroscópicas, pues capta la humedad del ambiente, así en combinación con los suelo minimiza el grado de evaporación de la humedad, cohesionándolos esto se debe al intercambio iónico de los minerales de la “sal” con los minerales de Suelo aumentando la capacidad portante. Generalmente es utilizado para minimizar el polvo y en carpetas de rodaduras para poco tránsito. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.1.2.3.4. CON CLORURO DE CALCIO.

Tiene similitud con el Cloruro de Sodio, a diferencia que el Cloruro de Calcio pero se prefiere por acción oxidante, que ayuda a que se obtenga una buena compactación, ya que incrementa la resistencia que tiene el suelo, hace que el suelo presente una excelente cohesión dentro de sus partículas lo cual no genera desmoronamiento, limita la suspensión de polvo, al igual que la “sal” también presenta propiedades higroscópicas, por lo que mantiene el área siempre permanentemente humectada.

Presenta dosificaciones que varían entre el 1% y 2% respecto al suelo y su aplicación se hace diluida en agua. Las características de los suelos aptas para ser estabilizados con Cloruro de Calcio son: índice de plasticidad mayor a 4% y menor que 15%, el agregado grueso que debe pasar la maya N° 4 debe de estar entre el 10% y 60%, el agregado grueso que debe pasar la maya N° 200 debe de estar entre el 10% y 30% y el porcentaje máximo de sulfatos debe de ser 0.001%. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.1.2.3.5. CON CLORURO DE MAGNESIO.

Al igual que el cloruro de sodio y el cloruro de calcio el cloruro de magnesio igual se presenta en cristales blanquecinos y muy solubles en agua que genera en los suelos una mayor tensión superficial y superficies rodadura de mayor dureza.

Su constitución es de un 11% magnesio, 34% cloro y 52% agua y 3% de otros minerales,

En su incorporación al suelo presenta propiedades higroscópicas, de cohesión, resistencia al congelamiento de -32.8°C (por esta cualidad es muy usado para prevenir y mantener los pavimento ante la formación de hielo en la superficie de rodadura). (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.1.2.3.6. CON TECNOLOGÍA PROES.

La estabilización con tecnología Proes ioniza los suelos dándole capacidad portante, para ello el suelo tiene que cumplir con ciertas características.. De no ser el caso que reúnan las características idóneas para estabilizar con tecnología Proes se puede hacer la combinación de suelos o la sustitución del mismo.

La estabilización consiste en la incorporación de dos aditivos uno sólido y uno líquido que se ensaya con el suelo a estabilizar para obtener la dosificación óptima según especificaciones requeridas del proyecto.

Los suelos estabilizados con tecnología Proes presentan: baja variación de humedad,

poca permeabilidad; existe una gran aumento de su capacidad portante con CBR > 100%. Por lo que genera una gran aporte en la estabilización de suelo cohesivos.

Para conocer mejor el proceso estabilizado mediante tecnología Proes se muestran sus EETT.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS
BASE TRATADA CON TECNOLOGÍA PROES®
Aditivo Líquido PROES100®**

Actualizado a : Junio/2017

Distribución : General, para uso en obras y complementarlo con indicaciones específicas según cada proyecto.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Este procedimiento se refiere a la construcción de bases tratadas químicamente usando el **Aditivo Líquido Proes100** y la Tecnología **PROES®**, ubicadas sobre la subrasante o mejoramiento de suelos y destinadas a formar parte de la estructura de un pavimento indicado en proyecto de ingeniería.

La estabilización con Tecnología **PROES®**, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural. Luego del análisis de suelos e informe de dosificación, la estabilización se realiza agregando al suelo las dosis estudiada de un aditivo sólido y un aditivo líquido **PROES100®** diluido en el agua de amasado, logrando una mezcla homogénea, y compactando a lo menos a un 95% de la D.M.C.S. El espesor de la base y la dosificación de los aditivos quedan definido por el diseño de ingeniería y especificado en la oferta de **PROES®**.

La estabilización con Tecnología **PROES®** considera que será supervisada en terreno por personal técnico calificado para entregar soporte en el proceso de construcción.

2. MATERIALES

El suelo a estabilizar químicamente corresponderá al suelo existente en la rasante actual del camino o un material mezclado o preparado para este propósito, que debe contener partículas arcillosas (IP>0) y que en términos generales tiene su mejor desempeño en suelos con las siguientes características:

Tamaño Máximo: 2"
Pasante Malla # 4 \geq 40%
Pasante Malla # 200 \geq 12%

Estas características pueden variar en función de los resultados que se requieran y la mineralogía de los materiales.

Es posible estudiar otro tipo de suelos para ser estabilizados químicamente con Tecnología Proes, pero es necesario hacer nuevos estudios de dosificación para mejorar la capacidad estructural del suelo.

EETT Proes100 -www.proestech.com

Imagen Nº 1: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 1
FUENTE: PROESTECH -PERU

La dosificación de los aditivos sólido y líquido utilizados en la estabilización, así como los espesores, serán definidos en el proyecto de ingeniería, una vez conocidas las características específicas del material a estabilizar.

Si el suelo natural disponible no cumple con las características descritas, el diseño de ingeniería y la dosificación que complementa la oferta **PROES**® propondrá una combinación de dosificación y adición de materiales para lograr los resultados esperados.

3. **EQUIPOS NECESARIOS**

Previo a determinar los equipos a utilizar, es necesario definir la metodología constructiva: Mezcla en acopio o en terreno; con recicladora o motoniveladora. En general, la recomendación para el uso de la Tecnología es que en caso de mezcla en terreno se debe usar recicladora, mientras que en el caso de mezcla en acopio/planta se debe utilizar motoniveladora.

A continuación, algunas imágenes de los trabajos propuestos:

- Mezcla en acopio: Si el diseño considera la estabilización de materiales traídos de fuentes externas al camino actual, es recomendable generar la mezcla de los materiales con el aditivo sólido en un acopio, lo que permite controlar de mejor manera los materiales y la homogenización. Al aditivo líquido y el agua de compactación pueden ser adicionados en terreno o cuando se carga a los camiones para el despacho. Una vez agregado el agua y aditivo líquido se debe concluir la colocación y compactación en un plazo de 4 horas.



- Reciclado: Considera el uso de una máquina recicladora, de manera de asegurar la homogeneidad de los materiales reciclados y los aditivos. En este caso el aditivo sólido es distribuido sobre la superficie del camino.

EETT Proes100 -www.proestech.com

**Imagen Nº 2; Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 2
FUENTE: PROESTECH -PERU**



Dependiendo del caso, para llevar a cabo la estabilización con Tecnología **PROES®**, se requiere contar con los siguientes equipos:

- Mezcla en acopio:
 - Excavadora para extracción de material y mezcla del suelo con los aditivos.
 - Camiones para el traslado del material.
 - Aljibe para humectación y aplicación aditivo líquido.
 - Motoniveladora para extender, perfilar y nivelar.
 - Rodillo Liso Vibratorio y/o Rodillo Pata de Cabra: para la compactación.

- Recicladora:
 - Camión esparcidor de aditivo sólido: para distribuir el aditivo sólido sobre el terreno.
 - Recicladora o Pullver-Mixer con Camión Cisterna: para aplicación de aditivo líquido y para mezclado de los aditivos sólido y líquido con el material a estabilizar.
 - Motoniveladora para perfilar y nivelar.
 - Retroexcavadora o Cargador frontal: para la manipulación del aditivo sólido, transportado en el formato de maxi sacos.
 - Rodillo Liso Vibratorio y/o Rodillo Pata de Cabra: para la compactación.

Los rendimientos promedios de construcción de base estabilizada con Tecnología **PROES®** están en el rango de 900 a 1.500m³ por jornada de 8 horas, con recicladora y en el caso de utilizar solamente motoniveladora se puede en el rango 300 a 500 m³ por jornada.

1. **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

Antes del inicio de las faenas de estabilización con Tecnología **PROES®**, se deberá contar con los análisis de los materiales a estabilizar, verificando que éstos correspondan a lo indicado en los informes de diseño y dosificación. Estos análisis deberían realizarse cada vez que visiblemente el material a estabilizar cambie. Se deberá individualizar el sector de donde se toma la muestra de suelo e indicar a qué tramo representa. Los ensayos mínimos requeridos son:

- Granulometría
- Límites de Atterberg

EETT Proes100 -www.proestech.com

Imagen Nº 3: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 3
FUENTE: PROESTECH –PERU

- Proctor Modificado
- Capacidad de Soporte CBR

4.1. Preparación de la Subrasante

Antes de colocar el material de base y después de haber dado término al movimiento de tierras, la subrasante debe ser perfilada a las cotas y pendientes indicadas en los planos del proyecto. Posteriormente se procederá a compactar el sello, según lo establezca el proyecto o alcanzando el 95% de la DMCS. Después de perfilada y compactada la subrasante, debe controlarse el cumplimiento de las cotas en todos los puntos y deberá agregarse o quitarse el material que sea necesario para llevar la rasante a los niveles especificados en el plano de proyecto.

4.2. Aplicación de Aditivos y Mezclado

Con el equipo adecuado y seleccionado en los puntos anteriores, se procede a adicionar a un volumen establecido de material el aditivo sólido, que puede ser suministrado en bolsas o a granel, en la dosis especificada y con humedad natural. Esta adición del aditivo sólido se puede realizar antes, siendo independiente la adición del aditivo líquido diluido en el agua de amasado.

Determinado el volumen compactado de suelo a estabilizar, la cantidad de aditivos corresponde a la indicada en los informes de diseño. El aditivo sólido se aplica directamente sobre el suelo a estabilizar, en la cantidad calculada de volumen geométrico. Posteriormente, en un camión cisterna o estanque, se diluye el aditivo líquido **PROES®** en un volumen máximo determinado por el diferencial entre la humedad óptima y la humedad natural del suelo, más el agua estimada por pérdidas por evaporación en la manipulación y tiempo de trabajo. El riego del suelo, su revoltura y extensión con motoniveladora/recicladora se realizan simultáneamente. Es recomendable, en caso de condiciones climáticas inestables, diluir el aditivo líquido en menos cantidad de agua, para asegurar el 100% de aplicación del aditivo líquido. Si falta agua, se adiciona después.

La dilución mínima a aplicar es 1:20 (PROES:Agua). El aditivo líquido **PROES®** debe ser agitado un par de minutos en su recipiente o estanque previo a la dilución en agua.

El mezclado de los aditivos debe ser homogéneo en toda la superficie, respetando el espesor de diseño y ejecutado en un tiempo tal, que permita lograr la compactación, para la cual se dispone de máximo 4 horas desde la adición del aditivo líquido **PROES®**, determinadas por la reacción de endurecimiento de la mezcla. Se debe velar por la correcta manipulación de los aditivos durante la ejecución de las faenas y verificar que la mezcla de suelo y aditivos sea lo más homogénea posible en todos los sectores a estabilizar.

Si el material a estabilizar está acordonado al lado del camino, se deberá asegurar que una vez que el aditivo sólido sea extendido, se realicen al menos 3 movimientos de cordón con motoniveladora antes de extender el material, esto logrará que se compacte de manera correcta logrando que el aditivo sólido quede lo más incorporado posible con el suelo.

EETT Proes100 -www.proestech.com

Imagen Nº 4: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 4
FUENTE: PROESTECH –PERU

Si la faena se realiza con recicladora, la adicción del aditivo líquido diluido en agua, almacenado en el camión cisternas, conectado a la recicladora. El mezclado y revoltura lo realiza este mismo equipo, sólo hay que asegurar que la cantidad de aditivo sólido que se está agregando sea la correcta - habitualmente se extiende el aditivo sólido sobre la superficie a tratar en forma homogénea-.



(*) Nota importante: El aditivo líquido PROES® debe ser agitado un par de minutos en su recipiente o estanque previo a la dilución en agua.

EETT Proes100 -www.proestech.com

Imagen N° 5: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 5
FUENTE: PROESTECH –PERU

4.3. Compactación

El equipo adecuado para la compactación es el rodillo liso vibratorio o rodillo “pata de cabra” (estático o dinámico). La cantidad de equipos para esta labor será definida por el rendimiento del mezclado de los aditivos y el rendimiento de los equipos de compactación.

No deberán compactarse espesores sueltos superiores a 25 cm, siendo necesario hacer bases compactadas por capas cuando el espesor de diseño –ya compactado- sea superior. En casos de espesores reducidos (menor a 15 cm) hay que prestar especial cuidado en evitar la sobrecompactación.

La compactación deberá ser igual o superior al 95% de la densidad máxima compactada seca (DMCS), dependiendo de las especificaciones de cada proyecto.

Las faenas de compactación deben realizarse inmediatamente después de aplicar el agua con el aditivo líquido y lograr la homogenización. Para ello, el Laboratorio de Control de Calidad y/o Supervisión de Obra deberá realizar los controles de densidades correspondientes y el Supervisor **PROES®** deberá solicitar una copia de estos controles para sus registros.

Si las densidades obtenidas son inferiores al 95% de la DMCS o las exigidas en cada Proyecto, el supervisor deberá individualizar el sector e informarlo de inmediato para realizar las correcciones correspondientes y alcanzar la densidad adecuada.

En casos de espesores reducidos (menor a 15 cm) hay que prestar especial cuidado en evitar la sobrecompactación. Es aconsejable monitorear la compactación en los primeros tramos estabilizados, y verificar si las densidades se mantienen constantes entre una y la siguiente pasada del rodillo, en cuyo caso no debe seguirse compactando. También es posible que visualmente se aprecien grietas transversales luego de la pasada del rodillo, lo que es indicación de sobrecompactación.



4.4. Cuidado de la Estabilización

Durante los cuatro días siguientes a la estabilización se debe cuidar que el suelo tratado no varíe su humedad (es decir, que la base se mantenga húmeda, esto es válido para temperatura ambiental $T >$

EETT Proes100 -www.proestech.com

Imagen Nº 6: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 6
FUENTE: PROESTECH –PERU

10°C), de tal forma que si se produce evaporación superficial del agua, deberá regarse. En general cuando las temperaturas superen los 25°C, deberá realizarse al menos un riego durante el día.

Una opción de control de la evaporación es colocar un riego de liga con emulsión de quiebre lento diluida en agua, lo que puede realizarse 24 horas después de haber terminado las faenas de estabilización. No es necesario esperar los cuatro días para hacer la imprimación.

Otra opción es construir con un espesor mayor que proteja y mantenga humedad al interior de la base, para que luego sea cortada y ajustada a diseño. El material que se corta debe ser removido y no utilizado para rellenar zonas con espesor menor al de diseño.

Independiente de estar estabilizado, la carpeta de rodado con Tecnología PROES® requiere de un bombeo y saneamiento adecuado para el escurrimiento de agua, de manera de evitar su acumulación sobre la calzada.

Para realizar faenas de estabilización es necesario que la temperatura ambiente sea superior a 10°C por al menos 4 horas del día durante el primer mes de reacción. La condición de temperatura anterior debe cumplirse para evitar el fenómeno de "latencia", que es cuando la temperatura es menor a 8 °C, y la reacción química se paraliza hasta que la temperatura supere los 10 ° C.

Se debe suspender la estabilización química cuando las condiciones climáticas predominantes en esa temporada se estimen como lluviosas y frías (temperaturas que no superan los 10°C y precipitaciones frecuentes).

La estabilización química de los suelos con Tecnología **PROES®** tendrá las restricciones indicadas con las condiciones climáticas que se mencionan en la tabla siguiente:

Lluvia	Se debe evitar la construcción. Si es necesario, es posible construir con lluvia siempre y cuando se verifique que viene un período seco y cálido de al menos 30 días luego de la construcción.
Temperatura bajo 3°C	No estabilizar.
Temperatura bajo 10°C	Tener precaución para asegurar reacción de los suelos (la reacción a bajas temperaturas es considerablemente más lenta).
Humedad relativa baja	Tener precaución con el curado, ya que puede requerir riegos más continuos para realizar un curado adecuado.
Vientos muy fuertes	Tener precaución con el aditivo sólido, ya que éste al dejarlo caer sobre el suelo a estabilizar puede dispersarse. Atención con el curado por la evaporación rápida del agua.

EETT Proes100 -www.proestech.com

Imagen Nº 7: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 7

FUENTE: PROESTECH –PERU

El sector a estabilizar puede ser transitado, con limitaciones, durante y después de la estabilización. En caso que se tenga un aumento de la humedad superficial por lluvia, derrame de otras aguas, o inundaciones, deberá suprimirse o reducir el tránsito hasta que esta condición cambie, se cumplan los cuatro días de reacción o se alcance la resistencia mínima especificada.

4.5. Carpeta de Rodado

El sector a estabilizar puede ser transitado durante y después de la estabilización, a excepción de lo señalado en el caso 4.4. derivado del exceso de humedad. Sin embargo la base estabilizada con **PROES100[®]** está diseñada primordialmente para agregar capacidad estructural al camino o plataforma y no como carpeta de rodado permanente, ya que la acción abrasiva del tráfico la desgasta.

Para proteger la base estabilizada y aumentar su vida útil se requiere sellar la base con algún tratamiento asfáltico u otro que determine el fabricante. La base **PROES[®]** es una base ligada, impermeable, cohesiva, flexible y con un Módulo Elástico entre 230 y 2.000 MPa según dosificación. Estas características permiten que la carpeta de rodado sea diseñada exclusivamente para resolver el tema de la abrasión y no para agregar capacidad estructural al pavimento.

Dependiendo del tráfico, clima, estándar requerido y otras condiciones de operatividad, se pueden usar carpetas de rodado desde una imprimación asfáltica reforzada con emulsiones, un slurry seal) o una mezcla de asfalto en caliente de espesor bajo que será determinado por diseño. También se pueden utilizar otros sistemas de carpeta de rodado, adocreto o adoquin, losas de hormigón y otros sellados no asfálticos.

Las especificaciones de materiales y métodos de aplicación son los estándar de cada carpeta de rodado, con la sola excepción del proceso de imprimación que para el caso particular de esta Tecnología corresponde a un "riego de liga" y para el que se deberá utilizar emulsiones asfálticas de quiebre lento del tipo CSS-1h diluidas entre 1:3 y 1:6 en agua, en una tasa de 0,7 a 1,0 lt/m² (de solución). Tanto la dilución como la tasa deben ser verificadas en terreno por supervisión.

Para el caso de una imprimación reforzada, recomendable en caso de clima inestable y lluvias, posterior al riego de liga especificado en párrafo anterior, se realiza un segundo riego de CSS-1h diluido en agua (1:1) a una tasa de 0,8 a 1,0 lt/m² (de solución), más esparcido de arena inmediatamente después del segundo riego de liga. Se entrega posteriormente al tránsito.

4.6. Partidas del Presupuesto y Bases de Medición

La partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales y aditivos, equipos y mano de obra necesarios para la confección, colocación, compactación, terminación y mantención de bases estabilizadas químicamente con Tecnología **PROES[®]**.

- **Base Estabilizada Químicamente con PROES100[®].**

Imagen N° 8: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 8

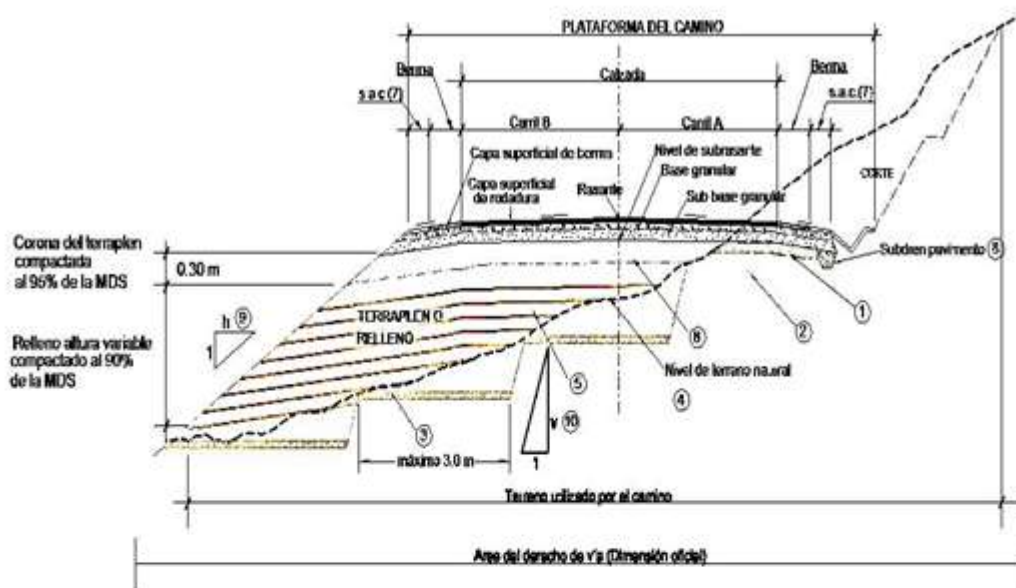
FUENTE: PROESTECH –PERU

Se medirá por metro cúbico (m³) de base estabilizada de capacidad de soporte mayor a CBR o Resistencia a Compresión especificado en el proyecto de ingeniería, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y largo requeridas por el Proyecto y aprobadas por la I.T.O.

Imagen N° 9: Texto extraído de EETT. Aditivo PROES, página 9

FUENTE: PROESTECH –PERU

2.2.2. PARTES DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CAMINO.



- 1 Zona de preparación del terreno de asiento de la infraestructura del camino en zona de corte, mediante escarificación en una profundidad de 150 mm, conformación y nivelación de acuerdo a las pendientes transversales especificadas y compactación al 95% de la máxima densidad seca, con espesor de compactación de 300 mm.
- 2 En caso de excavación en roca se deberá profundizar el corte en 150 mm por debajo del nivel superior de la subrasante. las áreas profundizadas se rellenarán con material seleccionado de sub base granular (CBR>40%). La superficie final del corte en roca deberá encontrarse allanada, libre de cavidades de puntas de roca, de excesos y de todo material deletéreo.
- 3 Zona de preparación del terreno de asiento de la infraestructura del camino en zona de terraplen o relleno, mediante limpieza, escarificación, conformación, en una profundidad mínima de 150 mm. La construcción de terraplenes sobre terreno inclinado (pendiente natural $\geq 20\%$) debe cortarse en forma escalonada formando banquetas para asegurar la estabilidad de terraplen.
- 4 Los suelos por lo menos a 0.60 metros por debajo del nivel de subrasante, deben estar constituidos por suelos adecuados y estables (CBR $\geq 6\%$) En caso de existir suelos pobres o inadecuados estos serán reemplazados, sustituidos, mejorados o estabilizados, según lo que el proyectista considere conveniente a fin de asegurar la estabilidad de la subrasante.
- 5 La base y cuerpo de terraplen o relleno sera conformado en capas de hasta 300 mm, compactado al 90% de la máxima densidad seca.
- 6 La corona del terraplen o relleno tendrá un espesor mínimo de 300 mm y será conformado en dos capas de 150 mm, compactados al 95% de la máxima densidad seca.
- 7 Sobreancho de compactación.
- 8 Sub dren de pavimento, en los sectores de la carretera donde el pavimento se asienta sobre una subrasante de suelo no permeable.
- 9 h Dependerá del tipo de material del terraplen o relleno.
- 10 v Dependerá del tipo de material de corte

Imagen N° 10: Sección típica de la infraestructura del camino

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"

2.2.3. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE REEMPLAZO EN FUNCIÓN AL VALOR SOPORTE O RESISTENCIA DEL SUELO.

Procedimiento que es necesario cuando se tiene una sub-rasante de baja capacidad portante de mediana plasticidad con $3 \% < \text{CBR} \leq 6 \%$ y se calcula de la siguiente manera.

Se realizará el cálculo SN para 20 años del pavimento, el suelo de reemplazo tendrá un C.B.R. $\geq 10 \%$ y un Índice de Plasticidad menor que 10, si en los lugares cercanos a lugar de sustitución tiene un C.B.R. $> 10 \%$ para el cálculo del número estructural se utilizará el valor del C.B.R. mayor de diseño, siendo el suelo de reemplazo, este SN hallado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de subrasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).

Realizando la diferencia entre SN mejorado y el SN existente

$$\Delta \text{SN} = \text{SNe} - \text{SNm}$$

Luego teniendo el suelo de reemplazo (C.B.R. $\geq 10 \%$) a colocar (según SNm calculado), se obtiene los datos que le corresponden al Coeficiente estructural (a_i) y Coeficiente de drenaje (m_i), después de hallar el espesor: E.

Con la fórmula siguiente:

$$E = \frac{\Delta \text{SN}}{a_i \times m_i}$$

Recomendación de espesores:

Tráfico	Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0-25 000	25.0
25 001-75 000	30.0
75 001-150 000	30.0
150 001-300 000	35.0
300 001-500 000	40.0
500 001-750 000	40.0
750 001-1 000 000	45.0
1 000 001-1 500 000	55.0
1 500 001-3 000 000	55.0
3 000 001-5 000 000	60.0
5 000 001-7 500 000	60.0
7 500 001-10 000 000	65.0
10 000 001-12 500 000	65.0
12 000 001-15 000 000	65.0
15 000 001-20 000 000	70.0
20 000 001-25 000 000	75.0
25 000 001-30 000 000	75.0

Tabla 5 Espesores Recomendados para Estabilización por Sustitución de Suelos, 3% > CBR > 6%
Fuente: Manual de Carreteras -93

2.2.4. METODOLOGIA DE DISEÑO.

La metodología característica para hallar la estructura pavimento según el método AASHTO-83, de los cuales estarán conformados por tres capas representativa que el la sub-base, la base y la carpeta asfáltica, de los cuales están conformado por material granular, capaz de soportar la cargas que se exija para el tránsito de diseño.

Para ello se seguirán algunos pasos secuenciales para poder hallar el espesor de cada capa (de la sub-base y la base), partiendo de los análisis de laboratorio de la rasante y que porcentaje de aporte a la estructura, lo recomendable es que sea CBR > 6 %.

También se tiene que tiene que conocer el tráfico, que pasará por la estructura a un tiempo determinado o periodo de diseño por lo que es recomendable hacer un estudio de tráfico, conocer los aportes o resistencia de las capas granulares, así como características propias del entorno.

Con todos estos datos obtenidos se podría generar un espesor recomendable para el área en estudio. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO (CÁLCULO DE ESAL'S)

Es importante realizar un estudio de tráfico ya que te permite conocer con mucha seguridad una estimación que tendrá el volumen de tráfico en un tiempo determinado, lo que permitirá al ingeniero responsable diseñar exitosamente el pavimento.

Para esto se tendrá que hacer una clasificación de vehículos por su tipo, relacionado con la variación mensual, dato administrado por el MTC, en el lugar donde se desea hacer el estudio para así poder obtener el IMDA o Índice Medio Diario Anual en cada uno de los tramos que se desearía proyectar el pavimento.

Una vez calculado el IMDA tenemos que relacionar ese tráfico obtenido con la daño que pueden causar en el tiempo que se proyecta el diseño para ello es importante conocer según AASHTO, los Ejes Equivalentes (EE), que viene a ser el daño que causan la ruedas de los vehículos en el pavimento considerando una presión neumáticos de 80 lbs. / pulg.2.

Para poder diseñar el pavimento es indispensable saber la cantidad de EE que pasará por el carril de diseño o EE acumulados o ESAL's, en el tiempo que se destina el periodo de diseño que generalmente es 10 o 20 años. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.2. DATOS OBTENIDOS DEL TRÁFICO DE SUB-RASANTE.

2.2.4.2.1. MÓDULO DE RESILENCIA (M_R)

Es la energía que se requiere para que se deforme cierta unidad de volumen del suelo, en otras palabras es la rigidez que presenta el suelo ante ciertas cargas aplicadas antes de que ocurra la deformación plástica del suelo. Se puede obtener mediante un ensayo de CBR y aplicado la fórmula siguiente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

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

Relación del Módulo de Resiliencia con el CBR
Fuente: Manual de Carretera - 93

2.2.4.2.2. NIVEL DE CONFIANZA (R%)

Probabilidad en la estructura del pavimento trabaje durante el tiempo de diseño conforme a lo previsto.

Está en función a variación de agentes que pueden dañar la estructura del pavimento que no se especifican en los datos de diseño existentes, que puede afectar su normal funcionamiento, estas variaciones existentes en el pavimento puede darse por su construcción, tráfico excepcional, climas extremos. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.2.3. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)

Es un coeficiente estadístico basado en la desviación estándar normal de la confiabilidad, en la que el pavimento trabaje satisfactoriamente para los esfuerzos generados por el tráfico y clima establecido en el diseño (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.2.4. ERROR DE COMBINACIÓN ESTÁNDAR (SO)

Valor que considera la variación de tránsito predicho, sus valores pueden ser de 0.40, 0.45, 0.50. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.2.5. ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL Y FINAL (Pi, Pt)

Es grado Confort que obtiene el que usa la vía, esto se relaciona con la condición en la que se encuentra la vía, que tipo de seguridad existe conducir en ella y cuán cómodo es. Estos datos se evalúan al inicio de la construcción (Pi) que van de 0.38 a 4.2 y cuando ya ha alcanzado su vida útil (Pt) que va de 2.0 a 3.0. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.2.6. **DIFERENCIA DE SERVICIALIDAD (Δ PSI).**

Es la diferencia entre el índice de servicialidad Inicial (P_i) y el índice de servicialidad final (P_f). Por lo general los primeros años es alto y va bajando conforme pasan los años de servicio de la estructura. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.3. **COEFICIENTES DE ESTRUCTURACIÓN (A1, A2, A3).**

Es un coeficiente que se obtiene de materiales que componen las capas del pavimento generalmente se considera para la carpeta asfáltica un coeficiente estructural (a_1), para la Base (a_2) y para la sub-base (a_3); según AASHTO es la relación que se obtiene en SN de la capa y su espesor, pero también puede ser obtenido mediante un gráfico que relaciona los CBR con sus Coeficientes estructurales. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

2.2.4.4. **NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO (SN)**

Es una representación del espesor del pavimento en forma global volviendo un espesor efectivo aplicándose a cada una de las capas que conforman el pavimento. Es el resultado obtenido de la ecuación determinada por la AASHTO donde se relacionan los espesores de las capas con sus coeficientes estructurales y de drenaje.

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

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Imagen Nº 11: Fórmula para obtención del Numero Estructural.
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

2.2.4.5. MATERIALES DE AFIRMADO

Los materiales generalmente son utilizados lo que se encuentran cerca al área del proyecto, optándose por ubicar canteras, lechos de ríos que cumplan con las especificaciones del proyecto.

El afirmado tiene que cumplir con una granulometría óptima que consiste en la mezcla adecuada de los agregados en una proporción adecuada de gravas, arenas y finos

Las gravas ayudan a soportar el peso de los vehículos mientras que las arenas llenan los espacios generando una fricción interna muy fuerte que ayudan a soportar grandes esfuerzos a su vez se necesitan los finos para que dicha estructura se mantenga cohesionada y así no se separen.

No olvidar que para saber que un material es óptimo para la construcción según especificaciones se tienen que realizar los ensayos correspondientes ya así

tengamos la certeza que sirve para la ejecución.

Un buen afirmado según su dosificación se podrá utilizar el cuadro que presenta algunas recomendaciones. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

% QUE PASA	C	D	E	F
50 m m (2")				
37.5 m m (1½")				
25 m m (1")	100	100	100	100
19 m m (¾")				
12.5 m m (½")				
9.5 m m (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 m m (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 m m (N° 8)				
2.0 m m (N° 1)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 u m (N° 4)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 u m (N° 200)	5 -15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice plástico	4 – 9	4 – 9	4 - 9	4 – 9
L.L.	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Abrasión	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [refiere al 100% Max. Dens. Seca, penet. Al 0. 1" (2.5mm)]	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%

Tabla 6 Recomendaciones de Granulométricas para Afirmado
Fuente: Manual AASHTO – 93

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Subrasante.-

La **subrasante** es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. (Dirección de Estudios Especiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015)

Estabilización.-

Proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas de un **suelo**. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2012)

Capacidad de Portante.-

Es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del **suelo** o un asentamiento diferencial excesivo. (Wikipedia, Capacidad Portante, 2018)

Tamizado.-

Es un método mecánico para separar dos sólidos formados por partículas de tamaños diferentes. (Wikipedia, Tamizado o Cribado, 2018)

Curva Granulométrica.-

Es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. (Wikipedia, Curva Granulométrica, 2018)

Factor Camión.-

Es una medida del daño provocado sobre la estructura de pavimentos por el paso de un tipo específico de vehículo. (Martinez Rodriguez, 2015)

Módulo de Resilencia.-

Es el parámetro utilizado con el fin de representar las propiedades de los suelos de la subrasante en el diseño de pavimentos flexibles (Herrera Montealegre, 2014)

Índice Medio diario Anual.-

Es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2011)

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de Investigación es Aplicada.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

El Nivel de Investigación realizada es **Cuasi experimental**, debido a que la demostración realizada en los experimentos podría no ser convincente, ya que se necesitaría una población de muestras aleatorias que cambiarían según el lugar de la recolección de datos.

3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.

PATRÓN DE LA INVESTIGACIÓN: Objeto

Carretera acceso al Puerto de Santa, Distrito de Santa – Chimbote

3.4. UBICACIÓN.

La ubicación del lugar al nor-oeste de la ciudad de Chimbote.

Las vías de acceso desde la ciudad de Chimbote – Santa – Puerto Santa; es a través de una carretera asfaltada (Panamericana).

DE	A	DISTANCIA	TIEMPO	VIA
CHIMBOTE	SANTA	10km	15'	Pan. Sur (alfaltado)
SANTA	PUERTO SANTA	5km	5'	S/alfaltado

Tabla 7 distancia del Lugar en Estudio con Referencia a Santa y Chimbote.
Fuente: Propia.

El Puerto Santa, zona del proyecto se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas de Longitud Oeste y los paralelos 78° 37' 14" y 08° 59' 04" de Latitud Sur.

Límites de la Localidad de Puerto Santa:

Norte : Trujillo

Sur : Coishco

Este : Chimbote - Santa

Oeste : Océano Pacífico - Puerto Santa

Altitud : 12 m.s.n.m.

El tramo de estudio tiene una longitud efectiva de 5050 m.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.5.1. POBLACIÓN.

Se Consideró un población infinita, la zona de estudio se encuentra en el distrito de Santa, provincia de Santa; la carretera del puerto de santa es una carretera de tercer orden de la Región Ancash, de un ancho de 6.00 m. aproximado pudiéndose apreciar que las pendientes se encuentran inferiores al 10 % que conecta el casco urbano del distrito de santa con el C.P. del distrito de Santa.

La zona en la cual se desarrolla el presente estudio tiene una longitud 5.04 km la cual no cuenta con infraestructura desde hace décadas atrás y carece de la misma, es decir, no cuenta con pavimentación de la vía de acceso al C.P. Puerto Santa, en algunos casos existe pavimentación en zona central de la localidad, igualmente estas arterias carecen de veredas y cuyas secciones no están en conformidad con las reglamentadas, siendo necesario dotar de la infraestructura vial para la circulación vehicular y peatonal para que se integre con los diferentes sectores aledaños al casco urbano de la ciudad.

3.5.2. MUESTRA.

Para los siguientes estudios se realizaron 20 calicatas en la carretera de acceso al C.P. Puerto Santa, de las cuales se realizaran los estudios a diversas profundidades, también se tomó muestra de la cantera en las cercanías del cementerio Central de Santa.

3.6. VARIABLES.

3.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.

Aditivo PROES.

3.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES.

Diseño óptimo de la estructura de pavimento de la carretera.

3.6.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema General	Objetivo General		Variable Independiente
¿Cuáles son las Comparaciones Técnicas y Económicas en la construcción de carretera mediante el método tradicional y la tecnología Proes?	Realizar el Análisis comparativo Técnico – Económico en la construcción de carretera mediante el método tradicional y la Tecnología Proes.	“La relación que existe en estabilización de suelos, mediante el método tradicional son muy altos relacionando los costos y durabilidad que se generaría en la ejecución de dicha carretera mediante el método PROES”.	Dosificación del aditivo PROES.
Problema Específicos	Objetivos Específicos		Variable Dependiente
¿Se podrá conseguir el diseño óptimo por medio del estudio del Análisis comparativo técnico y económico entre el Método Tradicional y el uso de Aditivo Proes en la Construcción del Pavimento en la Carretera de acceso al Puerto de Santa?	Documentar cada elemento utilizado en la estabilización de Suelos. Estudiar la estabilización de suelos con aditivos PROES		Diseño óptimo de la estructura de pavimento de la carretera.
¿Cuál sería procedimiento a considerar para generar la dosificación optima de aditivo Proes en su proceso constructivo?	Generar una descripción del proceso constructivo		
¿Qué ventajas y/o restricciones tendría el uso del aditivo Proes en la construcción del pavimento de la carretera de acceso al Puerto de Santa?	Evaluar factores que se deben tener en cuenta para las consideraciones en la etapa de diseño.		

3.6.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

V.	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTA	MÉTODO
Variable Independiente	Aditivo PROES.	La estabilización con Tecnología PROES, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural. Que reúnan ciertas características.	Proporción optima de aditivo Proes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipos de suelos ▪ Características del suelo. ▪ Cantidad de finos presente en el suelo ▪ Máxima densidad seca 	Herramientas de laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Granulométrico ▪ Límites de atterberg ▪ Proctor modificado ▪ CBR
Variable Dependiente	Diseño óptimo de la estructura de pavimento de la carretera.	Están conformados por tres capas representativa que el la sub-base, la base y la carpeta asfáltica, de los cuales están conformado por material granular, capaz de soportar la cargas que se exija para el tránsito de diseño.	Criterio técnico y económico en el diseño.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espesor del pavimento. ▪ Análisis de Costos unitarios. 	Herramientas de gabinete	Método de Instituto del Asfalto.

3.7. INSTRUMENTOS.

- Para la realización del presente estudio se realizó el conteo vehicular los días miércoles, sábado y Domingo para posteriormente hallar el cálculo del ESAL en gabinete.

Para ello se utilizó:

- Formatos emitidos por el MTC para el conteo vehicular.
-
- Se recorrió todo el tramo de la carretera ubicando los lugares donde se tendría que hacer las calicatas.

Para ello se utilizó:

- 3 Palas.
 - 3 barreteas.
 - Wincha de 3 m.
 - 1 Picota
 - Yeso.
 - Bolsa o sacos.
-
- Para poder obtener la muestra que fueron ensayos de laboratorio realizando inicialmente su granulometría y su contenido de humedad obteniendo su clasificación SUCS y AASHTO indispensable para ver si el terreno es apto para aplicar el aditivo PROES directamente en el suelo.

Para ello se utilizó:

- Juego de tamices
- 1 escobilla

- Un mazo de goma
 - Escobilla
 - Balanzas
 - Horno eléctrico
 - Taras.
 - Copa Casa Grande
 - Lamina de Vidrio rugoso.
- Como no se el suelo no cumplía con las características mínimas para que aplicara el aditivo PROES se procedió a buscar una cantera que si lo tuviera.

Para ello se utilizó:

- 1 Palas.
 - 1 barretas.
 - Wincha de 3 m.
 - 1 Picota
 - Bolsa o sacos.
 -
- Luego se procedió a obtener su los ensayos de Proctor Modificado para poder hallar su máxima densidad seca y su optimo contenido de humedad.

Para ello se utilizó:

- Molde Proctor de 4" diametro
- 1 apisonador manual
- Espátulas
- 1 balanza eléctrica con aprox. 1gr

- 1 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
 - Cucharón
 - Vaso de vidrio tubular graduado de 750 ml
 - 1 regla para verificar dimensiones del molde
 - Taras
 - Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).
 - Bandejas diversas
- Posteriormente se halló los CBR tanto del suelo natural- cantera- asi como del suelo con aditivos.

Para ello se utilizó:

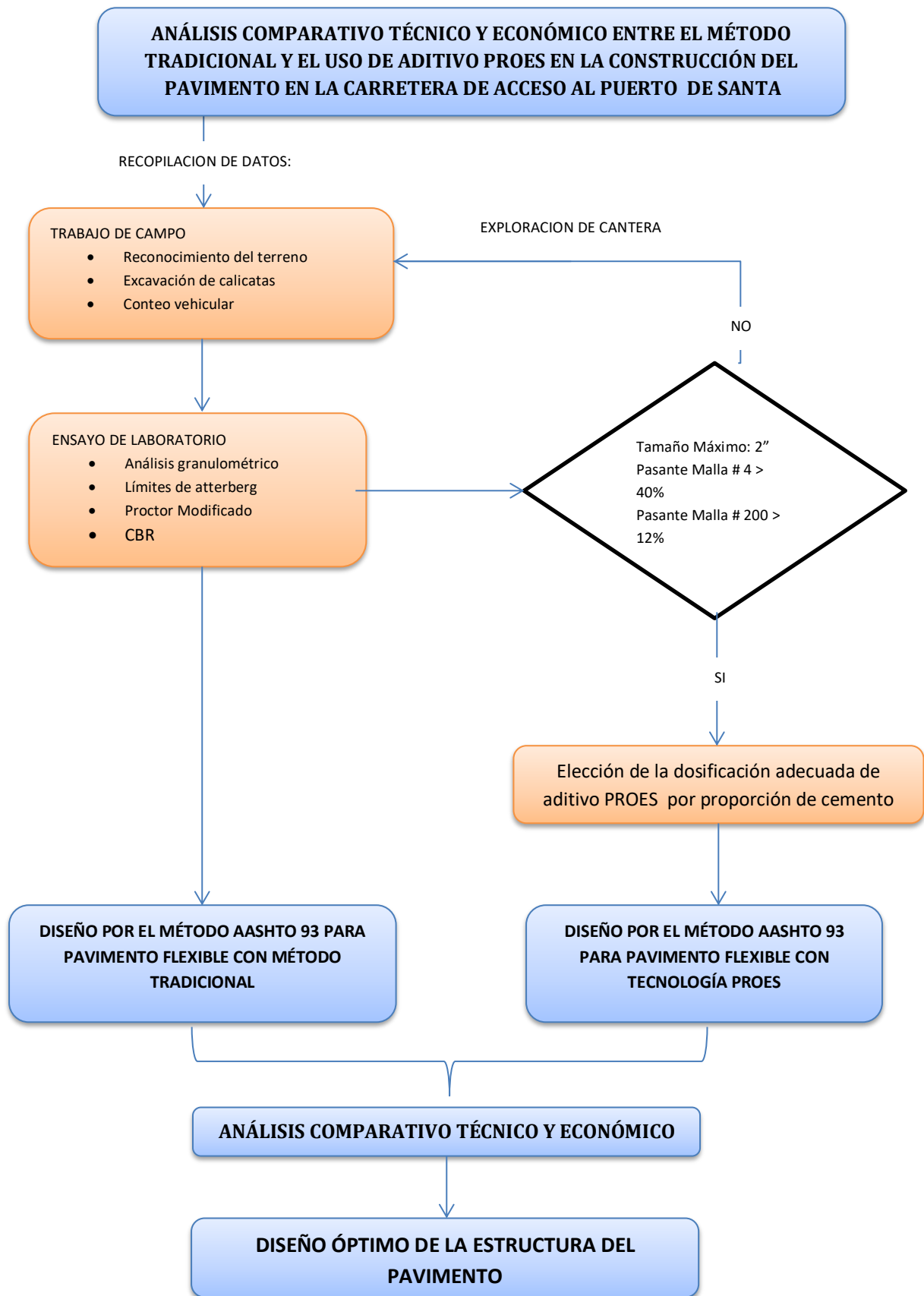
- Prensar para ensayo de CBR
- Papel filtro
- Kits CBR
- 1 apisonador manual
- Espátulas
- 1 balanza eléctrica con aprox. 1gr
- 1 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
- Cucharón
- Vaso de vidrio tubular graduado de 750 ml
- 1 regla para verificar dimensiones del molde
- Taras
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).
- Bandejas diversas

- Con todos los datos obtenidos de laboratorio y de campo se procedió a procesarlos y hallar los espesores de pavimento en gabinete.

Para ello se utilizó:

- Una computadora
- Un celular con cámara
- Lapiceros
- Hojas.

3.8. PROCEDIMIENTOS.



4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

4.1.1. INVESTIGACION DE CAMPO.

4.1.1.1. CALICATAS.

En el área de estudio a razón de encontrar el perfil Estratigráfico se hicieron 20 calicatas en la carretera, iniciando desde C-1 hasta la C-20 los cuales fueron convenientemente ubicados en toda el área de estudio a, tal como se muestra en el plano.

4.1.1.2. MUESTREO DISTURBADO.

Se retiraron muestras de la carretera de estudio debidamente disturbadas de cada una de las calicatas para definir su tipo de suelo correspondientemente y en suficiente cantidad para que en el laboratorio clasificarlos e identificarlos.

4.1.1.3. REGISTRO DE EXCAVACIONES.

Se hizo también el registro de excavaciones en forma simultánea a la excavación de calicatas la cual se hizo en forma Visual según norma ASTM D-2488, así se pudo observar las características principales de los suelos en estudio, así como: compacidad, plasticidad, humedad, color, espesor; definiendo su tipo de suelo. (Ver cuadro resumen de calicatas).

4.1.2. ENSAYO DE LABORATORIO.

4.1.2.1. **ENSAYO FÍSICOS:**

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico SUCS (ASTM. D-422)
- Contenido de Humedad (ASTM D-216)
- Límite Plástico (ASTM D-4318)
- Límite Líquido (ASTM. D-4318)

4.1.2.2. **ENSAYOS MECANICOS:**

Los suelos han sido clasificados de acuerdo AASHTO y al sistema de clasificación unificado SUCS (ASTM D-2487).

CUADRO RESUMEN : CALICATAS Y ENSAYOS REALIZADOS

Calicata	Muestra	Altura Muestra (m.)	Profundidad Calicata (m.)	Progresiva (m.)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	CBR 95 % (0,1")	Límite de Consistencia (%)		
								Lím. Líquido	Lím. Plástico	Ind. Plastic.
C-20	M-1	0,70 , 1,40	1,4	4+900	SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-19	M-1	0,60 - 1,40	1,4	4+700	SP	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-18	M-1	0,15 - 1,65	1,65	4+460	SP-SM	A-2-4(0)	6,26	..	..	..
C-17	M-1	0,15 - 1,70	1,7	4+200	SP	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-16	M-1	0,85 - 1,60	1,6	3+960	SP	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-15	M-1	1,00 - 1,70	1,7	3+710	SP-SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-14	M-1	0,25 - 1,60	1,6	3+460	ML	A-4(4)	5,55	22,37	..	..
C-13	M-1	1,15 - 1,00	1,7	3+090	SM	A-4(2)	..	..	..	..
	M-2	1,00 - 1,70			SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-12	M-1	0,30 - 0,80	1,7	2+810	CL-ML	A-4(6)	..	24,65	20,61	4,04
	M-2	0,80 - 1,70			SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-11	M-1	0,50 - 1,00	1,85	2+540	CL-ML	A-4(5)	..	23,68	19,29	4,39

	M-2	1,00 - 1,50			SM	A-2-4(0)	..			
	M-3	1,50 - 1,85			CL	A-4(5)	..	26,81	19,19	7,62
C-10	M-1	0,20 - 0,60	165	2+290	ML	A-4(6)	..	28,96	26,46	2,5
	M-2	0,60 - 1,65			CL	A-4(8)	..	29,51	20,02	9,49
C-09	M-1	0,30 - 0,85	1,65	2+030	ML	A-4(4)	..	23,93	..	..
	M-2	0,85 - 1,30			SP-SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
	M-3	1,30 - 1,65			CL-ML	A-4(7)	..	24,42	17,48	6,94
C-08	M-1	0,15 - 0,75	1,6	1+780	ML	A-4(5)	..	17,17	..	..
	M-2	0,75 - 1,60			CL-ML	A-4(6)	5,39	26,51	20,08	6,43
C-07	M-1	0,35 - 0,70	1,6	1+570	SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
	M-2	0,70 - 1,60			CL	A-4(5)	..	27,64	20,23	7,41
C-06	M-1	0,50 - 0,85	1,7	1+320	SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
	M-2	0,85 - 1,70			CL	A-4(5)	..	26,19	18,81	7,38
C-05	M-1	0,50 - 1,00	1,55	1+070	ML	A-4(5)	..	20,26	..	..
	M-2	1,00 - 1,55			ML	A-4(4)	..	29,84	21,98	7,86

C-04	M-1	0,20 - 0,80	1,65	0+820	ML	A-4(4)	..	..	..	..
	M-2	0,80 - 1,30			CL	A-4(5)	..	26,14	18,9	7,24
	M-3	1,30 - 1,65			CL	A-4(5)	..	26,76	18,14	8,62
C-03	M-1	0,20 - 1,00	1,75	0+570	ML	A-4(3)	..	..	..	..
	M-2	1,00 - 1,75			ML	A-4(5)	..	22,27	..	..
C-02	M-1	0,25 - 1,00	1,6	0+320	ML	A-4(5)	..	19,91	..	..
	M-2	1,00 - 1,60			SM	A-2-4(0)	..	..	..	..
C-01	M-1	0,60 - 1,20	1,65	0+080	CL	A-4(5)	..	22,86	17,55	5,31
	M-2	1,20 - 1,65			SM	A-2-4(0)	..	..	..	..

Tabla 8 Cuadro Resumen de Calicatas y Ensayos de laboratorio
Fuente: Propia.

4.1.3. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTATIGRAFICO.

El subsuelo del Área en estudio ha sido investigado a través de 20 calicatas, C-01 a la C-20, de estos resultados la vía de acceso ha sido agrupada en 4 tramos siguientes.

4.1.3.1. **TRAMO N° 01 (0+000-0+220).**

El Suelo de 0.00 m a 0.60 m de profundidad está conformado por relleno, de constitución de gravas bien graduadas con arena, ligeramente compactado a muy compactado, húmedo de color beige amarillento; de 0.60m. a 1.20m. De profundidad es constituido por arcilla pobre arenosa (CL), consistencia media a blanda, húmeda de color gris oscuro y finos plásticos; de 1.20 a 1.65 el suelo está constituido por arenas limosas sueltas (SM), húmedo saturada de color gris oscuro y finos no plásticos (depósitos aluviales).

Características y propiedades físicas del suelo CL son:

Terreno de fundación	Malo
Cambios de volumen	Mediana
Elasticidad	Mediana
Capilaridad	Mala
permeabilidad	Mala

Tabla 9 Característica del Suelo CL
Fuente: Propia

Valor de CBR inferido de la C-08 /M-02 (0.75m – 1.60m)

Valor (%)	CBR (%)	0.1" de penetración
100%		6.64 %
95%		5.39 %

Tabla 10 CBR calicata 08
Fuente: Propia

4.1.3.2. TRAMO N° 02 (0+220-3+800).

El Suelo de 0.15 m a 0.50 m de profundidad está conformado por relleno, de constitución de por gravas bien graduadas con arena, ligeramente compacta a muy compacta, húmeda de color beige oscuro. De mayor profundidad hasta los 1.70 m, el suelo está constituido por arcilla pobre arenosa (CL), arcilla pobre con limo (CL-ML) y limo con arena (ML) consistencia media, húmeda a saturada de color gris oscuro a beige oscuro y finos no plásticos (depósitos aluviales).

Características y propiedades físicas del suelo CL- ML son:

Terreno de fundación	Malo
Cambios de volumen	Mediana
Elasticidad	Mediana
Capilaridad	Mala
permeabilidad	Mala

Tabla 11 Característica del Suelo CL-ML
Fuente: Propia

Características y propiedades físicas del suelo ML son:

Terreno de fundación	Malo
Cambios de volumen	Baja a Mediana
Elasticidad	Baja a Mediana
Capilaridad	Regular a Mala
permeabilidad	Regular a Mala

Tabla 12 Característica del Suelo ML
Fuente: Propia

Valor de CBR inferido de la C-14 /M-01 (0.25m – 1.60m)

Valor CBR (%)	(%) 0.1" de penetración
100%	11.09 %
95%	5.55 %

Tabla 13 CBR calicata 14
Fuente: Propia

4.1.3.3. **TRAMO N° 03 (3+800-4+460).**

El Suelo de 0.00 m a 0.15 m de profundidad está conformado por relleno, de constitución de por gravas bien graduadas con arena y restos aislados de desperdicios, medianamente compacto, húmeda de color beige oscuro. A mayor profundidad hasta los 1.70 m, el suelo está formado por arena mal graduada con limo (SP-SM), arena mal graduada (SP), suelta a medianamente compacta, ligeramente húmeda de color gris beige Claro y finos no plásticos (depósitos aluviales)

Características y propiedades físicas del suelo SP- SM son:

Terreno de fundación	Regular a Malo
Cambios de volumen	Nula
Elasticidad	Nula
Capilaridad	Buena a Regular
permeabilidad	Buena a Regular

Tabla 14 Característica del Suelo SP-SM
Fuente: Propia

Características y propiedades físicas del suelo SP son:

Terreno de fundación	Regular
Cambios de volumen	Nula
Elasticidad	Nula
Capilaridad	Buena
permeabilidad	Buena

Tabla 15 Característica del Suelo SP
Fuente: Propia

Del Valor CBR inferido de la C-18 /M-01 (0.15m – 1.65m)

Valor CBR (%)	(%) 0.1" de penetración
100%	9.29 %
95%	6.26 %

Tabla 16 CBR calicata 18
Fuente: Propia

4.1.3.4. **TRAMO N° 04 (4+460-5+050).**

El Suelo de 0.00 m a 0.15 m de profundidad está conformado por relleno, de constitución de gravas bien graduadas con arena y restos aislados de desperdicios, medianamente compacto, húmedo a color beige. De profundidad de 0.15m a 0.70m el suelo está constituido por arena limosa con raíces, vegetación y materia orgánica en descomposición, suelta, saturada de color gris oscuro a negro. De 0.70m a 1.40m de profundidad, el suelo está constituido por arena mala graduada (SP) y arena limosa (SM), suelta, saturada de color gris oscuro a negro y finos no plásticos (Depósitos Marinos).

Características y propiedades físicas de un suelo SM son:

Terreno de fundación	Regular a Malo
Cambios de volumen	Nula
Elasticidad	Nula
Capilaridad	Regular
permeabilidad	Regular

Tabla 17 Característica del Suelo SM
Fuente: Propia

Del Valor CBR inferido de la C-18 /M-01 (0.15m – 1.65m)

Valor CBR (%)	(%) 0.1" de penetración
100%	9.29 %
95%	6.26 %

Tabla 18 CBR calicata 18
Fuente: Propia

4.1.4. DISEÑO DEL PAVIMENTO.

4.1.4.1. **INFORMACION DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE SUBRAZANTE.**

4.1.4.1.1. **ESTUDIO DE TRÁFICO (CÁLCULO DE ESAL'S).**

Para poder hallar la estructura del pavimento según método AASHTO, se hizo el estudio de tráfico a partir del conteo vehicular realizado en el campo en la progresiva 0+000 inicio de la carretera en estudio lugar llamado "Cruce de Santa".

Se realizaron los conteos vehiculares durante una semana hallándose Índice medido diaria semanal (IMDS) multiplicándose luego factor de corrección estacional a la fecha junio del 2021 es 1.07. Con la cual hemos obtenido Índice Medio diario anual, con un tiempo de diseño de 4 años obteniendo el tráfico proyectado para el 2025 como tomando como base que tasa de crecimiento del tránsito 2021 informado por Instituto Nacional de Estadísticas para el mes de enero del 2021 en relación al año pasado en el mismo mes tiene un aumento de 3.1%. Posteriormente se hicieron los cálculos correspondientes

$$ESAL's = 843691,43 \quad \dots \text{ Ver tabla N}^{\circ} 19$$

$$ESAL's = W18 = 8.44 \times 10^5$$

Variables de transito, para Vehículos en ambas direcciones en LA CARRETERA PUERTO SANTA

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA- PROVINCIA DEL SANTA-ÁNCASH -2021

Pt=	2	Indice de serviciabilidad (bondad de servicio)	L2=1	Eje Simple
SN=	3	Número estructural, (calidad de la capa)	L2=2	Eje Tandem
Lx =		Carga en Kips sobre un eje Simple, Tandem y tridem	L2=3	Eje Tridem
L2 =	1, 2, 3	Codigo de eje		

$$EALF = \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

EALF = FACTOR DE EJE DE CARGA EQUIVALENTE :

$$\text{LOG}\left(\frac{W_{tx}}{W_{t18}}\right) = 4.79 \text{LOG}(18+1) - 4.79 \text{LOG}(Lx + L2) + 4.33 \text{LOG}(L2) + \frac{G_t}{B_x} - \frac{G_t}{B_{18}}$$




$$B_x = 0.4 + \frac{0.08(Lx + L2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L2^{3.23}}$$








$$B_{18} = 0.4 + \frac{0.08(18 + 1)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19}}$$

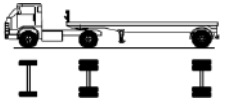
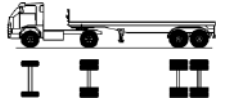
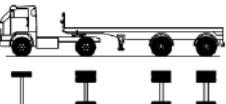
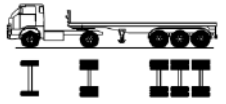
$$G_t = \text{LOG}\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right)$$

B₁₈= 1,211 Para Lx=18 y L2=1

G_i= -0,089

MEDIO DE TRANSPORTE	IMD	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)			PESO TOTAL (Kips)	Lx POR EJES (Kips)	L2	B _x	EALF _i (POR EJE)	FACTOR CAMIÓN FC=ΣEALF _i	FC*IMD
			EJE	%	Lx							
VEHICULOS MENORES												
CATEGORIA " L "		35										
MOTOKAR / MOTO LINEAL	35	0,30	Del.	30,0%	0,09	0,661	0,198	1	0,400	0,0000025	0,000009	0,0003162
			Post. 01	70,0%	0,21		0,463	1	0,400	0,0000065		
VEHIC. MAYOR												
CATEGORIA " M "		188										
AUTOMOVILES 	45	3,00	Del.	50,0%	1,50	6,608	3,304	1	0,407	0,0011382	0,002276	0,1024385
			Post. 01	50,0%	1,50		3,304	1	0,407	0,0011382		
STATION WAGON 	45	3,50	Del.	50,0%	1,75	7,709	3,855	1	0,410	0,0020183	0,004037	0,1816436
			Post. 01	50,0%	1,75		3,855	1	0,410	0,0020183		
CAMIONETA PICK UP 	35	5,00	Del.	50,0%	2,50	11,013	5,507	1	0,425	0,0080598	0,016120	0,5641840

			Post. 01	50,0%	2,50		5,507	1	0,425	0,0080598			
PANEL		32	5,00	Del.	50,0%	2,50	11,013	5,507	1	0,425	0,0080598	0,016120	0,5158254
			Post. 01	50,0%	2,50	5,507		1	0,425	0,0080598			
COMBI		22	7,00	Del.	50,0%	3,50	15,419	7,709	1	0,465	0,0312591	0,062518	1,3754020
			Post. 01	50,0%	3,50	7,709		1	0,465	0,0312591			
BUS (B2)		9	18,00	Del.	38,9%	7,00	39,648	15,419	1	0,906	0,5259480	4,099284	36,8935521
			Post. 01	61,1%	11,00	24,229		1	2,426	3,5733356			
VEHICULOS PESADOS													
CATEGORIA " N"		26											
C=CAMION													
CAMION (C2)		7	18,00	Del.	38,9%	7,00	39,648	15,419	1	0,906	0,5259480	4,099284	28,6949850
			Post. 01	61,1%	11,00	24,229		1	2,426	3,5733356			
CAMION (C3)		4	25,00	Del.	28,0%	7,00	55,066	15,419	1	0,906	0,5259480	2,593102	10,3724079
			Post. 01	72,0%	18,00	39,648		2	1,490	2,0671540			
CAMION (C4)1-3		3	30,00	Del.	23,3%	7,00	66,079	15,419	1	0,906	0,5259480	1,795881	5,3876430
			Post. 01	76,7%	23,00	50,661		3	1,067	1,2699330			
CAMION (C4)2-2		4	32,00	Del.	43,8%	14,00	70,485	30,837	2	0,906	0,7234634	2,790617	11,1624697

			Post. 01	56,3%	18,00		39,648	2	1,490	2,0671540			
CATEGORIA " O"													
TS=TRACTO CAMIÓN + SEMIREMOLQUE													
T2S1		5	29,00	Del.	24,1%	7,00	63,877	15,419	1	0,906	0,5259480	7,672619	38,3630959
				Post. 01	37,9%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
				Post. 02	37,9%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
T2S2		1	36,00	Del.	19,4%	7,00	79,295	15,419	1	0,906	0,5259480	6,166438	6,1664376
				Post. 01	30,6%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
				Post. 02	50,0%	18,00		39,648	2	1,490	2,0671540		
T2Se2		1	40,00	Del.	17,5%	7,00	88,106	15,419	1	0,906	0,5259480	11,245955	11,2459548
				Post. 01	27,5%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
				Post. 02	27,5%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
				Post. 03	27,5%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
T2S3		1	43,00	Del.	16,3%	7,00	94,714	15,419	1	0,906	0,5259480	5,898610	5,8986101
				Post. 01	25,6%	11,00		24,229	1	2,426	3,5733356		
				Post. 02	58,1%	25,00		55,066	3	1,261	1,7993265		
INDICE MEDIO DIARIO		249									$\Sigma =$	156,9249658	

ANUAL

$$(G)(Y) = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

r =	3,90%	Tasa de crecimiento	(G)(Y) =	29,471	FACTOR DE CRECIMIENTO
Y =	20	Periodo de diseño			
(G)(Y) =	29,471	Factor de de crecimiento			
D =	0,5	Factor de Distribución en Dirección			
L =	1	Factor de Distribución por Carril			

$$ESAL = \sum_{i=1}^{i=m} FACTORCAMI \acute{O}N_i \times IMD_i (G)(D)(L)(Y) \times 365 = 844.014,15$$

Tabla 19 Estudio de tráfico
Fuente: Propia.

4.1.4.1.2. **DATOS OBTENIDOS DEL TRÁFICO Y PROPIEDADES DE SU RASANTE.**

4.1.4.1.2.1. PERIODO DE DISEÑO (T)

Se consideró t= 20 años

4.1.4.1.2.2. ÍNDICE DE CONFIANZA (R%)

Se considera para una confiabilidad (R%) de 80 %, según tabla para los ejes equivalente hallados en el estudio de tráfico.

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%

Tabla 20 Nivel de Confiabilidad según tráfico
Fuente Manual de Carretera 2013 (cuadro 12.6, página 154)

4.1.4.1.2.3. TRÁFICO (W18)

Se considera según estudio de tráfico $ESAL's = W18 = 8.44 \times 10^5$

4.1.4.1.2.4. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)

Se consideró: $ZR = -1.842$, según cuadro del manual de carretera para un W18 entre 750,000 y 1'000,000

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Tabla 21 ZR según Confiabilidad y Rango de Tráfico
Fuente Manual de Carretera 2013(cuadro 12.9, página 157)

4.1.4.1.2.5. ERROR DE COMBINACIÓN ESTÁNDAR (So)

Se consideró: $S_o = 0.45$, según la guía AASHTO está comprendido entre 0.40 y 0.50 sugerido por MANUAL DE CARRETERA.

4.1.4.1.2.6. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)

Se consideró: $P_i = 3.80$, según cuadro del manual de carretera para un W18 entre 750,000 y 1'000,000.

**Índice de Serviabilidad Inicial (Pi)
Según Rango de Tráfico**

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

Tabla 22 Serviabilidad Inicial (Pi)
Fuente: Manual de Carretera 2013(cuadro 12.10, página 158)

4.1.4.1.2.7. ÍNDICE DE SERVIACILIDAD FINAL (Pt)

Se consideró: Pt = 2.00, según cuadro del manual de carretera para un W18 entre 750,000 y 1'000,000.

**Índice de Serviabilidad Final (Pt)
Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVIACILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

Tabla 23 Serviabilidad Inicial (Pi)
Fuente: Manual de Carretera 2013(cuadro 12.10, página 158)

4.1.4.1.2.8. DIFERENCIA DE SERVIACILIDAD (Δ PSI).

Se consideró: Δ PSI = $P_i - P_t = 3.8 - 2.00 = 1.80$.

4.1.4.1.2.9. CBR DE SUB RASANTE (%).

Según estudios de laboratorio resultado CBR (%) = 5.40

4.1.4.1.2.10. MÓDULO DE RESILENCIA (MR)

MR = $2555 \times \text{CBR}^{0.64} = 7.518$.

4.1.4.2. **CALCULO ESPESORES PAVIMENTO METODO TRADICIONAL**

4.1.4.2.1. **ANALIZANDO LOS MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS**

4.1.4.2.1.1. MÓDULO DE RESILENCIA DEL CONCRETO ASFÁLTICO

Aunque el módulo de resiliencia se considera 450,000 psi. según ASSHTO 93

Asphalt Concrete Surface Course. Figure 2 5 provides a chart that may be used to estimate the structural layer coefficient of a dense-graded asphalt concrete surface course based on its elastic (resilient) modulus (E_{AC}) at 68°F Caution is recommended for modulus values above 450,000 psi. Although higher modulus asphalt concretes are stiffer and more resistant to bending, they are also more susceptible to thermal and fatigue cracking

Imagen Nº 12: Texto extraído del Manual ASSHTO.
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures 1993. Pag. II-17.

4.1.4.2.1.2. MÓDULO DE RESILENCIA DE LA BASE GRANULAR (MR)

Según la norma técnica C-01 pavimentos urbanos el CBR mínimo será de un 80 %.

Mr = 28,500 psi

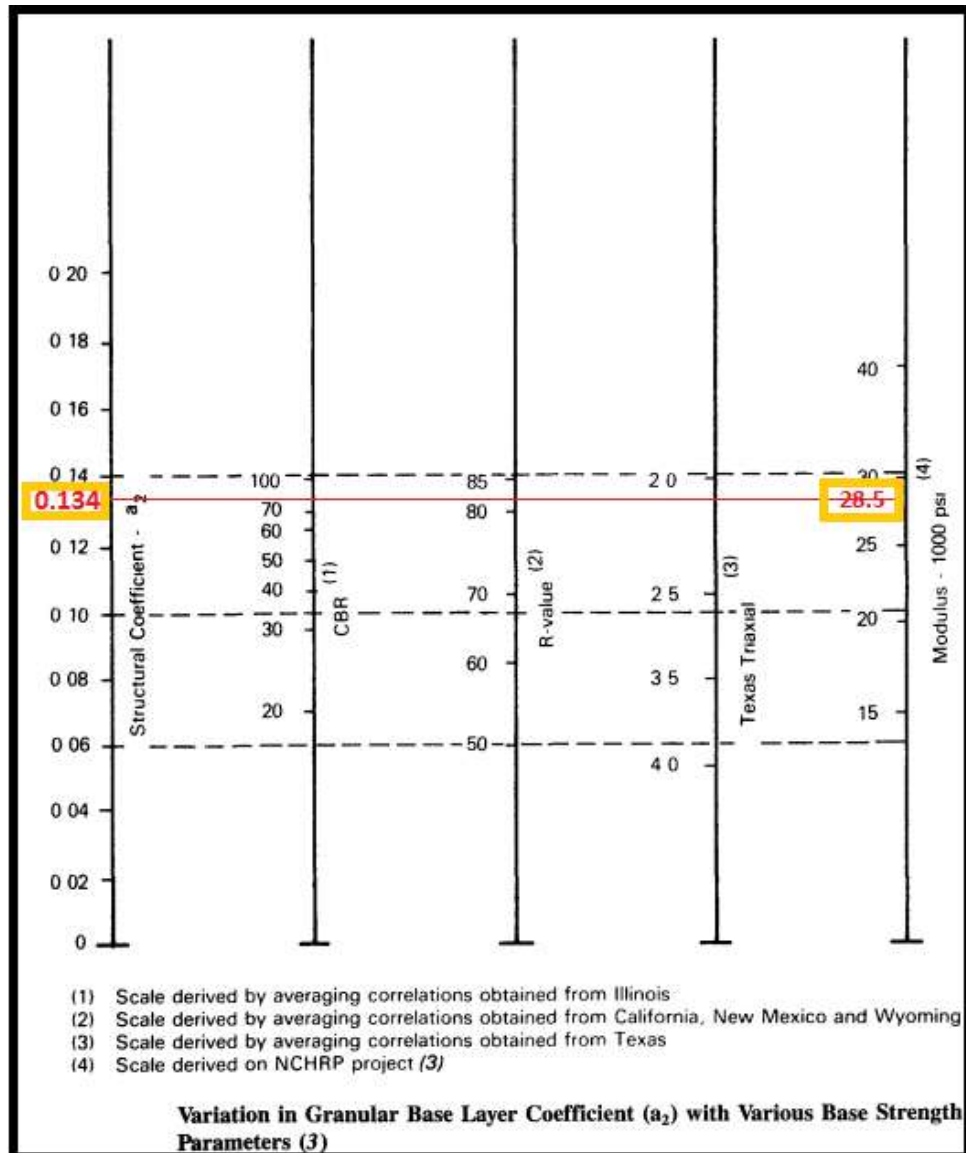


Imagen Nº 13: Relación entre Coeficiente Estructural a_2 – CBR- Modulo de Resilencia.

Fuente: Manual ASSHTO. Guide for Design of pavement structures 1993. Pag. II-19

4.1.4.2.1.3. MÓDULO DE RESILENCIA DE SUB BASE GRANULAR (MR)

Según la norma técnica C-01 pavimentos urbanos el CBR mínimo será de un 40 %.

Corresponde un Mr = 16,650 psi

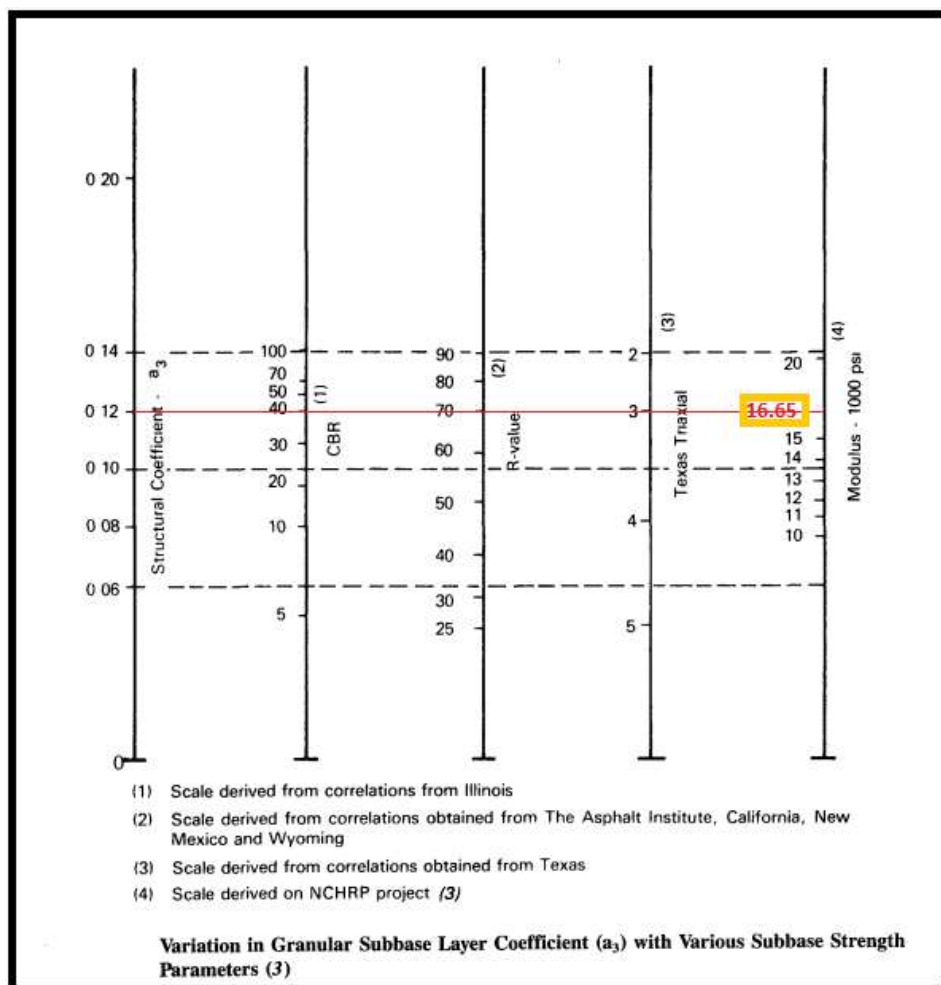


Imagen Nº 14: Relación entre Coeficiente Estructural a_3 – CBR- Modulo de Resilencia.

Fuente: Manual ASSHTO. Guide for Design of pavement structures 1993. Pag. II-21

4.1.4.2.2. COEFICIENTES DE ESTRUCTURACIÓN.

4.1.4.2.2.1. COEFICIENTE ESTRUCTURAL CONCRETO ASFALTICO CONVENCIONAL (A1)

Del gráfico para un Concreto asfáltico con un MR de 450 000 le corresponde un coeficiente estructural $a_1 = 0.44$.

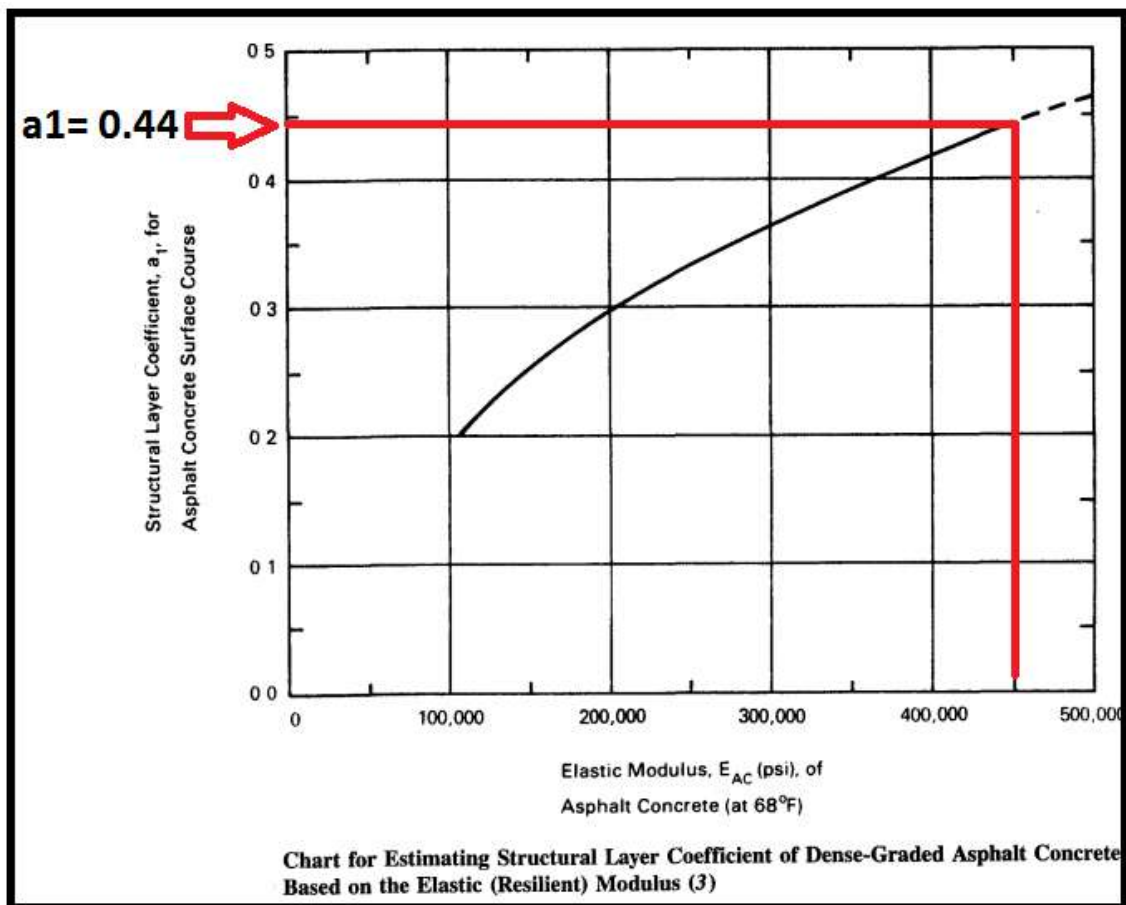


Imagen N 15: Relación entre el coeficiente estructura y Modulo resilente del Asfalto
Fuente: Manual ASSHTO. Guide for Design of pavement structures 1993. Pag. II-18

4.1.4.2.2.2. COEFICIENTE ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (A2)

De la Imagen N° 13. $a_2 = 0.134$

4.1.4.2.2.3. SUB-BASE GRANULAR (A3)

De la Imagen N° 14. $a_3 = 0.12$

4.1.4.2.3. **COEFICIENTE DE DRENAJE DE CAPA**

Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles				
CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Imagen N°16: Recomendación de valores del Coeficiente de Drenaje
Fuente: Manual ASSHTO. Guide for Design of pavement structures 1993. Pag. II-18

4.1.4.2.3.1. COEFICIENTE DE DRENAJE DE BASE GRANULAR.

Se considera 0.6 según Imagen 12

4.1.4.2.3.2. COEFICIENTE DE DRENAJE DE SUB BASE GRANULAR

Se considera 0.6 según Imagen 12

4.1.4.2.4. **NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO (SN)**

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

Reemplazando datos en la fórmula, iterando para el cálculo del SN teórico

Obtenemos

$$SN = 3.11$$

$$SN1' = 1.80$$

$$SN2' = 0.45$$

$$SN3' = 0.80$$

4.1.4.2.5. **CALCULO DE ESPESORES DE CAPA DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.**

Para el cálculo de espesores de capa se utiliza la ecuación dada por la AASHTO, donde relaciona el número estructural = 3.11 con los espesores de las capas (Iterando datos a

razón de que cumplan con las condiciones dadas con las ASSHTO relacionando espesores entre sí), coeficientes estructurales ($a_1= 0.44$, $a_2=0.134$, $a_3 = 0.12$) y drenaje = 0.60 ambos. Considerando un espesor de la carpeta asfáltica de 7.62 cm ó 3 pulg y el un espesor de sub-base de 30 cm o 12 pulg.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

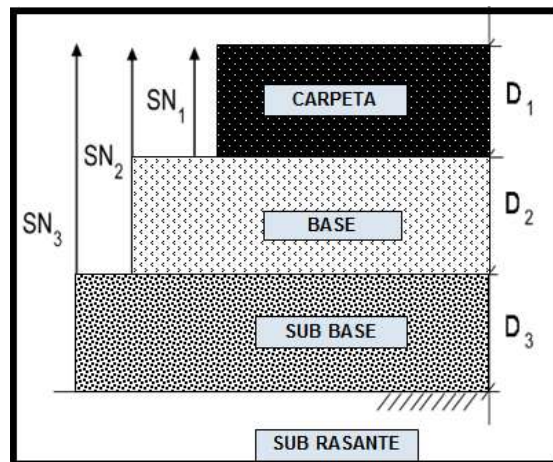


Imagen N° 17: Relación de numero estructural con sus espesores
Fuente: Manual ASSHTO. Guide for Design of pavement structures 1993. Pag. II-36

Se tiene $3.11 = 0.44 \times 3.00 + 0.13 \times D_2 \times 0.60 + 0.12 \times 12 \times 0.60$

$$3.11 = 1.32 + D_2 \times 0.078 + 0.864$$

$$D_3 = 11.87 \sim 12 \text{ pulg} = 30 \text{ cm}$$

ESTRUCTURA PROPUESTA

Carpeta asfáltica = 3 pulg ~ 7.6 ~ 8 cm.

Base Granular = 12 pulg = 30.5 ~ 31 cm.

Sub-base granular = 12 pulg. = 30.5 ~ 31 cm.

Espesor de pavimento 27 pulg. ~ 70 cm.

**DISEÑO DEL REFUERZO
METODO AASHTO 1993**

LUGAR DE ESTUDIO:CARRETERA PUERTO SANTA
SECCION:0+000 A 5+550 KM.

FECHA : jun-21

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
- B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

DATOS

450,00
28,50
16,50

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)
- D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
- F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

8,44E+05
85%
-0,842
0,45
7,52
3,8
2,0
20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)		0,44
Base granular (a ₂)		0,13
Subbase (a ₃)		0,12
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m ₂)		0,60
Subbase (m ₃)		0,60
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :		
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		3,11
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1,87
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,45
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0,80
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA		
	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (pulg)	4,2	3,0
ESPESOR BASE GRANULAR (pulg)	5,5	12,0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (pulg)	11,1	12,0
ESPESOR TOTAL (pulg)		27,0
TESISTA : ERIXS JUAN G. ZEGARRA CORDOVA		

Tabla 24 CALCULO DE ESPESOR DE PAVIMENTO
FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.3. **CALCULANDO ESPESORES DE PAVIMENTO TECNOLOGIA PROES.**

4.1.4.3.1. **EXPLORACION DE CANTERA.**

Se exploró las áreas aledañas a la carretera en estudio, percatándose de un depósito que a simple vista reúne las condiciones para ser utilizado en la base con el aditivo proes. De lo cual se procedió a realizar una calicata para así poder obtener una muestra y realizarle los ensayos respectivos.

Mallas	Abertura		Peso	
	[mm]	[grs]	retenido	% pasa
1/2"			7.098	99.48
3/8"			2.867	99.27
Nº 04	5,022		38.493	96.45
Nº 10	2,222		40.131	93.51
Nº 20	0,835		18.701	92.14
Nº 40	0,460		24.843	90.32
Nº 60	0,250		62.927	85.72
Nº 100	0,163		146.055	75.02
Nº 200	0,082		95.414	68.03
< Nº 200	-		929.071	-

Tabla 25 Granulometría de Cantera
FUENTE: Elaboración propia

Límite Líquido %	22,10
Límite Plástico %	15,15
Índice Plasticidad %	6,95
Clasif. SUCS	CL-ML
Clasif. AASHTO	A-4

Tabla 26 Límite de Atterberg y Clasificación de Cantera
FUENTE: Elaboración propia

Máxima Densidad Seca	:	1,910 GR/CM3
Contenido de Humedad	:	13.3%

Tabla 27 Datos obtenidos de Proctor - Cantera
FUENTE: Elaboración propia

CBR 0.1 DE PENETRACION	
C.B.R. 100% MDS :	9,60%
C.B.R. 95% MDS :	6,50%

Tabla 28 CBR de cantera
FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.3.2. DOSIFICACION ÓPTIMA DE ADITIVO PROES - CANTERA

Se realizaron tres pruebas de laboratorio a razón de poder hallar la muestra más representativa y económica para el estudio.

4.1.4.3.2.1. ADITIVO PROES 0.25 L/M³; CEMENTO PORTLAND MS 0.425 KG/M³

LIMITE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN		PROCTOR		°C.B.R. 0.1"	
L.L.	L.P.	I.P.	ASSHTO	SUCS	D. Max gr/cm ³	H. Opt. (%)	95%	100%
22.10	15.15	6.95	A-4	CL-ML	1,91	12.4	67.0	92.0

Tabla 29 Cuadro Resumen de ensayos de Laboratorio –Proes 0.25 l.
FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.3.2.2. ADITIVO PROES 0.30 L/M3: CEMENTO PORTLAND MS 0.425

KG/M3

LIMITE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN		PROCTOR		°C.B.R.	
L.L.	L.P.	I.P.	ASSHTO	SUCS	D. Max	H. Opt.	0.1"	
					gr/cm3	(%)	95%	100%
22.10	15.15	6.95	A-4	CL-ML	1,91	12.4	86.0	123.0

Tabla 30 Cuadro Resumen de ensayos de Laboratorio –Proes 0.30 l.

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.3.2.3. ADITIVO PROES 0.35 L/M3: CEMENTO PORTLAND MS 0.425 KG/M3

LIMITE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN		PROCTOR		°C.B.R.	
L.L.	L.P.	I.P.	ASSHTO	SUCS	D. Max	H. Opt.	0.1"	
					gr/cm3	(%)	95%	100%
22.10	15.15	6.95	A-4	CL-ML	1,91	12.4	101	143

Tabla 31 Cuadro Resumen de ensayos de Laboratorio –Proes 0.35 l.

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4.3.3. ANALIZANDO LOS MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS

4.1.4.3.3.1. MÓDULO DE RESILENCIA DEL CONCRETO ASFÁLTICO

Se considera 450,000 según ASSHTO 93'

4.1.4.3.3.2. MÓDULO DE RESILENCIA DE LA BASE GRANULAR (MR) Y COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A2)

Vamos a considerar los módulos residentes Aditivo proes 0.30 l/m³; cemento portland ms 0.425 kg/m³ y Aditivo proes 0.35 l/m³; cemento portland ms 0.425 kg/m³. Para poder analizarlo y obtener el módulo de resiliencia así como Coeficiente estructural (a2), extraeremos parte del texto AASHTO.

$$a_2 = 0.249(\log_{10} E_{BS}) - 0.977$$

For aggregate base layers, E_{BS} is a function of the stress state (θ) within the layer and is normally given by the relation

$$E_{BS} = k_1 \theta^{k_2}$$

where

- θ = stress state or sum of principal stresses $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ (psi), and
- k_1, k_2 = regression constants which are a function of material type

Typical values for base materials are:

$$k_1 = 3,000 \text{ to } 8,000$$

$$k_2 = 0.5 \text{ to } 0.7$$

At the AASHO Road Test, modulus values (E_{BS} in psi) for the base were as follows:

Moisture State	Equation	Stress State (psi)			
		$\theta = 5$	$\theta = 10$	$\theta = 20$	$\theta = 30$
Dry	$8,000\theta^{0.6}$	21,012	31,848	48,273	61,569
Damp	$4,000\theta^{0.6}$	10,506	15,924	24,136	30,784
Wet	$3,200\theta^{0.6}$	8,404	12,739	19,309	24,627

Imagen N°18: Obtención del coeficiente estructural según su esfuerzo y condición de humedad

Fuente: Manual ASSHTO. Guide for Design of pavement structures 1993. Pag. II-20

Para ello utilizaremos las formula

$$a_2 = 0.249 \log (E_{BS}) - 0.977$$

$$E_{BS} = K_1 \theta^{K_2}$$

Viendo el estado de humedad de la base se considera seca por lo tanto $K1 = 8000$ y aunque el suelo presenta un C.B.R. alto, se considera $K2 = 0.6$ ya que se trata de un material plástico y θ se requieren ensayos especiales para poder obtenerlos pero se podría intuir de los datos ya dados en la gráfica de la variación de la base granular.

De la imagen Nº 18

Se puede deducir

Si para un C.B.R. 100%, su coeficiente estructural $a2 = 0.14$ y un

MR = 30,000 psi. (Aproximado)

$$a2 = 0.249 \log (E_{Bs}) - 0.977 = 0.14 \dots\dots 1$$

$$E_{Bs} = K1 \times \theta^{K2} \dots\dots\dots 2$$

$$K1 = 8000 \dots\dots\dots 3$$

$$K2 = 0.6 \dots\dots\dots 4$$

De 1 de deduce

$$MR = E_{Bs} = 30,615.67 = 30,000 \text{aprox} \dots\dots\dots 5$$

5 en 2 , reemplazando datos 3 y 4

$$30,615.67 = 8000 \times \theta^{(0.6)}$$

$$\theta = 9.4.$$

para $\theta = 10$ corresponde un $M_R = E_{BS} = 31848$

Si para un C.B.R. 34% aprox, su coeficiente estructural $a_2 = 0.10$ y un

$M_R = 21,000$ psi. Aprox.

$$a_2 = 0.249 \log (E_{BS}) - 0.977 = 0.10 \dots\dots 1$$

$$E_{BS} = K_1 \times \theta^{K_2} \dots\dots\dots 2$$

$$K_1 = 8000 \dots\dots\dots 3$$

$$K_2 = 0.6 \dots\dots\dots 4$$

De 1 se deduce

$$M_R = E_{BS} = 211,149.55 = 21,000 \text{aprox} \dots\dots\dots 5$$

5 en 2, reemplazando datos 3 y 4

$$21149.55 = 8000 \times \theta^{(0.6)}$$

$$\theta = 5.05$$

Para $\theta = 5$ corresponde un $M_R = E_{BS} = 21.012$

a2	MR	CBR
0,07	16	20
0,095	19	30
0,108	22	40
0,115	24	50
0,125	26	60
0,13	27	70
0,14	30	100

Tabla 32 Relación entre del coeficiente estructural a2, CBR y MR

Fuente: Elaboración propia, datos obtenio del manual ASSHTO

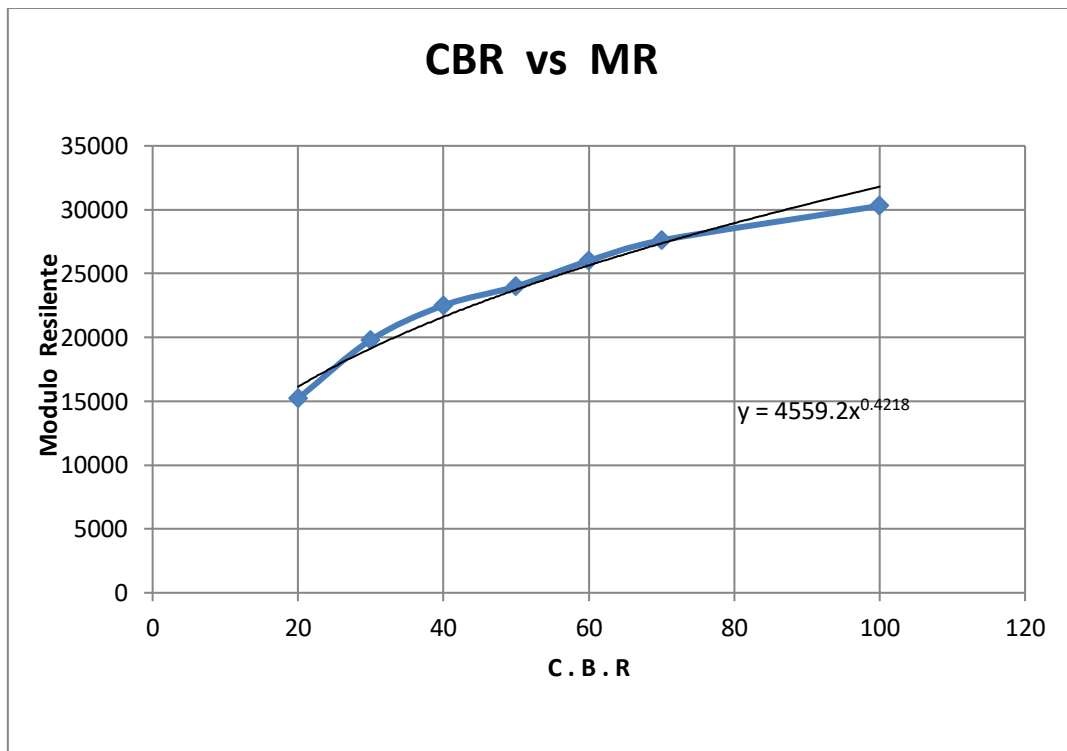


Imagen Nº19: Obtención de la Formula entre CBR y Modulo de Resilecia, a partir del tabla 31

Fuente: Elaboración propia

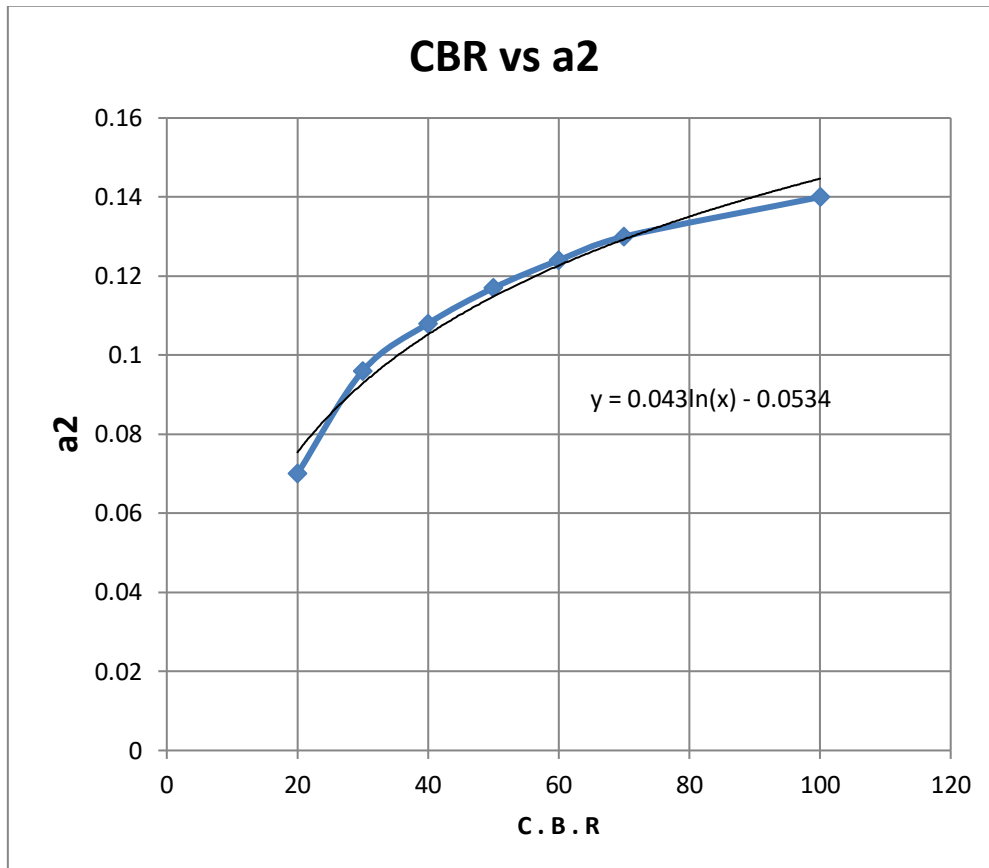


Imagen N°20: Obtención de la Formula entre CBR y coeficiente estructural, a partir del tabla 31
Fuente: Elaboración Propia

De lo gráficos, para CBR = 123.0 % un módulo de resiliencia $M_R = E_{BS} = 34.575$ y un coeficiente estructural $a_2 = 0.1531$

$$a_2 = 0.249 \log (E_{BS}) - 0.977 = 0.1531 \dots\dots 1$$

De 1 de deduce

$M_R = E_{BS} = 34558.45$ psi semejante al dato obtenido en la fórmula de la gráfica= 34575 psi.

Del Imagen 14 , para $\theta = 5$ corresponde un $M_R = E_{BS} = 21.012$

De las imágenes 15 y 16, para CBR = 143.0% un módulo de resiliencia $M_R = 35,778$ y un coeficiente estructural $a_2 = 0.1566$

$$a_2 = 0.249 \log (E_{BS}) - 0.977 = 0.1566 \dots\dots 1$$

De 1 de deduce

$M_R = E_{BS} = 35695.25$ psi semejante al dato obtenido en la fórmula de la gráfica = 35.778 psi.

Resumen:

C.B.R. (%)	Coefficiente Estructural (a2)	Módulo de Resiliencia (MR)
121.9	0.1531	34558.45 psi

Tabla 33 Obtención del coeficiente y módulo de resiliencia
Fuente: Elaboración propia

4.1.4.3.4. NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DEL ADITIVO PROES (SN)

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

Reemplazando datos en la fórmula, iterando para el cálculo del SN teórico

Obtenemos **SN = 3.11**

Se obtiene el mismo número estructural ya las características del suelo en donde se realizó el estudio no hay variado de un diseño a otro.

Calculando espesores de capa de estructura de pavimento con aditivo Proes.

4.1.4.3.4.1. ESPESOR PARA ADITIVO PROES 0.30 L/M3; CEMENTO PORTLAND MS 0.425

KG/M3, CBR : 121.9

Para el cálculo de espesores de capa se utiliza la ecuación dada por la AASHTO, donde relaciona el número estructural = 3.54 con los espesores de las capas (Iterando datos a razón de que cumplan con las condiciones dadas con las ASSHTO relacionando espesores entre sí), coeficientes estructurales ($a_1= 0.44$, $a_2= 0.1531$ y $a_3 = 0.11$) y drenaje de 0.6 para base y sub-base.

Considerando un espesor de la carpeta asfáltica de 7.62cm ó 3 pulg y un espesor de la sub-base 0 pulg. Quedando por hallar el espesor D2 de la Base.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

$$\text{Se tiene } 3.11 = 0.44 \times 3 + 0.1531 \times D_2 \times 0.6 + 0.11 \times 0 \times 0.6$$

$$3.11 = 1.32 + 0.09186 \times D_2 + 0$$

$$D_2 = 19.49 \sim 20 \text{ pulg.} = 49.3 \text{ cm.} \sim 50 \text{ cm}$$

ESTRUCTURA PROPUESTA

Carpeta asfáltica = 8 cm.

Base CON ADITIVO PROES 0.35 L/ m³ =23.59 PULG = 50 cm.

Espesor de pavimento 58 cm.

4.1.4.3.4.2. PARA ADITIVO PROES 0.35 L/M³; CEMENTO PORTLAND MS 0.425 KG/M³.

CBR: 132.2

Para el cálculo de espesores de capa se utiliza la ecuación dada por la AASHTO, donde relaciona el número estructural = 3.54 con los espesores de las capas (Iterando datos a razón de que cumplan con las condiciones dadas con las ASSHTO relacionando espesores entre sí), coeficientes estructurales ($a_1 = 0.44$, $a_2 = 0.1566$ y $a_3 = 0.11$) y drenaje de 0.8 para base y sub-base.

Considerando un espesor de la carpeta asfáltica de 7.62 cm ó 3 pulg y un espesor de la sub-base 0 pulg. Quedando por hallar el espesor D2 de la Base.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

$$\text{Se tiene } 3.11 = 0.44 \times 3 + 0.1566 \times D_2 \times 0.6 + 0.11 \times 0 \times 0.6$$

$$3.11 = 1.32 + 0.094 \times D2 + 0$$

$$D2 = 19 \text{ pulg.} = 48.4 \text{ cm.} \sim 49 \text{ cm}$$

ESTRUCTURA PROPUESTA

Carpeta asfáltica = 8 cm.

Base CON ADITIVO PROES 0.30 L/ m³ =19 PULG = 49 cm.

Espesor de pavimento 57 cm.

Según estructura del pavimento será considerado para el diseño la proporción de Aditivo proes 0.30 l/m³; cemento portland ms 0.425 kg/m³, CBR: 121.9 %.

4.2.DISCUSIÓN.

En el trabajo de investigación “Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito.” Los ensayos realizado a los 7 días con el aditivo P llego al 59,7 %, los suelos ensayados tienen según clasificación SUCS son: ML con un L.L. de 28 y un I.P. 5; MH con un L.L. 54 y I.P. 16. (NIETO VEGA, 2019),

Esto difiere de los estudios realizados ya que se obtuvo un CRB 123% esto se debería a la proporción de aditivo líquido y cemento y la granulometría de los agregados que es CL-ML, aunque es probable que el ensayo no haya sido hecho con el aditivo PROES aunque su metodología de aplicación es parecida.

En el trabajo de investigación “Análisis técnico-económico del suelo-cemento en pisos de viviendas de bajos recursos” concluye: En una vivienda que de forma demostrativa se aplicó la mezcla de suelo – cemento al 9% logrando una resistencia a la compresión de 43.4 kg/cm² siendo este superior a lo permitido 17.5 kg/cm². (Palacios Cardoza, 2019)

Esto corrobora el presente estudio, que el simple hecho de aplicarle cemento al suelo incrementa su capacidad portante, aunque no se hicieron estudios de resistencia se puede intuir por CBR obtenido, sin embargo difiere en la proporción de cemento que fue de 2,83 % y la aplicación del aditivo.

4.2.1. COMPARACIÓN TÉCNICA.

En la tabla N° 34 se puede observar que mediante el método tradicional obtiene un espesor de pavimento de 70 cm.

También se puede observar que mediante tecnología Proes se obtiene un espesor de pavimento de 58 cm.

En lo que podemos apreciar una diferencia de espesor de pavimento entre Tecnología Proes y el Método Tradicional es de 12 cm.

ESTRUCTURA	METODO	TECNOLOGIA
	TRADICIONAL	PROES
CARPETA ASFALTICA	8 cm	8 cm
BASE	31 cm	25 cm
SUB- BASE	31 cm	25cm
TOTAL	70 cm	58 cm

Tabla 34 Espesores de Pavimento Método Tradicional y Con Tecnología Proes
Fuente: Elaboración propia

4.2.2. COMPARACIÓN ECONÓMICA.

En la tabla N° 35 se puede observar que mediante el método tradicional obtiene un costo de 3.702.476,69 Nuevos soles.

En la tabla N° 36 se puede observar que mediante tecnología Proes se obtiene un costo de 3.296.219,73 Nuevos Soles.

En lo que podemos apreciar una diferencia de costo entre Tecnología Proes y el Método Tradicional es de 406.257 Nuevos Soles. Que llega a ser S/. 13.40 por m².

COMPARACIÓN ECONÓMICA	
METODO TRADICIONAL m²	S/.122,19
TECNOLOGIA PROES m²	S/.108,79
DIFERENCIA	S/.13,40

Tabla 35 comparación económica
Fuente: Elaboración propia

COSTO METODO TRADICIONAL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO PARCIAL	PRECIO	METRADO TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	30.300,00	1,80	54.540,00
2	PAVIMENTOS				-
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				-
02.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINA HASTA NIV SUB RASANTE	m3	21.210,00	16,33	346.359,3
02.01.03	SUB - BASE DE AFIRMADO PARA PAVIMENTO COMPAC. 31 cm.	m2	30.300,00	22,05	668.115,00
02.01.04	BASE DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS E=0,31cm.	m2	30.300,00	23,53	712.959,00
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE 7M3 .DM=10KM	m3	28.633,5	14,31	409.745,385
02.02	PAVIMENTO FLEXIBLE				-
02.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA MC-30	m2	30.300,00	5,90	178.770,00
02.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	30.300,00	43,96	1.331.988,00
					3.702.476,69

Tabla 36 costo de Método tradicional
Fuente: Elaboración propia

COSTO TECNOLOGIA PROES					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO	METRADO

			PARCIAL		TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	30.300,00	1,80	54.540,00
2	PAVIMENTOS				-
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				-
02.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINA HASTA NIV SUB RASANTE 58 cm.	m3	17.574,00	16,33	286.983,42
02.01.03	CEMENTO PORTLAN	BLS	15.150,00	21,50	325.725,00
02.01.04	BASE TRATADA CON TECNOLOGIA PROES 50 cm.	m2	30.300,00	25,7	778.710,00
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE 7M3 .DM=10KM	m3	23.7249,00	14,31	339.503,31
02.02	PAVIMENTO FLEXIBLE				-
02.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA MC-30	m2	30.300,00	5,90	178.770,00
02.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	30.300,00	43,96	1.331.988,00
					3.296.219,73

Tabla 37 costo de Tecnología Proes
Fuente: Elaboración p

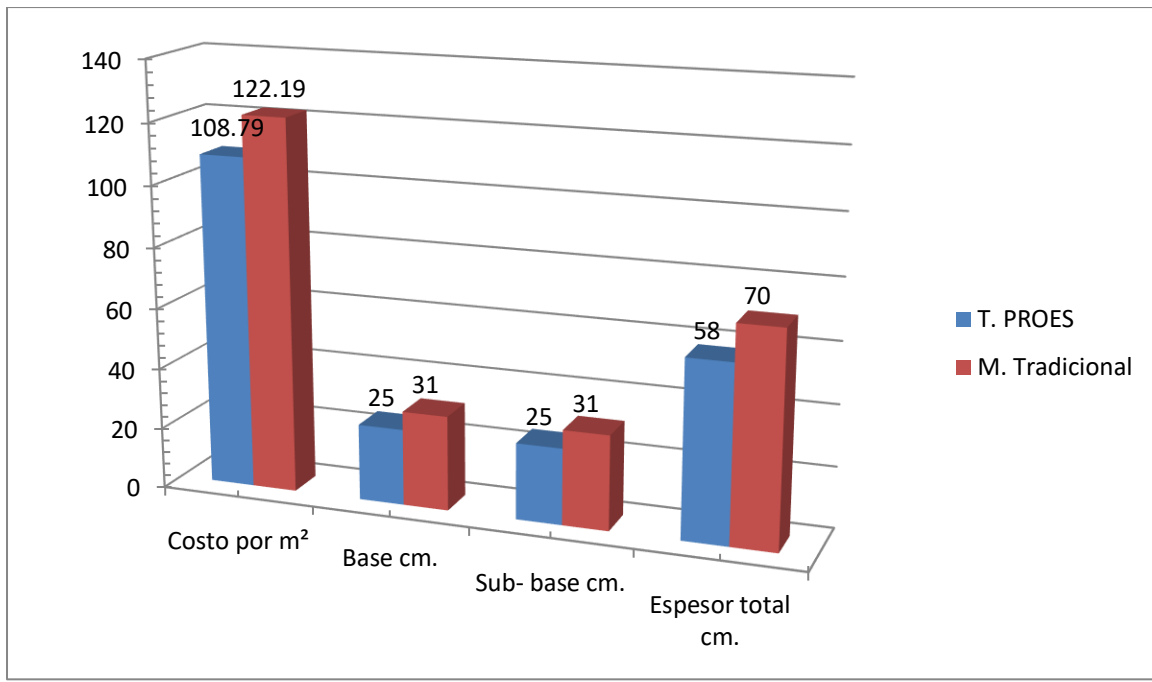


Tabla 387 comparaciones técnicas y económicas
Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

En la presente conclusión luego de hacer el análisis comparativo técnico y económico por el método tradicional y la Tecnología PROES, donde la Tecnología Proes ofrece mayores ventajas técnicas ya que el espesor de pavimento disminuye en 4 pulg. y económicas porque genera un ahorro de S/. 13,4 por m², por lo tanto se da por aceptada la hipótesis

Para el diseño Mediante el Método tradicional, se hizo el estudio de tráfico dando un ESAL = 844,014.15 considerándolo como una vía colectora, por lo que se vio necesario realizar 20 calicatas obteniendo un CBR mínimo de 5.40%, generando con estos datos los parámetros de diseño según el manual de carretera y ASSHTO 93 con módulo de resiliencia 7518.36 psi para la subrasante. Posteriormente con el obtenemos el CBR mínimos de base 80 % y sub- base 40% según CE - 010 Pavimentos Urbanos generando su coeficiente estructural y modulos de resiliencia por la grafica AASHTO para bases y sub-bases. Posteriormente se aplicaron las formulas ASSHTO para hallando los numeros estructurales correspondiente a cada una de las capas de pavimento y así poder hallar los espesores del pavimento.

Que para la estabilización del suelo con el aditivo PROES es necesario que el suelo cumpla con las características mínimas que exige el aditivo para su aplicación que son : IP >0 , Tamaño Máximo de 2" , Pasante Malla # 4 > 40%, Pasante Malla # 200 > 12% ; para así poder ensayarse y poder hallar la proporción de aditivo y cemento necesario para su aplicación en campo, en el caso que el suelo no cumpla con las características dadas por EETT del aditivo se tendrá que

buscar una cantera que si lo cumpla, que en este caso se localizó a 0,3 km de la progresiva 0+000.

Evaluar factores que se deben tener en cuenta Evaluando los factores a tener en cuenta para las consideraciones en la etapa de diseño:

Son las características de la sub rasante para saber así se podría utilizar el mismo suelo en la estabilización; el tipo de tránsito en este caso según el Manual de Carreteras es un TP4 así poder hallar su dosificación optima como su espesor y sus condiciones climáticas para definir el tipo de drenaje que elegiríamos para el diseño.

Al realizar los dos estudios en el diseño de pavimento respectivamente una para el método tradicional y otro para la tecnología proes se realizó las comparaciones respectivas respecto al espesor de su estructura y otra respecto a los costos asociados a la construcción de los mismos de ser el caso. Lo cual nos arrojó un espesor del pavimento para el método tradicional de 83cm, con un costo S/.3.702.476,69. Y para la tecnología proes de 68 cm, con un costo de S/.3.296.219,73 generando una diferencia a favor en las construcciones con tecnología proes S/.406.257.

Se concluyó que en la carretera al Puerto de Santa no presenta en todo su recorrido el porcentaje mínimo de finos necesario para poder utilizar el suelo de la sub rasante por lo que se vio obligado a buscar una cantera en las zonas aledañas a la carretera, que pudiera cumplir con las especificaciones técnicas mínimas para generar el diseño mediante la estabilización de suelos con Tecnología PROES.

Se obtuvo que la cantera localizada a 0.3 km de la carretera por la progresiva 0+000 que a simple vista presentaba gran cantidad de finos, la cual una realizada la calicata a una profundidad de 1.50 m. evaluando si es óptimo trabajar con el aditivo con tecnología PROES la cual arrojó un

CBR de 15.9 % y un a clasificación ASSHTO A-2-6 que según especificaciones técnicas del aditivo PROES que son : IP >0 , Tamaño Máximo: 2" Pasante Malla # 4 > 40% Pasante Malla # 200 > 12% ; lo cual cumplió.

Se encontró en los ensayos de laboratorio para las muestras obtenido de la calicata de la cantera con los aditivos en una proporción de Aditivo proes 0.25 l/m³; cemento portland ms 0.425 kg/m³, Aditivo proes 0.30 l/m³, cemento portland ms 0.425 kg/m³, Aditivo proes 0.35 l/m³, cemento portland ms 0.425 kg/m³; dejándose constante la proporción del aditivo solido que según bibliografía estudiadas se acercaría a su dosificación óptima.

Se obtuvo una CBR para Aditivo PROES 0.25 l/m³ de 89.6%, Aditivo proes 0.30 l/m³ de 121.9%, Aditivo proes 0.35 l/m³ 132.2%; incrementando su CBR en 73.7%, 106.0%,116.3% respectivamente, lo cual lo hace óptimo para una base estabilizada.

Se hallaron los módulos de resiliencia (MR) y coeficiente estructural para la base para el diseño con tecnología Proes necesarios para poder obtener el número estructural de diseño (SN), para las proporciones de aditivo de 0.3 ml/m³ y 0.35 ml/03 ya que esas proporciones sobrepasaron el 100 % del CBR al 95% con 1" de penetración. Para poder Hallar dichos valores se tuvo que generar dos gráficos con el uno relacionando el CBR de la base con el módulo de resiliencia (MR) y el otro el CBR con los coeficiente estructural (a₂), obteniéndose de la graficas la fórmulas para obtener dichos valores contrastándoles con la formula ASSHTTO que relaciona el a₂ con el MR ($a_2 = 0.249 * \log Mr - 0.977$), lo cual los datos obtenidos se acercan bastante por ello aludimos que las formular obtenidas están correctas. De lo cual se obtuvo que para un CBR = 123.0 %

corresponde $MR = 34558.45$ psi con un $a_2 = 0.1531$ y para un $CBR = 143.0\%$ corresponde $MR = 35695.25$ psi con un $a_2 = 0.1566$.

Se realizó el cálculo del número estructural tanto para el diseño por el método tradicional como para tecnología proes ya que sus variables de rasante, tráfico y de entorno son los mismo para ambos diseños, lo cual el número estructura del diseño es: $SN = 3.11$.

Se procedió a hallar los espesores para las capas del pavimento lo cual mediante el método tradicional nos da una carpeta asfáltica de 3" o 8cm, una base granular 31 cm y una sub base de 31 cm. Y para las propuesta con el método PROES tanto para 0.30 l/m³ una carpeta asfáltica de 3" o 8 cm, una base granular 50 cm. y para 0.35 l/m³ una carpeta asfáltica de 3" o 8 cm, una base granular 49cm con la cual optamos para el diseño la proporción de 0.30 l/m³ ya que no existe mucha variación en los espesores.

Se realizaron las comparación técnica con respecto a los espesores de pavimento lo cual podemos deducir que reducimos el espesor del pavimento al trabajar con tecnología.

Por lo tanto se concluye que trabajar con el aditivo proes nos generaría un ahorro sustancial en la estabilización de suelos para la pavimentación que de ser adoptado incrementaríamos a muy bajo costo la red vial del Perú.

5.2.RECOMENDACIONES.

- Se recomienda a los futuros investigadores que el Aditivo Proes traerá mayores ventajas técnicas y Económicas al proyecto que se genere en el distrito de Santa- Chimbote.
- También se recomienda realizar un análisis granulométrico detallado a fin de cerciorarse que el área en estudio tenga las características mínimas en todo el tramo para trabajar con el aditivo PROES, a razón de hacer más viable económicamente.
- Ya que para la elaboración de esta tesis se utilizó el cemento portland, se recomienda hacer nuevos ensayos con el aditivo solido de la marca ProesTech, a razón de generar las comparaciones técnicas y económicas con este estudio en los suelos del distrito.
- Después de demostrar que es viable y económicos, se recomienda a las municipalidades distritales y provinciales masificar el uso de este aditivo para la estabilización de suelos.
- No existe mucha información de cuál es el proceso físico - químico de como el aditivo reacciona con el suelo para alcanzar los altos valores de CBR, lo cual se recomendaría a los nuevos investigadores tenerlo como objeto de estudio.

Bibliografía

- Herrera Montealegre, M. C. (2014). *Determinación del módulo resiliente de diseño de pavimentos mediante criterios ASSHTO 1993 y 2002*. Lima.
- Angulo Roldan, D., & Rojas Escajadillo, E. H. (2016). *Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el A.A.H.H. El Milagro*. Loreto: Universidad Científica del Perú.
- Atarama Mondragón, E. A. (2015). *Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES*. Piura: Universidad de Piura.
- Cortes Olano, C. M., & Fernandez Carvallo, M. A. (2015). *INFLUENCIA DE LAS ZEOLITAS Y BIOPOLIMEROS EN EL MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE SUELOS DEL SUR, ESTE Y NORTE DE LIMA PARA VÍAS A NIVEL DE AFIRMADO*. Lima- Perú: Universidad Ricardo Palma.

- Dirección de Estudios Especiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (febrero de 2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación*. Recuperado el Junio de 2018, de Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación:

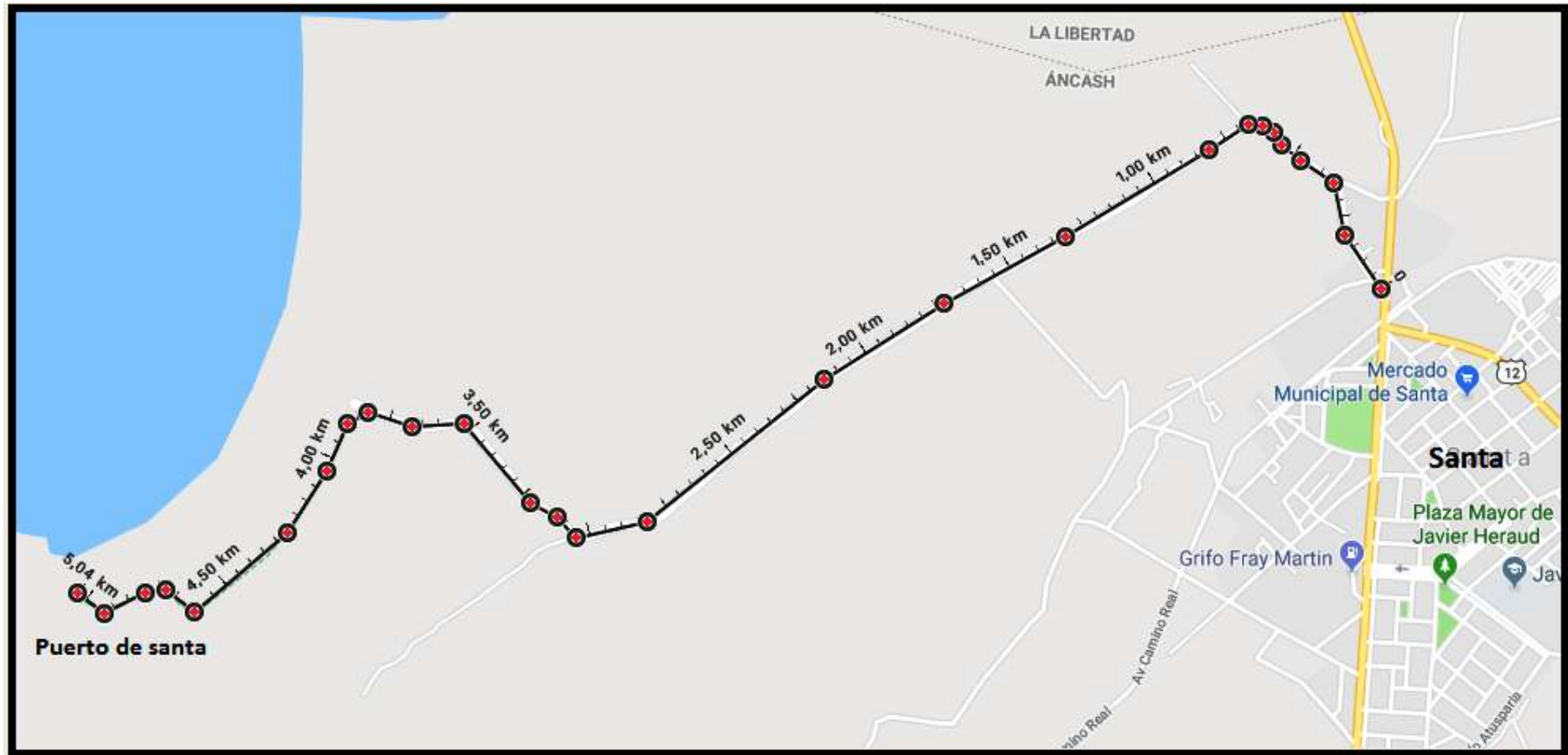
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- eddy.h. (s.f.). *Notas de PaVimento*. Recuperado el miércoles 17 de junio de 2019, de Notas de PaVimento: <http://notasdepavimentos.blogspot.com/2011/04/la-resistencia-de-los-suelos.html>
- Leon Fierro, K. J. (2016). *Funcionabilidad del aditivo solido Rocatech 70/30 como aglomerante para una base estabilizada con la tecnología proes en el proyecto vial N° 3 Cuzco*. Hunacayo: Universidad Continental.
- Martinez Rodriguez, D. S. (2015). *IMPACTO DEL CONTROL DE PESOS POR EJE DE VEHÍCULOS*. Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS; SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTO*. Lima - Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). *IMDA*. Recuperado el 28 de junio de 2018, de IMDA: <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>

- NIETO VEGA, J. S. (2019). *EVALUACIÓN DEL USO DE ADITIVOS QUÍMICOS NO TRADICIONALES COMO ESTABILIZADORES DE SUELOS LIMOSOS PARA CAMINOS PRODUCTIVOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO*. VALPARAISO – CHILE: UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA.
- Palacios Cardoza, G. R. (2019). *Análisis técnico-económico del suelo-cemento en pisos de viviendas de bajos recursos*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Pérez Maldonado, R. L., & Cañar Tiviano, E. S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinada con ceniza de carbón*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (11 de Noviembre de 2012). *CE 020 Estabilizacione de Suelos y Taludes*. Recuperado el Junio de 2018, de CE 020 Estabilizacione de Suelos y Taludes: https://www.academia.edu/11462837/NORMAS_LEGALES_VIVIENDA_Modifican_el_Reglamento_Nacional_de_Edificaciones
- Umpuri Pineda, K. (2015). *Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la Región de Puno*. Juliaca: Universidad Andina "Nestor Caseres Velasquez".
- Wikipedia. (21 de julio de 2018). *Capacidad Portante*. Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de Capacidad Portante: https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_portante
- Wikipedia. (03 de Junio de 2018). *Curva Granulométrica*. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de Curva Granulométrica: https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_granulom%C3%A9trica

- Wikipedia. (28 de Abril de 2018). *Tamizado o Cribado*. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de Tamizado o Cribado: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tamizado>

ANEXO I

Ubicación



ANEXO II

Granulometría,
contenido de
humedad, CBR
de la Carretera.

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

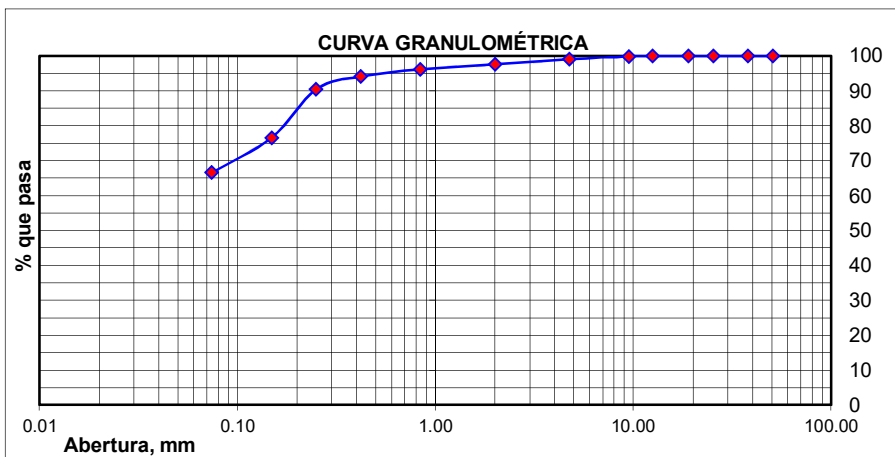
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 1 **Muestra** : M - 1 **Progresiva** : 0 + 080
De : 0,60 m. a 1,20.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 692.900

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	1.400	99.80
Nº 04	4.750	5.500	99.00
Nº 10	2.000	9.800	97.59
Nº 20	0.840	10.400	96.09
Nº 40	0.420	14.000	94.07
Nº 60	0.250	25.500	90.39
Nº 100	0.149	96.300	76.49
Nº 200	0.074	69.200	66.50
< Nº 200	-	460.800	-



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

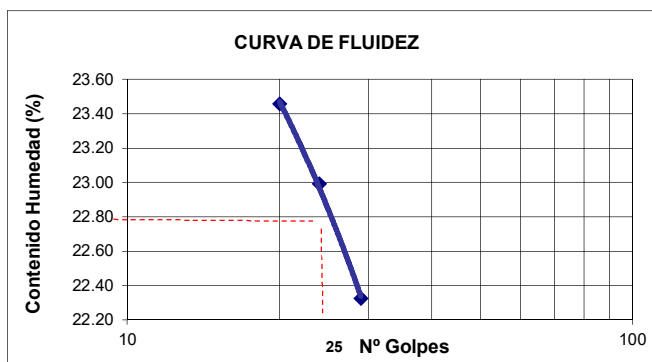
A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	20	24	29
2. Peso Tara, [gr]	20.800	26.310	31.250
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	47.220	51.240	69.550
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	42.200	46.580	62.560
5. Peso Agua, [gr]	5.020	4.660	6.990
6. Peso Suelo Seco, [gr]	21.400	20.270	31.310
7. Contenido de Humedad, [%]	23.458	22.990	22.325

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	21.660	35.100	31.250
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	24.990	38.350	33.620
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24.490	37.890	33.250
5. Peso Agua, [gr]	0.500	0.460	0.370
6. Peso Suelo Seco, [gr]	2.830	2.790	2.000
7. Contenido de Humedad, [%]	17.668	16.487	18.500

ARCILLAS INORGANICAS



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.300
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	152.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	141.300
4. Peso Agua, [gr]	11.350
5. Peso Suelo Seco, [gr]	121.000
6. Contenido de Humedad, [%]	9.380

Límite Líquido %	22.86
Límite Plástico %	17.55
Índice Plasticidad %	5.31
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.

Fecha : SEPT. 2018

Departamento : ANCASH

Provincia : SANTA

Distrito : SANTA

Calicata : C - 1

Muestra : M - 2

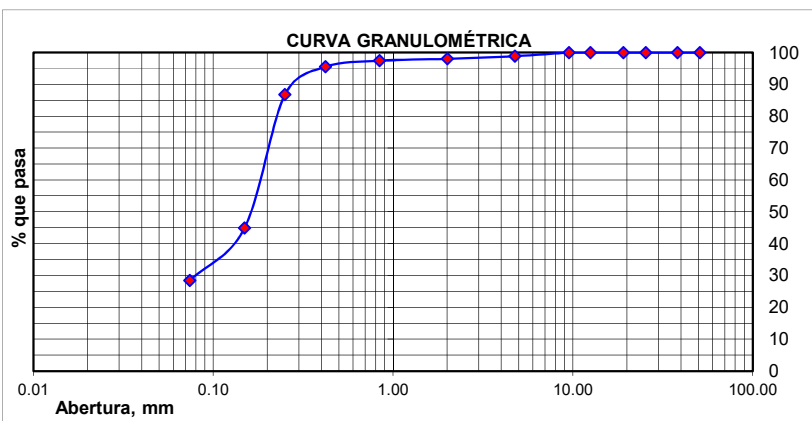
Progresiva : 0 + 080

De : 1,20 m. a 1,65 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 419.000

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	4.700	98.88
Nº 10	2.000	3.500	98.04
Nº 20	0.840	2.500	97.45
Nº 40	0.420	7.900	95.56
Nº 60	0.250	36.700	86.80
Nº 100	0.149	175.600	44.89
Nº 200	0.074	68.800	28.47
< Nº 200	-	119.300	-



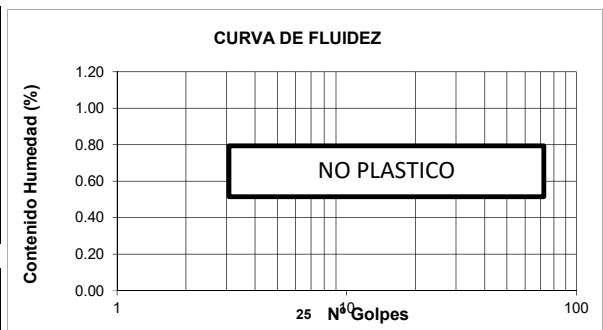
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PRESENTA		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PLASTICO		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	26.100
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	185.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	152.350
4. Peso Agua, [gr]	32.850
5. Peso Suelo Seco, [gr]	126.250
6. Contenido de Humedad, [%]	26.020

Límite Líquido %	----
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4 (0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

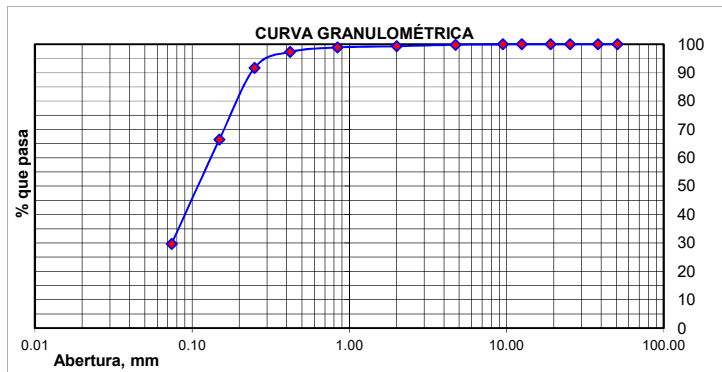
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.	Provincia : SANTA	Fecha : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH	Muestra : M -2	Distrito :SANTA
Calicata : C - 2 (2)		Progresiva : 0 + 320
De :1,00 a 1,60 m,		

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1139.300

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
N° 04	4.750	1.700	99.85
N° 10	2.000	6.000	99.32
N° 20	0.840	4.800	98.90
N° 40	0.420	17.800	97.34
N° 60	0.250	63.900	91.73
N° 100	0.149	288.400	66.42
N° 200	0.074	418.100	29.72
< N° 200	-	338.600	-



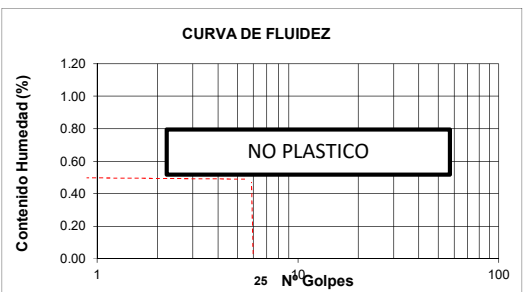
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PRESENTA		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PLÁSTICO		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.300
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	152.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	141.300
4. Peso Agua, [gr]	11.350
5. Peso Suelo Seco, [gr]	121.000
6. Contenido de Humedad, [%]	9.380

Límite Líquido %	-
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

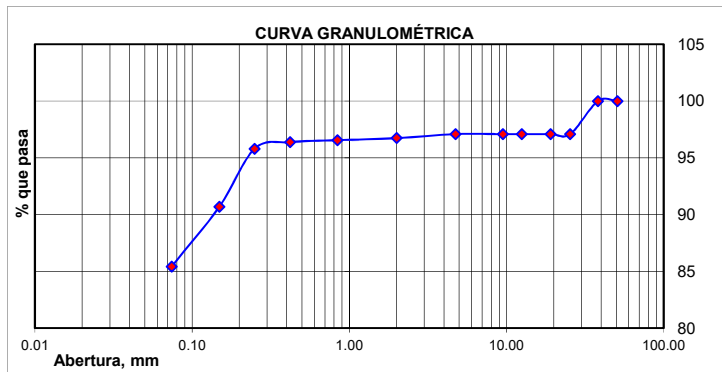
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 2(1) **Muestra** : M - 1 **Progresiva** : 0 + 320
De : 0,25 a 1,00 m,

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1330.400

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
11/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	38.700	97.09
3/4"	19.050	0.000	97.09
1/2"	12.500	0.000	97.09
3/8"	9.500	0.000	97.09
N° 04	4.750	0.000	97.09
N° 10	2.000	4.700	96.74
N° 20	0.840	2.400	96.56
N° 40	0.420	2.300	96.38
N° 60	0.250	7.700	95.81
N° 100	0.149	68.100	90.69
N° 200	0.074	70.200	85.41
< N° 200	-	1136.300	-



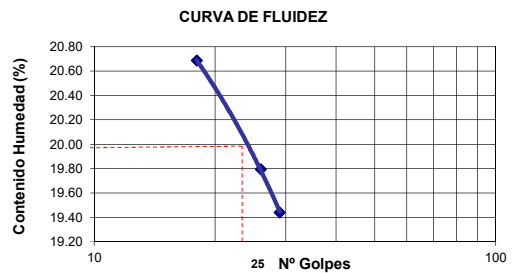
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	26	29
2. Peso Tara, [gr]	21.650	20.330	21.650
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	53.620	57.610	59.680
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	48.140	51.450	53.490
5. Peso Agua, [gr]	5.480	6.160	6.190
6. Peso Suelo Seco, [gr]	26.490	31.120	31.840
7. Contenido de Humedad, [%]	20.687	19.794	19.441

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PLASTICO		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.300
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	195.600
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	175.600
4. Peso Agua, [gr]	20.000
5. Peso Suelo Seco, [gr]	155.300
6. Contenido de Humedad, [%]	12.878

Límite Líquido %	19.91
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

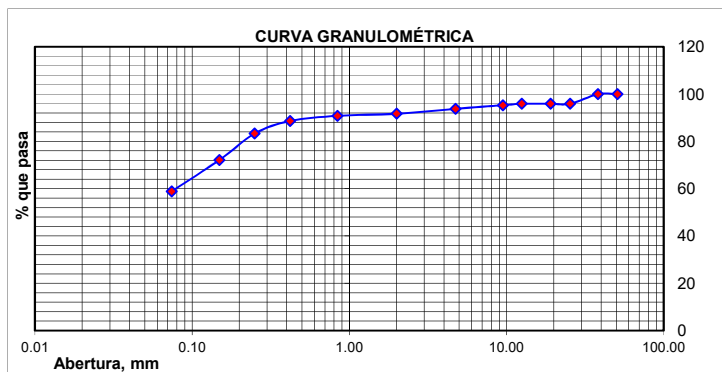
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Distrito : SANTA
 Calicata : C - 3(2) Muestra : M - 1 Progresiva : 0 + 570
 De : 1,00 a 1,75 m,

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 952.600

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	38.700	95.94
3/4"	19.050	0.000	95.94
1/2"	12.500	0.000	95.94
3/8"	9.500	5.700	95.34
Nº 04	4.750	14.600	93.81
Nº 10	2.000	20.000	91.71
Nº 20	0.840	8.300	90.84
Nº 40	0.420	20.700	88.66
Nº 60	0.250	50.900	83.32
Nº 100	0.149	106.500	72.14
Nº 200	0.074	126.500	58.86
< Nº 200	-	560.700	-



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

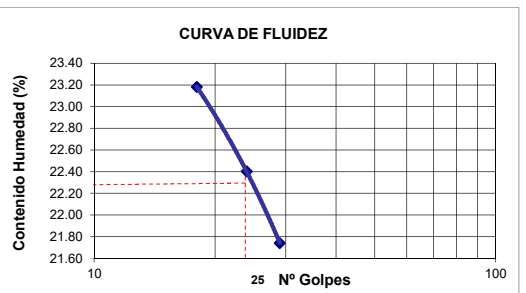
A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	24	29
2. Peso Tara, [gr]	35.070	28.650	32.660
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	62.330	59.520	69.340
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	57.200	53.870	62.790
5. Peso Agua, [gr]	5.130	5.650	6.550
6. Peso Suelo Seco, [gr]	22.130	25.220	30.130
7. Contenido de Humedad, [%]	23.181	22.403	21.739

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

NO PLÁSTICO



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	31.000
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	120.350
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	101.400
4. Peso Agua, [gr]	18.950
5. Peso Suelo Seco, [gr]	70.400
6. Contenido de Humedad, [%]	26.918

Límite Líquido %	22.27
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. INGENIERIA CIVIL
Departamento : ANCASH
Calicata : C - 3(1)
De : 1,00 a 1,75 m,

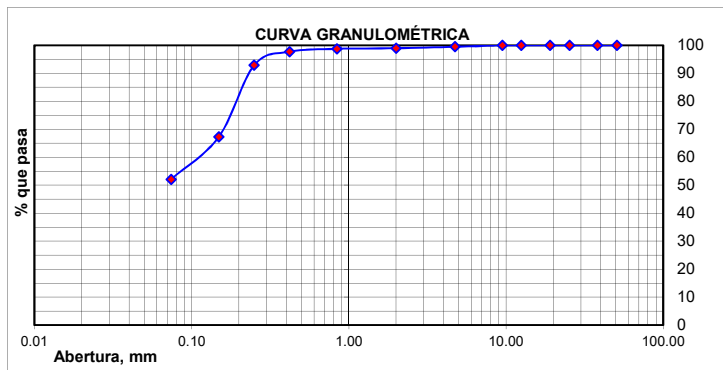
Provincia : SANTA
Muestra : M - 1

Fecha : SEPT. 2018
Distrito : SANTA
Progresiva : 0 + 570

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1139.300

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	6.100	99.46
Nº 10	2.000	6.000	98.94
Nº 20	0.840	2.500	98.72
Nº 40	0.420	11.600	97.70
Nº 60	0.250	55.100	92.86
Nº 100	0.149	291.500	67.28
Nº 200	0.074	173.500	52.05
< Nº 200	-	593.000	-



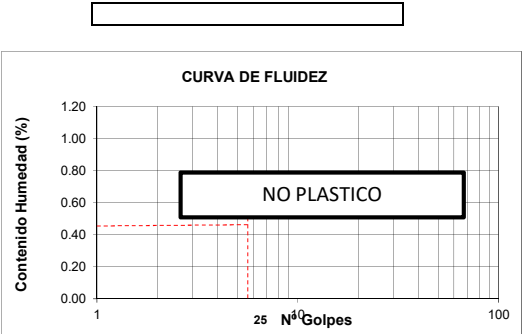
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLASTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.150
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	160.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	138.650
4. Peso Agua, [gr]	21.550
5. Peso Suelo Seco, [gr]	117.500
6. Contenido de Humedad, [%]	18.340

Límite Líquido %	-
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(3)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

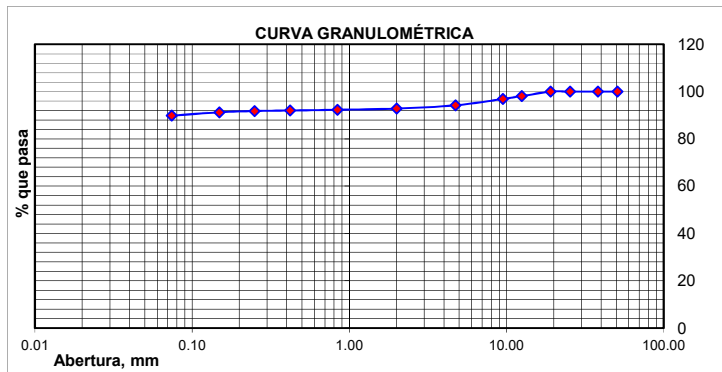
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.		Fecha : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH	Provincia : SANTA	Distrito : SANTA
Calicata : C - 4	Muestra : M - 3	Progresiva : 0 +820
De : 1,30 a 1,65 m		

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 462.700

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
11/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	8.700	98.12
3/8"	9.500	5.600	96.91
Nº 04	4.750	12.400	94.23
Nº 10	2.000	6.500	92.82
Nº 20	0.840	2.300	92.33
Nº 40	0.420	1.400	92.03
Nº 60	0.250	1.000	91.81
Nº 100	0.149	2.500	91.27
Nº 200	0.074	6.600	89.84
< N° 200	-	415.700	-



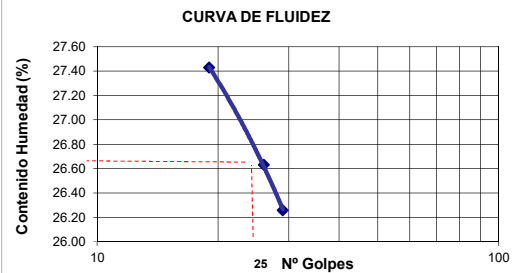
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	26	29
2. Peso Tara, [gr]	19.520	21.540	30.650
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	49.670	58.820	48.970
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	43.180	50.980	45.160
5. Peso Agua, [gr]	6.490	7.840	3.810
6. Peso Suelo Seco, [gr]	23.660	29.440	14.510
7. Contenido de Humedad, [%]	27.430	26.630	26.258

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	19.520	30.650	21.540
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	21.510	32.610	22.990
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	21.200	32.310	22.770
5. Peso Agua, [gr]	0.310	0.300	0.220
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.680	1.660	1.230
7. Contenido de Humedad, [%]	18.452	18.072	17.886



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	32.600
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	195.250
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	162.200
4. Peso Agua, [gr]	33.050
5. Peso Suelo Seco, [gr]	129.600
6. Contenido de Humedad, [%]	25.502

Límite Líquido %	26.76
Límite Plástico %	18.14
Índice Plasticidad %	8.62
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

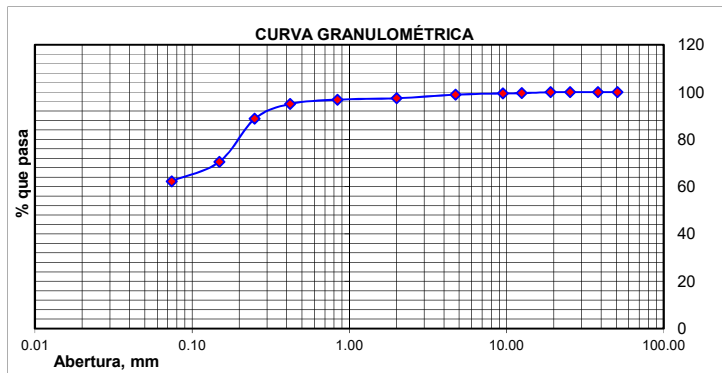
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 4 Muestra : M - 2 Distrito : SANTA
 De : 0,80 a 1.30 m. Progresiva : 0 + 820

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 2035.600

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	8.700	99.57
3/8"	9.500	2.000	99.47
Nº 04	4.750	10.600	98.95
Nº 10	2.000	31.000	97.43
Nº 20	0.840	12.300	96.83
Nº 40	0.420	36.900	95.01
Nº 60	0.250	127.900	88.73
Nº 100	0.149	370.700	70.52
Nº 200	0.074	166.700	62.33
< Nº 200	-	1268.800	-



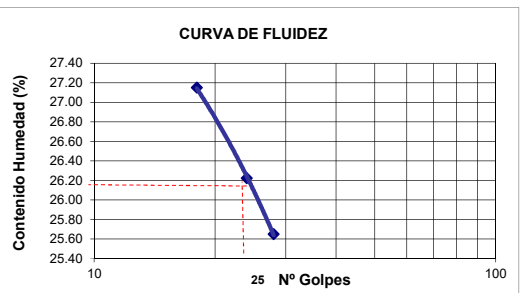
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	24	28
2. Peso Tara, [gr]	17.180	22.590	31.210
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	41.860	61.340	59.820
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.590	53.290	53.980
5. Peso Agua, [gr]	5.270	8.050	5.840
6. Peso Suelo Seco, [gr]	19.410	30.700	22.770
7. Contenido de Humedad, [%]	27.151	26.221	25.648

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	21.640	20.790	19.560
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	24.360	22.700	21.050
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	23.910	22.400	20.820
5. Peso Agua, [gr]	0.450	0.300	0.230
6. Peso Suelo Seco, [gr]	2.270	1.610	1.260
7. Contenido de Humedad, [%]	19.824	18.634	18.254



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	59.650
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	205.300
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	176.500
4. Peso Agua, [gr]	28.800
5. Peso Suelo Seco, [gr]	116.850
6. Contenido de Humedad, [%]	24.647

Límite Líquido %	26.14
Límite Plástico %	18.90
Índice Plasticidad %	7.24
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

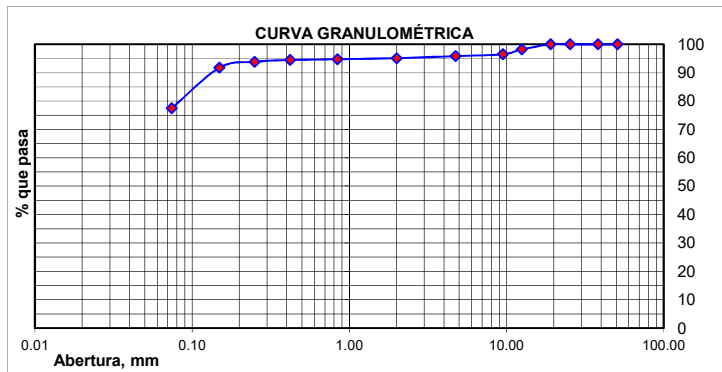
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 4 **Muestra** : M - 1 **Progresiva** : 0 + 820
De : 0,20 a 0,80 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 625.800

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	11.300	98.19
3/8"	9.500	10.600	96.50
Nº 04	4.750	4.000	95.86
Nº 10	2.000	4.600	95.13
Nº 20	0.840	2.400	94.74
Nº 40	0.420	1.700	94.47
Nº 60	0.250	3.900	93.85
Nº 100	0.149	13.100	91.75
Nº 200	0.074	89.400	77.47
< Nº 200	-	484.800	-



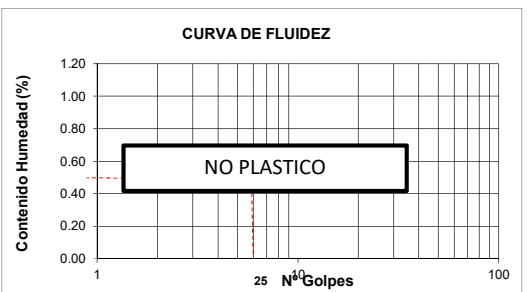
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	23.650
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	185.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	156.200
4. Peso Agua, [gr]	29.000
5. Peso Suelo Seco, [gr]	132.550
6. Contenido de Humedad, [%]	21.879

Límite Líquido %	-
Límite Plástico %	0.00
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(4)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

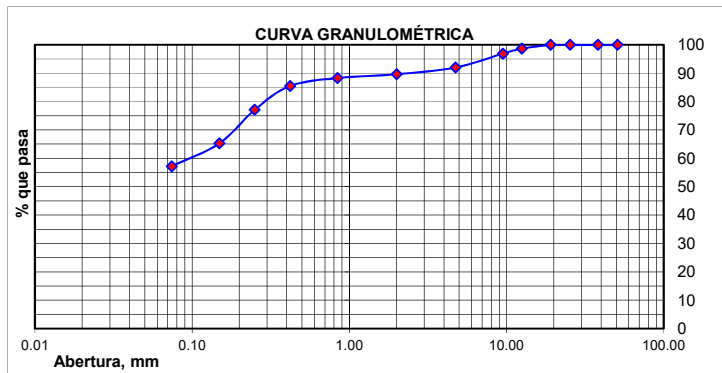
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 5 **Muestra** : M - 1 **Progresiva** : 1 + 070
De : 0,50 a 1,00 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 427.600

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	5.800	98.64
3/8"	9.500	7.300	96.94
Nº 04	4.750	21.000	92.03
Nº 10	2.000	10.200	89.64
Nº 20	0.840	5.800	88.28
Nº 40	0.420	11.800	85.52
Nº 60	0.250	35.900	77.13
Nº 100	0.149	50.700	65.27
Nº 200	0.074	34.600	57.18
< Nº 200	-	244.500	-



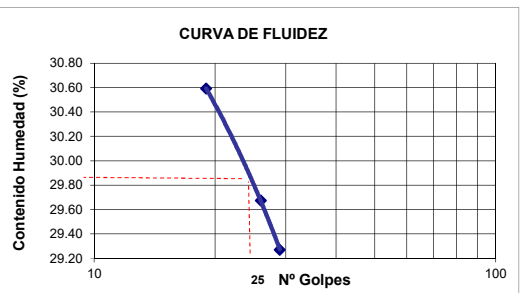
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	26	29
2. Peso Tara, [gr]	21.670	25.690	17.230
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	48.520	51.210	35.470
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	42.230	45.370	31.340
5. Peso Agua, [gr]	6.290	5.840	4.130
6. Peso Suelo Seco, [gr]	20.560	19.680	14.110
7. Contenido de Humedad, [%]	30.593	29.675	29.270

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	21.660	35.080	21.678
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.200	37.300	23.590
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.920	36.910	23.240
5. Peso Agua, [gr]	0.280	0.390	0.350
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.260	1.830	1.562
7. Contenido de Humedad, [%]	22.222	21.311	22.407



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	26.350
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	195.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	165.400
4. Peso Agua, [gr]	29.800
5. Peso Suelo Seco, [gr]	139.050
6. Contenido de Humedad, [%]	21.431

Límite Líquido %	29.84
Límite Plástico %	21.98
Índice Plasticidad %	7.86
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(4)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

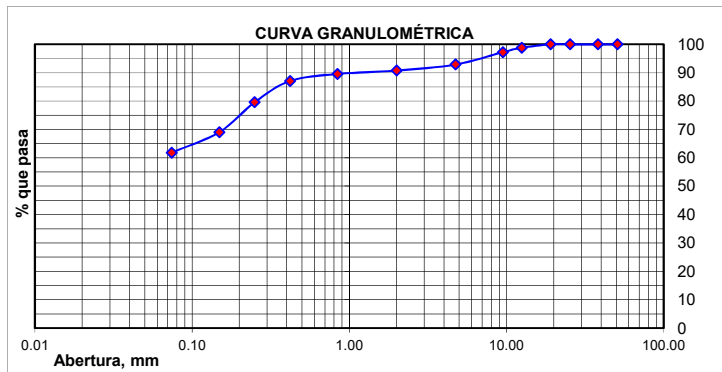
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 5 **Muestra** : M - 1 **Progresiva** : 0 + 080
De : 0,50 a 1,00 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 479.800

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	5.800	98.79
3/8"	9.500	7.300	97.27
Nº 04	4.750	21.000	92.89
Nº 10	2.000	10.200	90.77
Nº 20	0.840	5.800	89.56
Nº 40	0.420	11.800	87.10
Nº 60	0.250	35.900	79.62
Nº 100	0.149	50.700	69.05
Nº 200	0.074	34.600	61.84
< N° 200	-	296.700	-



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

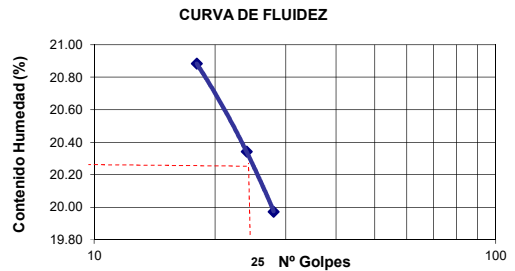
A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	24	28
2. Peso Tara, [gr]	21.950	19.850	21.020
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	52.340	49.370	38.860
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	47.090	44.380	35.890
5. Peso Agua, [gr]	5.250	4.990	2.970
6. Peso Suelo Seco, [gr]	25.140	24.530	14.870
7. Contenido de Humedad, [%]	20.883	20.342	19.973

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

NO PLÁSTICO



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	32.650
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	190.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	180.550
4. Peso Agua, [gr]	9.650
5. Peso Suelo Seco, [gr]	147.900
6. Contenido de Humedad, [%]	6.525

Límite Líquido %	20.26
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

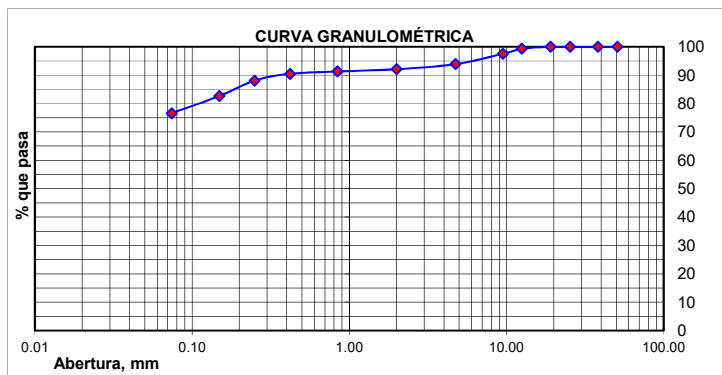
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Districto** : SANTA
Calicata : C - 6 **Muestra** : M - 2 **Progresiva** : 1 + 320
De : 0,85 a 1,70 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1269.300

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	8.240	99.35
3/8"	9.500	22.500	97.58
Nº 04	4.750	46.350	93.93
Nº 10	2.000	22.840	92.13
Nº 20	0.840	10.210	91.32
Nº 40	0.420	10.340	90.51
Nº 60	0.250	30.280	88.12
Nº 100	0.149	68.950	82.69
Nº 200	0.074	77.300	76.60
< Nº 200	-	972.290	-



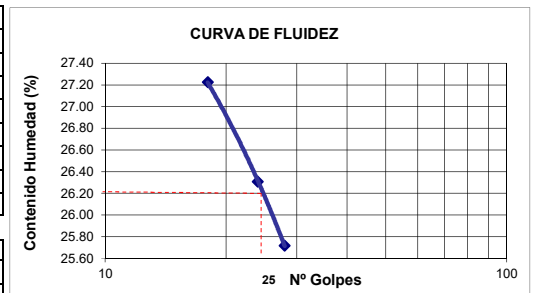
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	24	28
2. Peso Tara, [gr]	31.260	24.610	25.650
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	65.280	61.290	59.820
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	58.000	53.650	52.830
5. Peso Agua, [gr]	7.280	7.640	6.990
6. Peso Suelo Seco, [gr]	26.740	29.040	27.180
7. Contenido de Humedad, [%]	27.225	26.309	25.717

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	18.520	19.360	26.510
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	20.350	20.560	28.470
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	20.060	20.370	28.160
5. Peso Agua, [gr]	0.290	0.190	0.310
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.540	1.010	1.650
7. Contenido de Humedad, [%]	18.831	18.812	18.788



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	18.550
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	125.300
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	104.650
4. Peso Agua, [gr]	20.650
5. Peso Suelo Seco, [gr]	86.100
6. Contenido de Humedad, [%]	23.984

Límite Líquido %	26.19
Límite Plástico %	18.81
Índice Plasticidad %	7.38
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

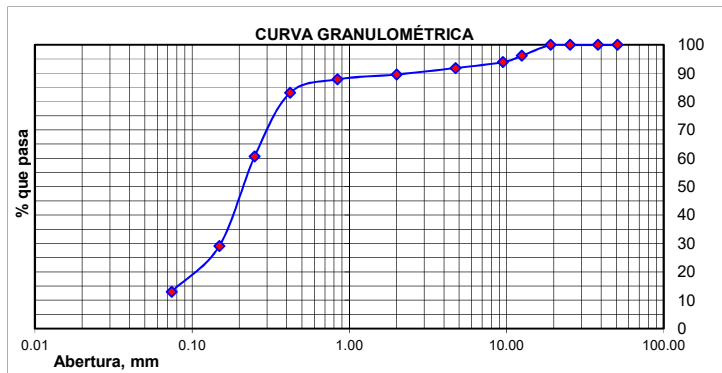
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 6 Muestra : M - 1 Distrito : SANTA
 De : 0,50 a 0,85 m. Progresiva : 1+320

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 556.570

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	21.350	96.16
3/8"	9.500	12.550	93.91
Nº 04	4.750	11.600	91.82
Nº 10	2.000	12.500	89.58
Nº 20	0.840	9.670	87.84
Nº 40	0.420	26.380	83.10
Nº 60	0.250	124.510	60.73
Nº 100	0.149	175.820	29.14
Nº 200	0.074	89.660	13.03
< Nº 200	-	72.530	-



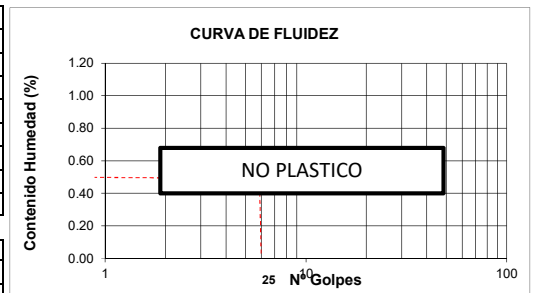
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.200
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	102.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	96.300
4. Peso Agua, [gr]	5.900
5. Peso Suelo Seco, [gr]	76.100
6. Contenido de Humedad, [%]	7.753

Límite Líquido %	22.80
Límite Plástico %	0.00
Índice Plasticidad %	22.80
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

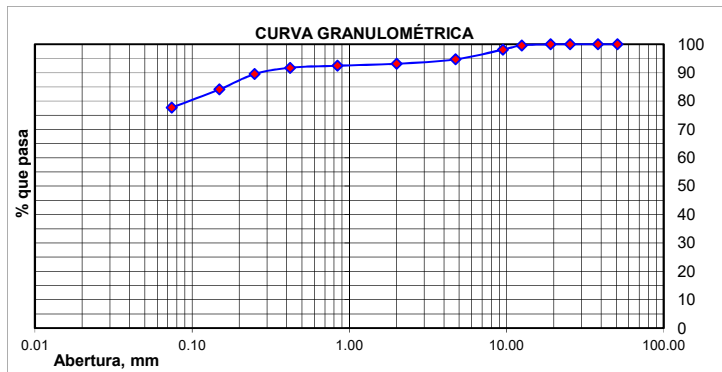
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 7 **Muestra** : M - 2 **Progresiva** : 1 + 570
De : 0,70 a 1,70 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1169.700

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
11/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	4.400	99.62
3/8"	9.500	17.100	98.16
Nº 04	4.750	40.300	94.72
Nº 10	2.000	18.500	93.13
Nº 20	0.840	7.800	92.47
Nº 40	0.420	8.500	91.74
Nº 60	0.250	25.500	89.56
Nº 100	0.149	63.900	84.10
Nº 200	0.074	74.600	77.72
< N° 200	-	909.100	-



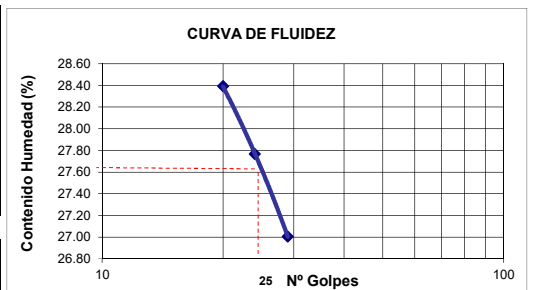
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	20	24	29
2. Peso Tara, [gr]	37.210	17.210	35.090
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	71.080	65.250	68.950
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	63.590	54.810	61.750
5. Peso Agua, [gr]	7.490	10.440	7.200
6. Peso Suelo Seco, [gr]	26.380	37.600	26.660
7. Contenido de Humedad, [%]	28.393	27.766	27.007

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	30.380	21.030	21.640
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33.160	23.360	24.240
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.680	22.990	23.790
5. Peso Agua, [gr]	0.480	0.370	0.450
6. Peso Suelo Seco, [gr]	2.300	1.960	2.150
7. Contenido de Humedad, [%]	20.870	18.878	20.930



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.900
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	103.900
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	89.000
4. Peso Agua, [gr]	14.900
5. Peso Suelo Seco, [gr]	68.100
6. Contenido de Humedad, [%]	21.880

Límite Líquido %	27.64
Límite Plástico %	20.23
Índice Plasticidad %	7.41
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

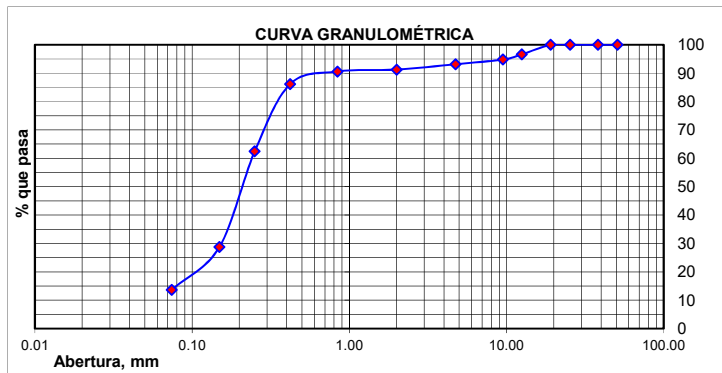
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 7 Muestra : M - 1 Distrito : SANTA
 De : 0,35 a 0,70m Progresiva : 1 + 570

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 488.500

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	16.300	96.66
3/8"	9.500	8.900	94.84
Nº 04	4.750	8.100	93.18
Nº 10	2.000	9.200	91.30
Nº 20	0.840	3.300	90.62
Nº 40	0.420	21.800	86.16
Nº 60	0.250	115.900	62.44
Nº 100	0.149	164.600	28.74
Nº 200	0.074	73.700	13.65
< Nº 200	-	66.700	-



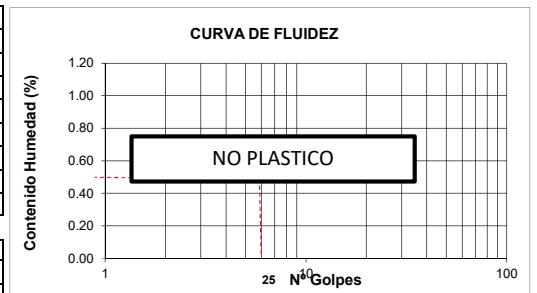
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.200
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	102.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	96.300
4. Peso Agua, [gr]	5.900
5. Peso Suelo Seco, [gr]	76.100
6. Contenido de Humedad, [%]	7.753

Límite Líquido %	-
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

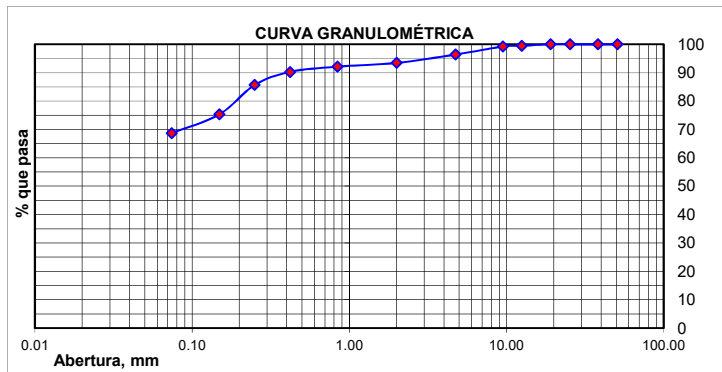
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 8 **Muestra** : M - 2 **Progresiva** : 1+780
De : 0,75 a 1,60 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1505.800

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	7.200	99.52
3/8"	9.500	4.300	99.24
Nº 04	4.750	42.600	96.41
Nº 10	2.000	44.500	93.45
Nº 20	0.840	19.700	92.14
Nº 40	0.420	28.000	90.28
Nº 60	0.250	69.500	85.67
Nº 100	0.149	155.800	75.32
Nº 200	0.074	99.400	68.72
< Nº 200	-	1034.800	-



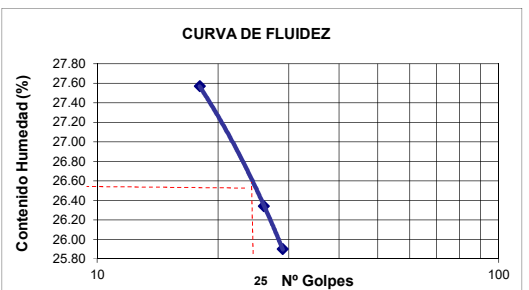
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	26	29
2. Peso Tara, [gr]	20.840	31.290	25.350
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	62.900	68.510	57.480
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	53.810	60.750	50.870
5. Peso Agua, [gr]	9.090	7.760	6.610
6. Peso Suelo Seco, [gr]	32.970	29.460	25.520
7. Contenido de Humedad, [%]	27.571	26.341	25.901

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	30.380	30.640	29.510
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.520	32.910	31.240
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.170	32.510	30.960
5. Peso Agua, [gr]	0.350	0.400	0.280
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.790	1.870	1.450
7. Contenido de Humedad, [%]	19.553	21.390	19.310



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	32.650
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	159.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	138.950
4. Peso Agua, [gr]	20.700
5. Peso Suelo Seco, [gr]	106.300
6. Contenido de Humedad, [%]	19.473

Límite Líquido %	26.51
Límite Plástico %	20.08
Índice Plasticidad %	6.43
Clasif. SUCS	CL-ML
Clasif. AASHTO	A-4(6)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.

Fecha : SEPT. 2018

Departamento : ANCASH

Provincia : SANTA

Distrito : SANTA

Calicata : C - 8

Muestra : M - 1

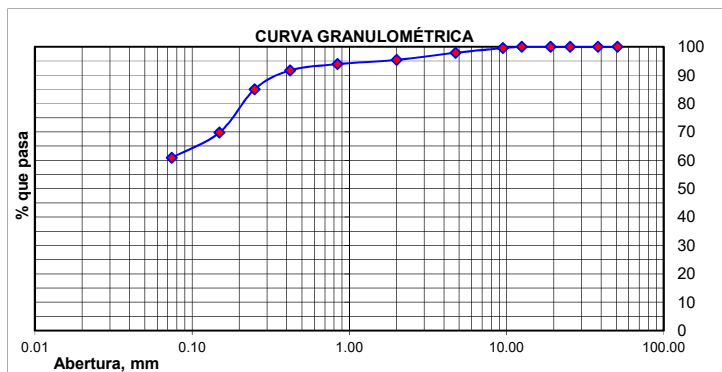
Progresiva : 1 + 780

De : 0,15 a 0,75 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1302.600

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	5.630	99.57
Nº 04	4.750	21.510	97.92
Nº 10	2.000	32.590	95.41
Nº 20	0.840	19.580	93.91
Nº 40	0.420	28.540	91.72
Nº 60	0.250	86.330	85.09
Nº 100	0.149	199.520	69.78
Nº 200	0.074	115.470	60.91
< Nº 200	-	793.430	-



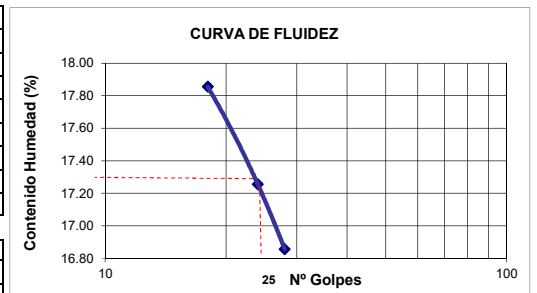
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	24	28
2. Peso Tara, [gr]	25.660	23.690	19.840
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	49.620	56.240	49.650
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	45.990	51.450	45.350
5. Peso Agua, [gr]	3.630	4.790	4.300
6. Peso Suelo Seco, [gr]	20.330	27.760	25.510
7. Contenido de Humedad, [%]	17.855	17.255	16.856

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.300
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	152.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	141.300
4. Peso Agua, [gr]	11.350
5. Peso Suelo Seco, [gr]	121.000
6. Contenido de Humedad, [%]	9.380

Límite Líquido %	17.17
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

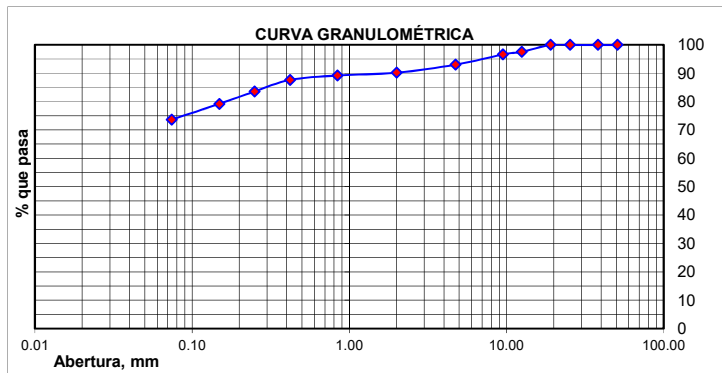
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 9 Muestra : M - 3 Distrito : SANTA
 De : 0,75 a 1,60 m. Progresiva : 2 + 030

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 810.800

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	19.900	97.55
3/8"	9.500	7.400	96.63
Nº 04	4.750	29.200	93.03
Nº 10	2.000	23.100	90.18
Nº 20	0.840	7.900	89.21
Nº 40	0.420	12.600	87.65
Nº 60	0.250	33.200	83.56
Nº 100	0.149	35.100	79.23
Nº 200	0.074	45.200	73.66
< Nº 200	-	597.200	-



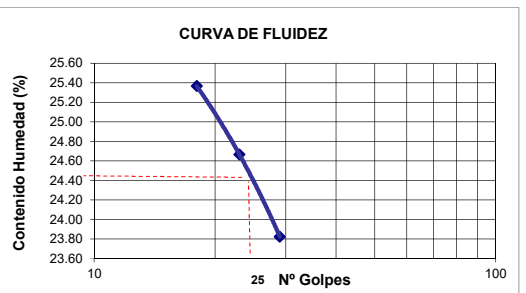
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	23	29
2. Peso Tara, [gr]	21.660	17.160	37.210
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	51.560	56.230	68.240
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	45.510	48.500	62.270
5. Peso Agua, [gr]	6.050	7.730	5.970
6. Peso Suelo Seco, [gr]	23.850	31.340	25.060
7. Contenido de Humedad, [%]	25.367	24.665	23.823

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	21.660	37.210	17.160
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.540	39.610	18.990
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	23.260	39.250	18.720
5. Peso Agua, [gr]	0.280	0.360	0.270
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.600	2.040	1.560
7. Contenido de Humedad, [%]	17.500	17.647	17.308



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.150
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	138.550
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	120.950
4. Peso Agua, [gr]	17.600
5. Peso Suelo Seco, [gr]	99.800
6. Contenido de Humedad, [%]	17.635

Límite Líquido %	24.42
Límite Plástico %	17.48
Índice Plasticidad %	6.94
Clasif. SUCS	CL-ML
Clasif. AASHTO	A-4(7)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
Departamento : ANCASH
Calicata : C - 9
De : 0,85 m a 1,30 m.

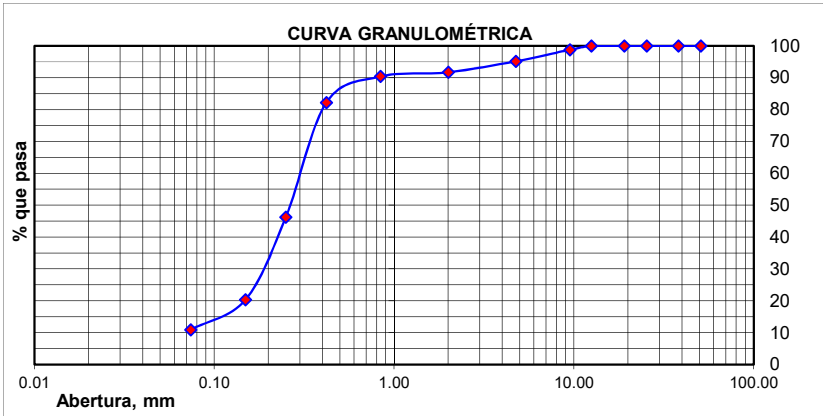
Provincia : SANTA
Muestra : M - 2

Fecha : SEPT. 2018
Distrito : SANTA
Progresiva : 2 + 030

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 525.400

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	6.200	98.82
Nº 04	4.750	19.000	95.20
Nº 10	2.000	18.200	91.74
Nº 20	0.840	6.900	90.43
Nº 40	0.420	43.000	82.24
Nº 60	0.250	188.900	46.29
Nº 100	0.149	136.300	20.35
Nº 200	0.074	49.500	10.93
< Nº 200	-	57.400	-



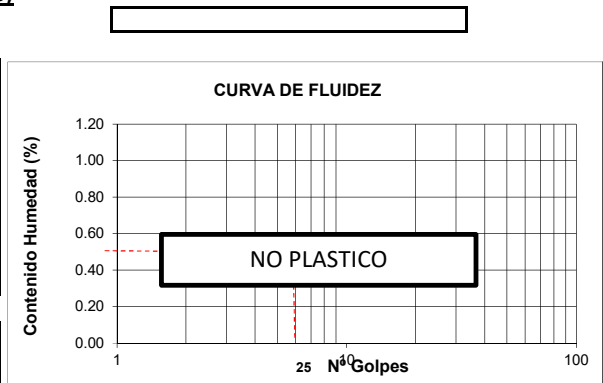
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]	NO PRESENTA		
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]	NO PLÁSTICO		
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.200
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	123.540
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	111.050
4. Peso Agua, [gr]	12.490
5. Peso Suelo Seco, [gr]	89.850
6. Contenido de Humedad, [%]	13.901

Límite Líquido %	-
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SP-SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

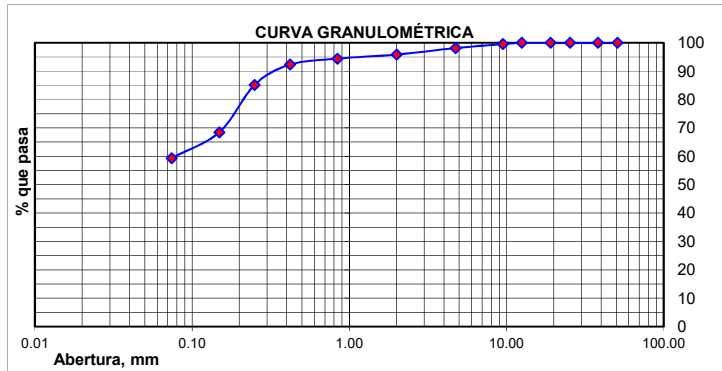
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Distrito : SANTA
 Calicata : C - 9 Muestra : M - 1 Progresiva : 2 + 030
 De : 0,35a 0,85 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1112.800

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	4.800	99.57
Nº 04	4.750	15.600	98.17
Nº 10	2.000	25.400	95.88
Nº 20	0.840	15.900	94.46
Nº 40	0.420	23.500	92.34
Nº 60	0.250	79.500	85.20
Nº 100	0.149	185.700	68.51
Nº 200	0.074	102.000	59.35
< Nº 200	-	660.400	-



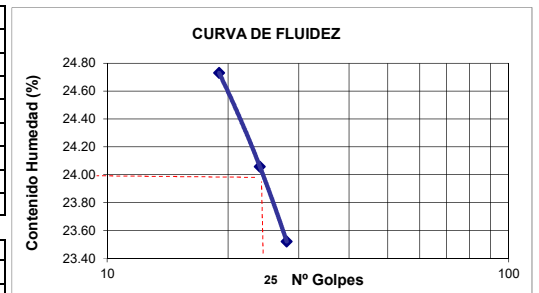
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	24	28
2. Peso Tara, [gr]	17.170	17.230	21.650
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	49.650	52.340	50.650
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	43.210	45.531	45.128
5. Peso Agua, [gr]	6.440	6.809	5.522
6. Peso Suelo Seco, [gr]	26.040	28.301	23.478
7. Contenido de Humedad, [%]	24.731	24.059	23.520

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.250
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	132.550
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	126.150
4. Peso Agua, [gr]	6.400
5. Peso Suelo Seco, [gr]	104.900
6. Contenido de Humedad, [%]	6.101

Límite Líquido %	23.93
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(4)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

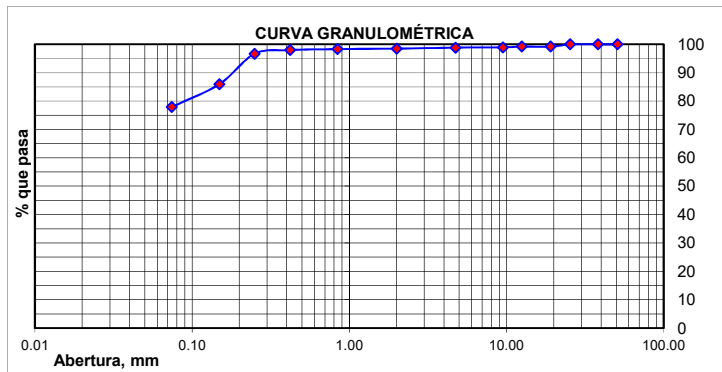
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 10 **Muestra** : M - 2 **Progresiva** : 2 + 290
De : 0,60 a 1,65 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1347.500

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	10.700	99.21
1/2"	12.500	0.000	99.21
3/8"	9.500	3.400	98.95
N° 04	4.750	1.500	98.84
N° 10	2.000	4.800	98.49
N° 20	0.840	2.200	98.32
N° 40	0.420	4.800	97.97
N° 60	0.250	17.300	96.68
N° 100	0.149	144.600	85.95
N° 200	0.074	108.700	77.88
< N° 200	-	1049.500	-



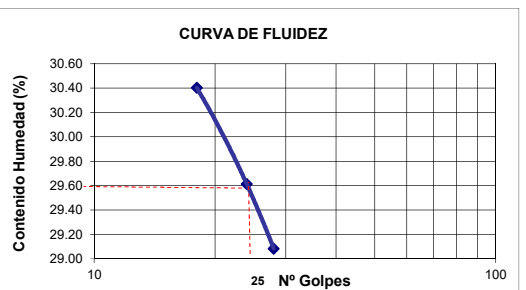
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	18	24	28
2. Peso Tara, [gr]	20.990	20.800	17.210
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	54.960	49.950	51.430
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	47.040	43.290	43.720
5. Peso Agua, [gr]	7.920	6.660	7.710
6. Peso Suelo Seco, [gr]	26.050	22.490	26.510
7. Contenido de Humedad, [%]	30.403	29.613	29.083

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	21.640	35.110	30.630
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	24.210	37.460	33.450
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	23.790	37.060	32.980
5. Peso Agua, [gr]	0.420	0.400	0.470
6. Peso Suelo Seco, [gr]	2.150	1.950	2.350
7. Contenido de Humedad, [%]	19.535	20.513	20.000



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.250
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	190.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	159.950
4. Peso Agua, [gr]	30.700
5. Peso Suelo Seco, [gr]	138.700
6. Contenido de Humedad, [%]	22.134

Límite Líquido %	29.51
Límite Plástico %	20.02
Índice Plasticidad %	9.49
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(8)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

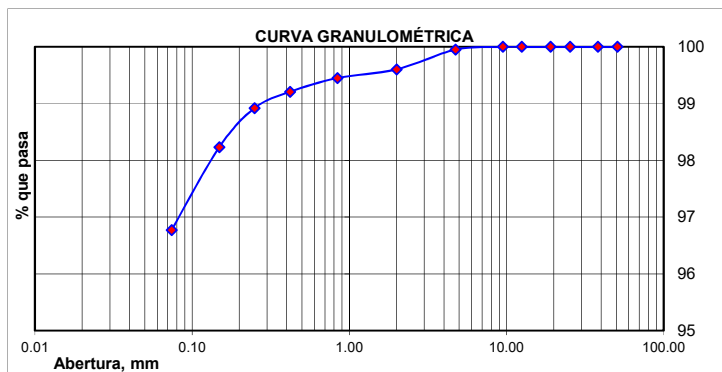
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Distrito : SANTA
 Calicata : C - 10 Muestra : M - 1 Progresiva : 2 + 290
 De : 0,20 a 0,60 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1438.300

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	0.700	99.95
Nº 10	2.000	5.000	99.60
Nº 20	0.840	2.200	99.45
Nº 40	0.420	3.500	99.21
Nº 60	0.250	4.100	98.92
Nº 100	0.149	9.900	98.23
Nº 200	0.074	21.000	96.77
< Nº 200	-	1391.900	-



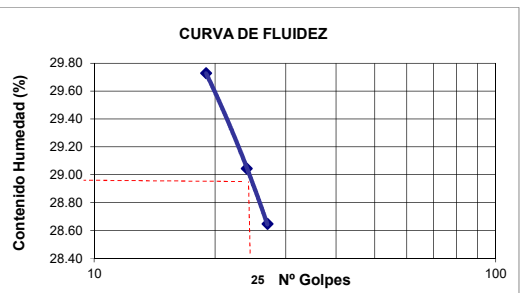
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	24	27
2. Peso Tara, [gr]	21.150	22.900	30.370
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	49.950	52.050	57.360
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	43.350	45.489	51.350
5. Peso Agua, [gr]	6.600	6.561	6.010
6. Peso Suelo Seco, [gr]	22.200	22.589	20.980
7. Contenido de Humedad, [%]	29.730	29.045	28.646

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	17.170	30.630	21.650
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	20.030	32.720	35.460
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	19.430	32.290	32.530
5. Peso Agua, [gr]	0.600	0.430	2.930
6. Peso Suelo Seco, [gr]	2.260	1.660	10.880
7. Contenido de Humedad, [%]	26.549	25.904	26.930



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	17.160
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	87.950
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	82.950
4. Peso Agua, [gr]	5.000
5. Peso Suelo Seco, [gr]	65.790
6. Contenido de Humedad, [%]	7.600

Límite Líquido %	28.96
Límite Plástico %	26.46
Índice Plasticidad %	2.50
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(6)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

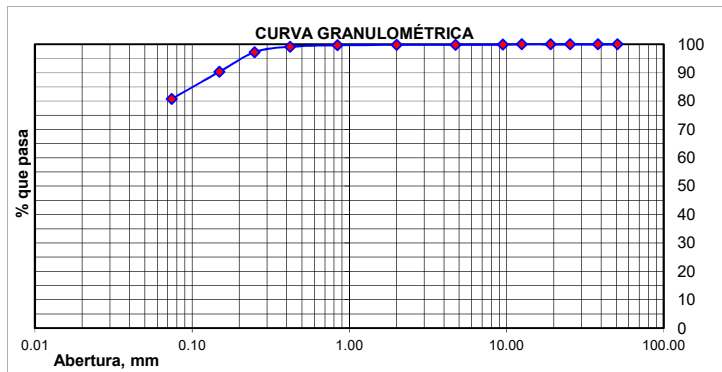
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA - PROVINCIA DEL SANTA - ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 11 **Muestra** : M - 3 **Progresiva** : 2 + 540
De : 0,75 a 1,60 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1422.700

Mallas	Abertura	Peso retenido	% pasa
	[mm]	[grs]	
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	1.500	99.89
Nº 04	4.750	0.500	99.86
Nº 10	2.000	0.800	99.80
Nº 20	0.840	1.800	99.68
Nº 40	0.420	7.000	99.18
Nº 60	0.250	27.800	97.23
Nº 100	0.149	98.400	90.31
Nº 200	0.074	136.700	80.71
< N° 200	-	1148.200	-



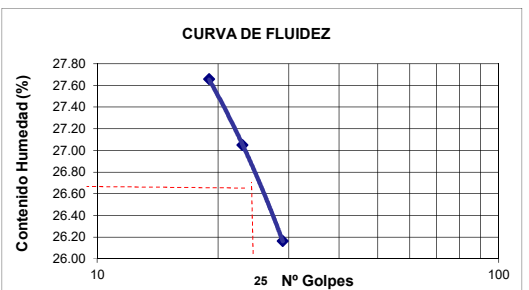
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	23	29
2. Peso Tara, [gr]	35.090	26.520	19.580
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	68.230	53.620	53.480
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	61.050	47.850	46.450
5. Peso Agua, [gr]	7.180	5.770	7.030
6. Peso Suelo Seco, [gr]	25.960	21.330	26.870
7. Contenido de Humedad, [%]	27.658	27.051	26.163

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	26.520	19.580	35.090
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	28.510	21.020	37.120
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	28.200	20.790	36.780
5. Peso Agua, [gr]	0.310	0.230	0.340
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.680	1.210	1.690
7. Contenido de Humedad, [%]	18.452	19.008	20.118



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	23.250
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	195.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	163.500
4. Peso Agua, [gr]	31.700
5. Peso Suelo Seco, [gr]	140.250
6. Contenido de Humedad, [%]	22.602

Límite Líquido %	26.81
Límite Plástico %	19.19
Índice Plasticidad %	7.62
Clasif. SUCS	CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.

Departamento : ANCASH

Calicata : C - 11

De : 1,00 a 1,50 m.

Provincia : SANTA

Muestra : M - 2

Fecha : SEPT. 2018

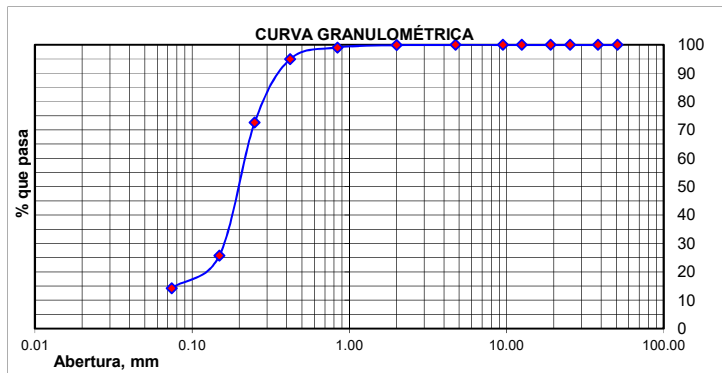
Distrito : SANTA

Progresiva : 2 + 540

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 413.000

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	0.000	100.00
Nº 10	2.000	0.500	99.88
Nº 20	0.840	3.300	99.08
Nº 40	0.420	17.100	94.94
Nº 60	0.250	92.300	72.59
Nº 100	0.149	193.600	25.71
Nº 200	0.074	47.200	14.29
< Nº 200	-	59.000	-



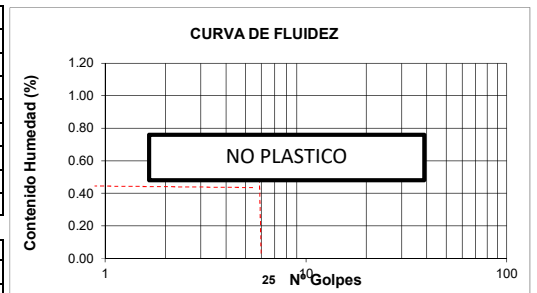
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	34.600
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	134.400
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	127.600
4. Peso Agua, [gr]	6.800
5. Peso Suelo Seco, [gr]	93.000
6. Contenido de Humedad, [%]	7.312

Límite Líquido %	-
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4 (0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

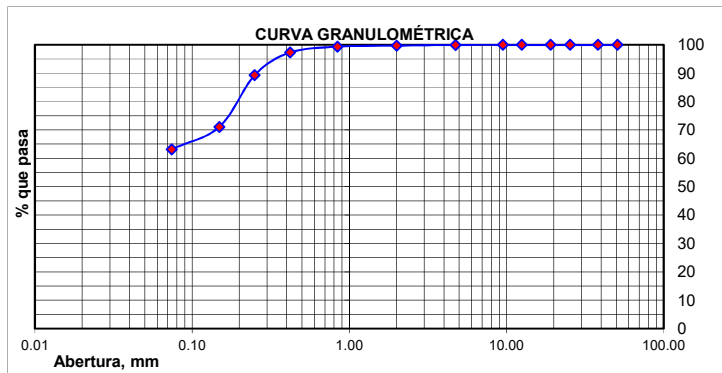
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 11 Muestra : M - 1 Distrito : SANTA
 De : 0,50 a 1,00 m. Progresiva : 2 + 540

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1248.100

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	0.300	99.98
Nº 10	2.000	3.100	99.73
Nº 20	0.840	4.700	99.35
Nº 40	0.420	25.800	97.28
Nº 60	0.250	99.600	89.30
Nº 100	0.149	227.500	71.08
Nº 200	0.074	98.100	63.22
< Nº 200	-	789.000	-



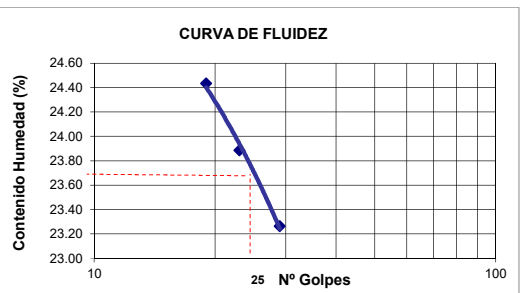
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	23	29
2. Peso Tara, [gr]	21.180	20.750	30.550
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	49.850	52.450	53.440
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	44.220	46.338	49.120
5. Peso Agua, [gr]	5.630	6.112	4.320
6. Peso Suelo Seco, [gr]	23.040	25.588	18.570
7. Contenido de Humedad, [%]	24.436	23.886	23.263

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	20.810	20.260	19.550
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.150	22.260	23.450
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.780	21.950	22.780
5. Peso Agua, [gr]	0.370	0.310	0.670
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.970	1.690	3.230
7. Contenido de Humedad, [%]	18.782	18.343	20.743



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.450
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	99.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	95.850
4. Peso Agua, [gr]	3.800
5. Peso Suelo Seco, [gr]	74.400
6. Contenido de Humedad, [%]	5.108

Límite Líquido %	23.68
Límite Plástico %	19.29
Índice Plasticidad %	4.39
Clasif. SUCS	CM-CL
Clasif. AASHTO	A-4(5)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

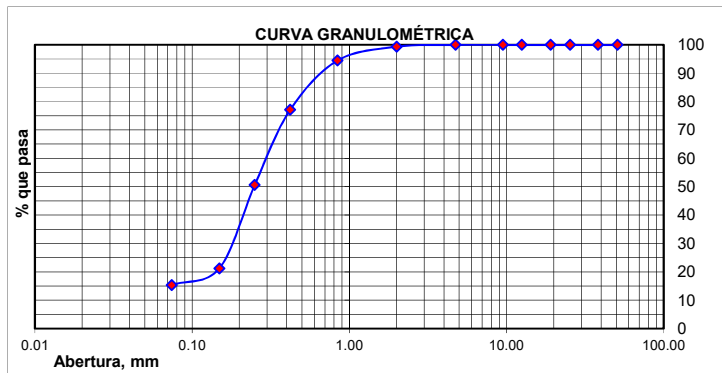
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 12 Muestra : M - 2 Distrito : SANTA
 De : 0,80 a 1,70 m. Progresiva : 2 + 810

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1052.600

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	0.000	100.00
Nº 10	2.000	6.800	99.35
Nº 20	0.840	51.500	94.46
Nº 40	0.420	182.800	77.09
Nº 60	0.250	278.900	50.60
Nº 100	0.149	308.900	21.25
Nº 200	0.074	62.200	15.34
< Nº 200	-	161.500	-



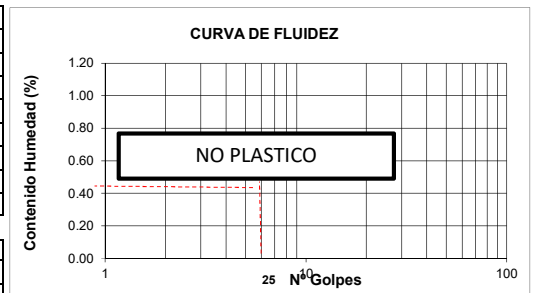
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	17.160
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	99.950
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	94.200
4. Peso Agua, [gr]	5.750
5. Peso Suelo Seco, [gr]	77.040
6. Contenido de Humedad, [%]	7.464

Límite Líquido %	26.51
Límite Plástico %	0.00
Índice Plasticidad %	26.51
Clasif. SUCS	CL-ML
Clasif. AASHTO	A-4(6)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. INGENIERIA CIVIL

Fecha : SEPT. 2018

Departamento : ANCASH

Provincia : SANTA

Distrito : SANTA

Calicata : C - 12

Muestra : M - 1

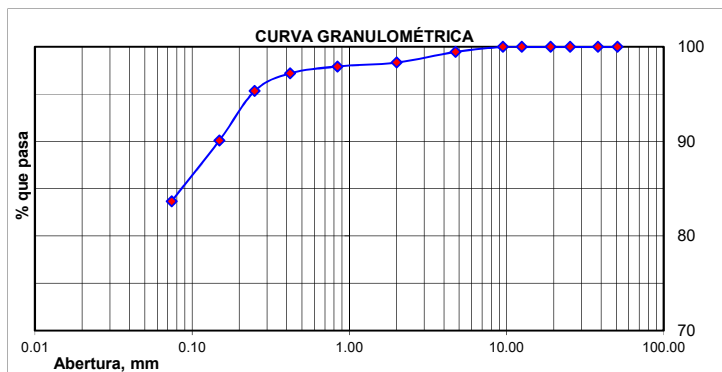
Progresiva : 2 + 810

De : 0,80 a 1,70 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 908.900

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	4.800	99.47
Nº 10	2.000	10.300	98.34
Nº 20	0.840	3.700	97.93
Nº 40	0.420	6.700	97.19
Nº 60	0.250	16.900	95.34
Nº 100	0.149	47.600	90.10
Nº 200	0.074	58.400	83.67
< Nº 200	-	760.500	-



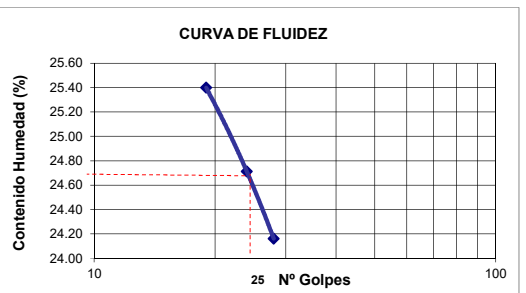
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	24	28
2. Peso Tara, [gr]	21.650	20.750	32.150
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43.620	55.500	67.850
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	39.170	48.614	60.903
5. Peso Agua, [gr]	4.450	6.886	6.947
6. Peso Suelo Seco, [gr]	17.520	27.864	28.753
7. Contenido de Humedad, [%]	25.400	24.713	24.161

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	20.250	20.850	19.950
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.300	22.970	24.550
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.730	22.640	23.770
5. Peso Agua, [gr]	0.570	0.330	0.780
6. Peso Suelo Seco, [gr]	2.480	1.790	3.820
7. Contenido de Humedad, [%]	22.984	18.436	20.419



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	35.000
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	162.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	155.200
4. Peso Agua, [gr]	7.000
5. Peso Suelo Seco, [gr]	120.200
6. Contenido de Humedad, [%]	5.824

Límite Líquido %	24.65
Límite Plástico %	20.61
Índice Plasticidad %	4.04
Clasif. SUCS	CL-ML
Clasif. AASHTO	A-4(6)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.

Fecha : SEPT. 2018

Departamento : ANCASH

Provincia : SANTA

Distrito : SANTA

Calicata : C - 13

Muestra : M - 2

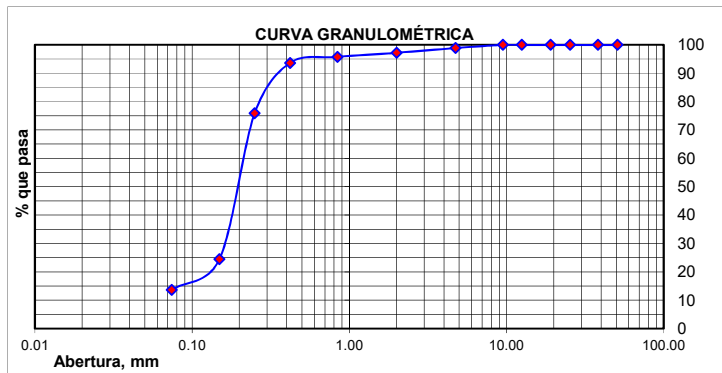
Progresiva : 3 + 090

De : 1,00 m. a 1,70 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 609.400

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	6.800	98.88
Nº 10	2.000	10.200	97.21
Nº 20	0.840	8.900	95.75
Nº 40	0.420	12.700	93.67
Nº 60	0.250	108.500	75.86
Nº 100	0.149	313.300	24.45
Nº 200	0.074	65.400	13.72
< Nº 200	-	83.600	-



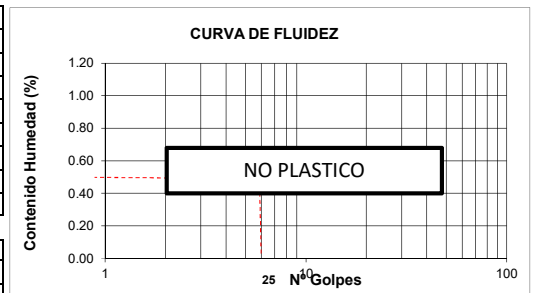
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.750
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	115.950
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	111.650
4. Peso Agua, [gr]	4.300
5. Peso Suelo Seco, [gr]	90.900
6. Contenido de Humedad, [%]	4.730

Límite Líquido %	—
Límite Plástico %	N.P
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.

Fecha : SEPT. 2018

Departamento : ANCASH

Provincia : SANTA

Distrito : SANTA

Calicata : C - 13(1)

Muestra : M - 1

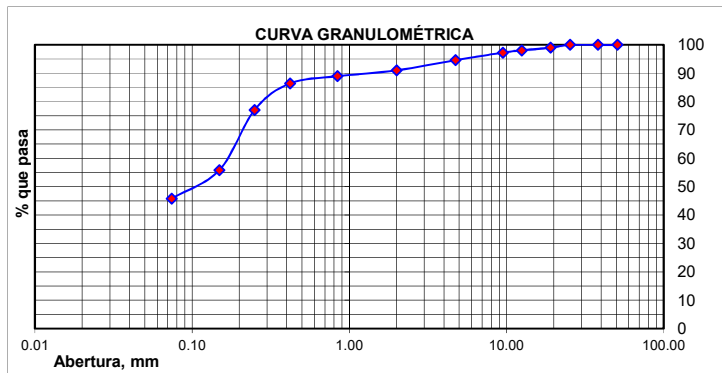
Progresiva : 3 + 0,90

De : 0,15 m. a 1,00 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1369.700

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	13.600	99.01
1/2"	12.500	12.900	98.07
3/8"	9.500	10.800	97.28
N° 04	4.750	36.500	94.61
N° 10	2.000	49.100	91.03
N° 20	0.840	28.300	88.96
N° 40	0.420	34.700	86.43
N° 60	0.250	127.900	77.09
N° 100	0.149	290.900	55.85
N° 200	0.074	137.800	45.79
< N° 200	-	627.200	-



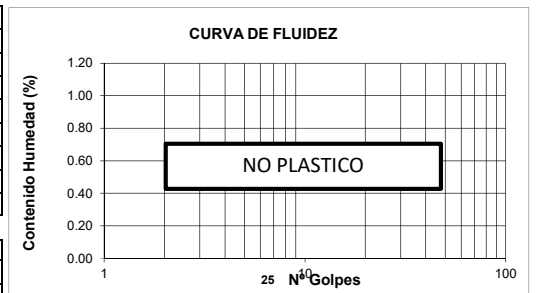
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLASTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	22.150
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	129.950
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	125.750
4. Peso Agua, [gr]	4.200
5. Peso Suelo Seco, [gr]	103.600
6. Contenido de Humedad, [%]	4.054

Límite Líquido %	---
Límite Plástico %	N.P
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	S.M.
Clasif. AASHTO	A-4(2)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.

Fecha : SEPT. 2018

Departamento : ANCASH

Provincia : SANTA

Distrito : SANTA

Calicata : C - 14

Muestra : M - 1

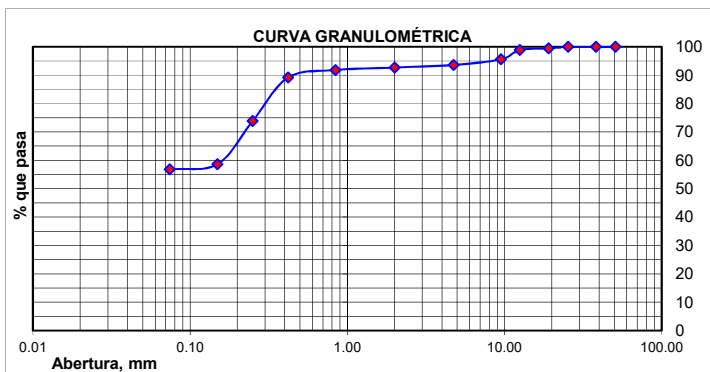
Progresiva : 3 + 460

De : 0,25 m. a 1,60 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1201.700

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	6.700	99.44
1/2"	12.500	6.500	98.90
3/8"	9.500	39.400	95.62
N° 04	4.750	24.100	93.62
N° 10	2.000	10.700	92.73
N° 20	0.840	10.500	91.85
N° 40	0.420	32.000	89.19
N° 60	0.250	184.200	73.86
N° 100	0.149	183.000	58.63
N° 200	0.074	21.300	56.86
< N° 200	-	683.300	-



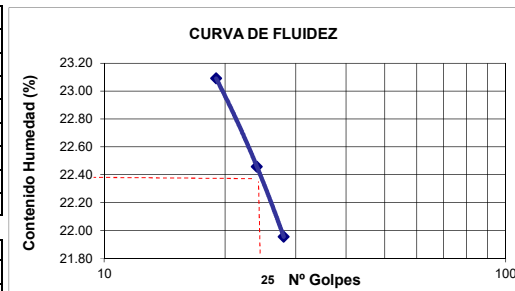
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	19	24	28
2. Peso Tara, [gr]	30.350	29.850	22.850
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	61.000	57.500	52.240
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	55.250	52.429	46.949
5. Peso Agua, [gr]	5.750	5.071	5.291
6. Peso Suelo Seco, [gr]	24.900	22.579	24.099
7. Contenido de Humedad, [%]	23.092	22.459	21.955

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.200
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	167.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	157.600
4. Peso Agua, [gr]	10.050
5. Peso Suelo Seco, [gr]	136.400
6. Contenido de Humedad, [%]	7.368

Límite Líquido %	22.37
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	ML
Clasif. AASHTO	A-4(4)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

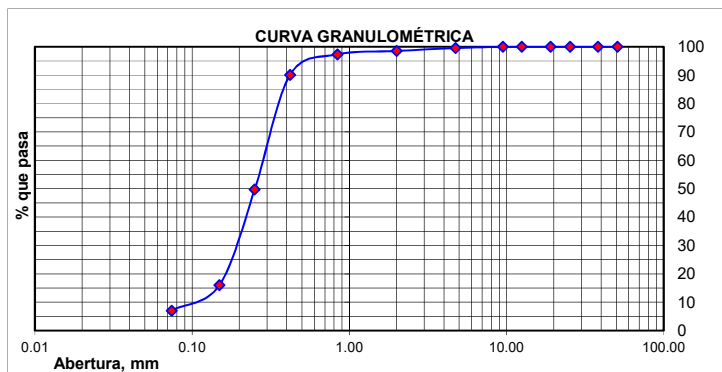
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. **Fecha** : SEPT. 2018
Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : SANTA
Calicata : C - 15 **Muestra** : M - 1 **Progresiva** : 3 + 710
De : 1,00 m. a 1,70m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 508.200

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	2.000	99.61
Nº 10	2.000	5.400	98.54
Nº 20	0.840	6.100	97.34
Nº 40	0.420	36.800	90.10
Nº 60	0.250	205.300	49.70
Nº 100	0.149	171.300	16.00
Nº 200	0.074	45.600	7.02
< Nº 200	-	35.700	-



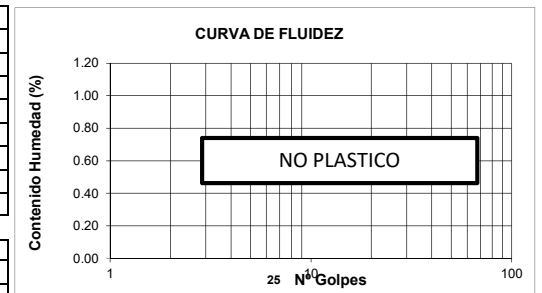
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.800
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	87.900
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	76.800
4. Peso Agua, [gr]	11.100
5. Peso Suelo Seco, [gr]	55.000
6. Contenido de Humedad, [%]	20.182

Límite Líquido %	--
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SP-SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

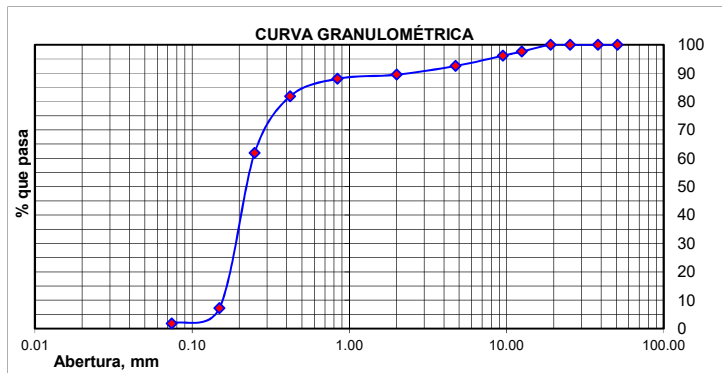
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Distrito : SANTA
 Calicata : C - 16 Muestra : M - 1 Progresiva : 3 + 960
 De : 0,85 m. a 1,60 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 622.100

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	14.700	97.64
3/8"	9.500	9.000	96.19
Nº 04	4.750	22.600	92.56
Nº 10	2.000	19.000	89.50
Nº 20	0.840	9.100	88.04
Nº 40	0.420	38.500	81.85
Nº 60	0.250	123.800	61.95
Nº 100	0.149	340.600	7.20
Nº 200	0.074	33.500	1.82
< Nº 200	-	11.300	-



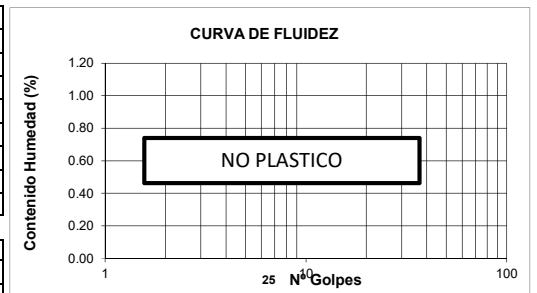
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.600
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	111.600
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	106.950
4. Peso Agua, [gr]	4.650
5. Peso Suelo Seco, [gr]	86.350
6. Contenido de Humedad, [%]	5.385

Límite Líquido %	---
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

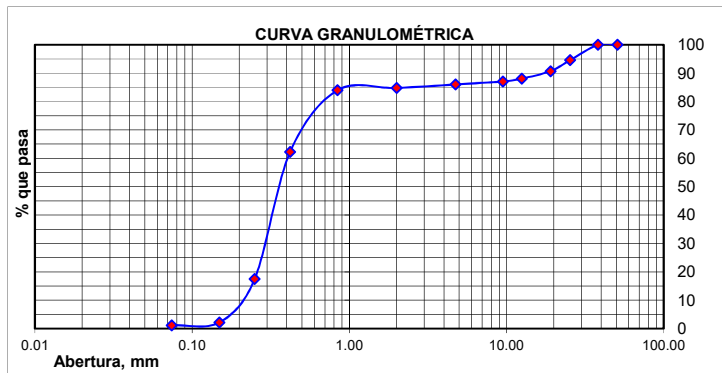
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Distrito : SANTA
 Calicata : C - 17 Muestra : M - 1 Progresiva : 4 + 200
 De : 0,15 m. a 1,70 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 527.900

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	28.500	94.60
3/4"	19.050	20.400	90.74
1/2"	12.500	13.900	88.10
3/8"	9.500	5.200	87.12
Nº 04	4.750	5.700	86.04
Nº 10	2.000	6.500	84.81
Nº 20	0.840	4.300	83.99
Nº 40	0.420	114.700	62.27
Nº 60	0.250	236.400	17.48
Nº 100	0.149	80.700	2.20
Nº 200	0.074	5.500	1.16
< Nº 200	-	6.100	-



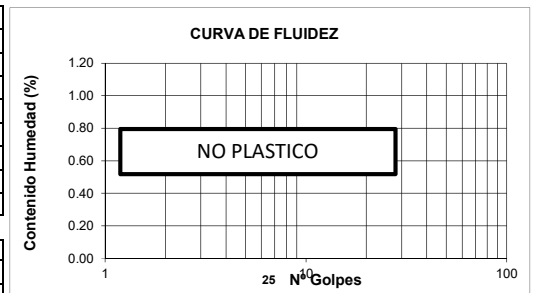
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	21.100
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	93.300
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	89.800
4. Peso Agua, [gr]	3.500
5. Peso Suelo Seco, [gr]	68.700
6. Contenido de Humedad, [%]	5.095

Límite Líquido %	---
Límite Plástico %	N.P
Índice Plasticidad %	N.P
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

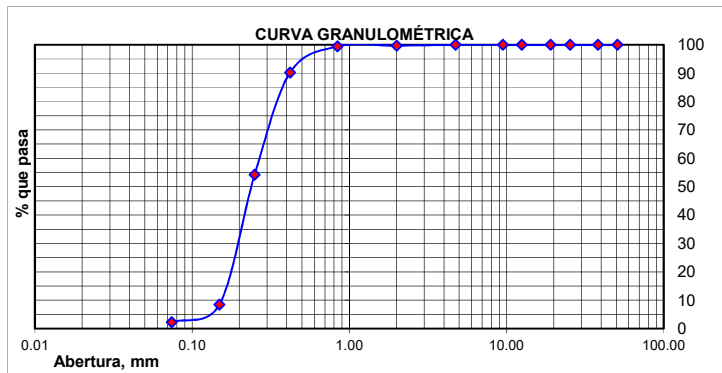
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Distrito : SANTA
 Calicata : C - 18 Muestra : M - 1 Progresiva : + 460
 De : 0,15 m. a 1,65 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1642.800

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	0.000	100.00
Nº 10	2.000	4.300	99.74
Nº 20	0.840	5.100	99.43
Nº 40	0.420	151.200	90.22
Nº 60	0.250	590.700	54.27
Nº 100	0.149	752.300	8.47
Nº 200	0.074	102.200	2.25
< Nº 200	-	37.000	-



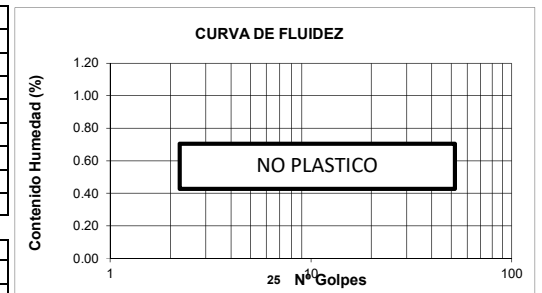
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	34.500
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	114.900
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	99.600
4. Peso Agua, [gr]	15.300
5. Peso Suelo Seco, [gr]	65.100
6. Contenido de Humedad, [%]	23.502

Límite Líquido %	----
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SP-SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

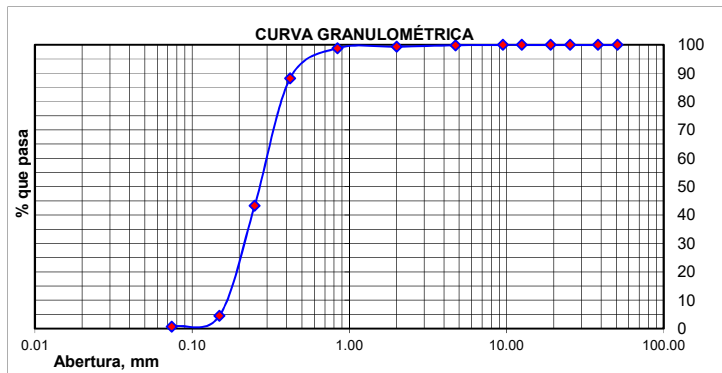
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P.
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Fecha : SEPT. 2018
 Calicata : C - 19 Muestra : M - 1 Distrito : SANTA
 De : 0,60 m. a 1,40 m. Progresiva : 4 + 700

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 361.100

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
Nº 04	4.750	0.500	99.86
Nº 10	2.000	1.800	99.36
Nº 20	0.840	1.900	98.84
Nº 40	0.420	38.500	88.18
Nº 60	0.250	162.000	43.31
Nº 100	0.149	140.000	4.54
Nº 200	0.074	13.800	0.72
< Nº 200	-	2.600	-



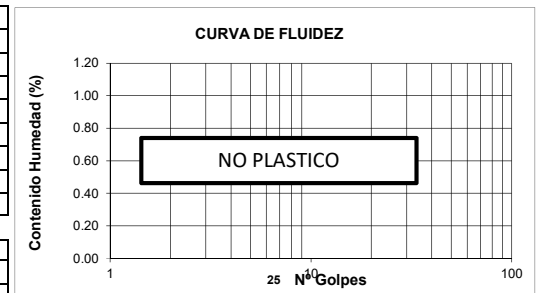
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLÁSTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	20.200
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	98.500
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	83.000
4. Peso Agua, [gr]	15.500
5. Peso Suelo Seco, [gr]	62.800
6. Contenido de Humedad, [%]	24.682

Límite Líquido %	---
Límite Plástico %	N.P
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

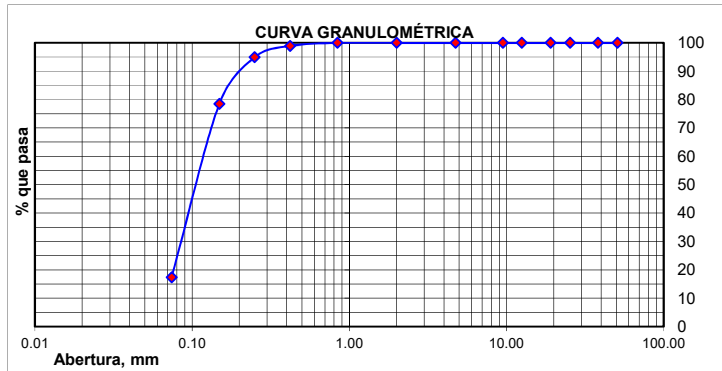
Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA – PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH -2018"

Solicita : E.A.P. Fecha : SEPT. 2018
 Departamento : ANCASH Provincia : SANTA Distrito : SANTA
 Calicata : C - 20 Muestra : M - 1 Progresiva : 4 + 900
 De : 0,70 m. a 1,40 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 317.500

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
N° 04	4.750	0.000	100.00
N° 10	2.000	0.000	100.00
N° 20	0.840	0.000	100.00
N° 40	0.420	3.400	98.93
N° 60	0.250	12.700	94.93
N° 100	0.149	52.000	78.55
N° 200	0.074	194.300	17.35
< N° 200	-	55.100	-



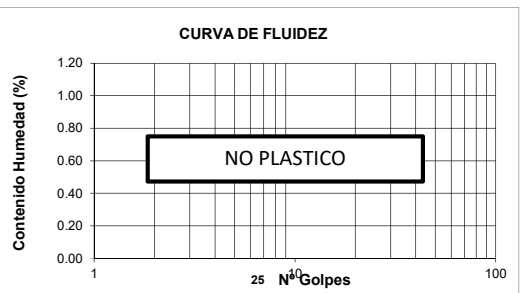
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PLASTICO		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	30.700
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	68.200
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	60.800
4. Peso Agua, [gr]	7.400
5. Peso Suelo Seco, [gr]	30.100
6. Contenido de Humedad, [%]	24.585

Límite Líquido %	---
Límite Plástico %	N.P.
Índice Plasticidad %	N.P.
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA
LUGAR CARRETERA PTO SANTA **MUESTRA** M-1 de 0,15 a 1,65 m.
FECHA Nov-18 **CLASF. AASHTO** A-2-4(0)
CALICATA C-18 (4+460) **CLASF. SUCS** SM-SC

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.71
Optimo Contenido de Humedad (%)	14.04

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	11855.00	11830.00	11792.00
2	Peso del molde [gr]	7580.00	7620.00	7705.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4210.00	4087.00
4	Volumen de molde [cm ³]	2152.00	2157.00	2147.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	1.952	1.904

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	30.400	20.800	30.600
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	126.300	135.650	131.300
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	114.500	121.500	118.900
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	14.150	12.400
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	100.700	88.300
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	14.052	14.043
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.711	1.669

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

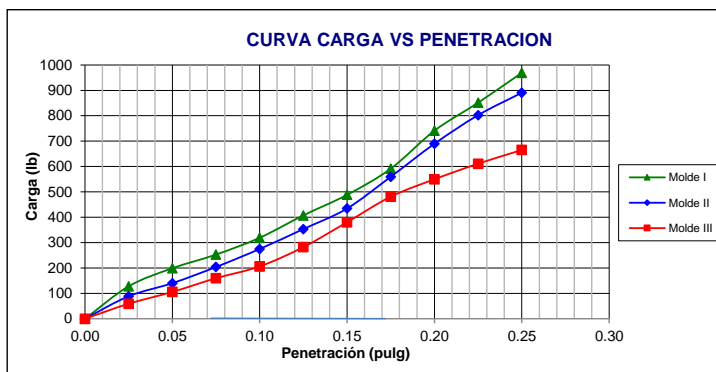
Presión (libras/ pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Carga	Dial	Carga	Dial	Carga
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		48	128	32	89	20	59
0.050		77	199	53	140	39	106
0.075		99	253	79	204	61	160
0.100	1000	126	319	108	275	80	206
0.125		162	408	140	354	111	282
0.150		195	488	173	434	151	381
0.175		237	592	224	560	192	481
0.2	1500	298	741	277	690	220	550
0.225		343	852	323	802	245	611
0.250		391	969	359	891	267	665

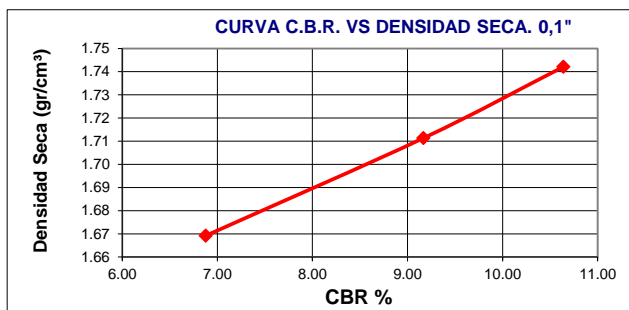
ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA
FECHA : Nov-18
CALICATA : C-18 (4+4,60)

MUESTRA : M-1 de 0,15 a 1,65 m.
CLASE. AASHTO : A-2-4(0)
CLASE. SUCS : SM-SC



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	106.4	1000	10.64	0.00
II	0.1	91.7	1000	9.17	0.00
III	0.1	68.8	1000	6.88	0.00



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	9.30%
CBR 95% MDS :	6.30%

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

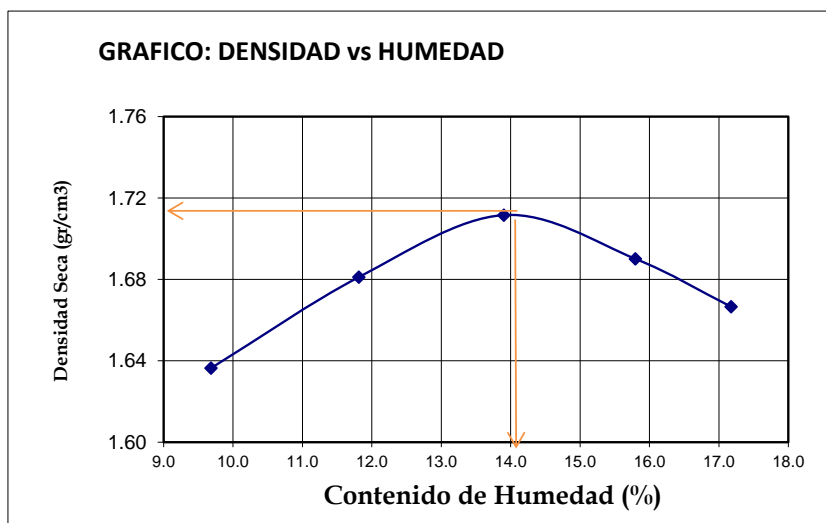
TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA **MUESTRA**
FECHA : Nov-18 **CLASF. AASHTO** : A-2-4(0)
CALICATA : C-18 (4+460) **CLASF. SUCS** : SM-SC

ENSAYO COMPACTACION ASTM-D-1557

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm ³)	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00
2	Peso del molde (gr)	4215.00	4215.00	4215.00	4215.00	4215.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	8020.00	8200.00	8348.00	8364.00	8355.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	3805.00	3985.00	4133.00	4149.00	4140.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm ³)	1.79	1.88	1.95	1.96	1.95

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

6	Peso de la tara (gr)	21.00	35.10	21.90	21.60	21.50
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	117.30	144.90	144.40	130.90	125.20
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	108.80	133.30	129.45	115.99	110.00
9	Peso del agua (gr)	8.50	11.60	14.95	14.91	15.20
10	Peso del suelo seco (gr)	87.80	98.20	107.55	94.39	88.50
11	Contenido de humedad (%)	9.681	11.813	13.901	15.796	17.175
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm ³)	1.636	1.681	1.712	1.690	1.667



Máxima Densidad Seca	:	1,71GR/CM3
Contenido de Humedad	:	14.04%

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-1 de 0,25 a 1,60 m.
LUGAR	CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4(4)
FECHA	Nov-18	CLASF. SUCS	ML
CALICATA	C-14 (3+460)		

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.92
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.72

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12383.00	12335.00	12212.00
2	Peso del molde [gr]	7580.00	7620.00	7705.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4803.00	4715.00
4	Volumen de molde [cm3]		2152.00	2157.00
5	Densidad húmeda [gr/cm3]	(3)/(4)	2.232	2.186

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	21.100	34.850	21.200
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	100.480	143.400	135.600
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	90.900	130.300	121.800
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.580	13.100
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	69.800	95.450
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.725	13.724
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm3]	5/(1+(11)/100)	1.963	1.922

c) Prueba de penetración

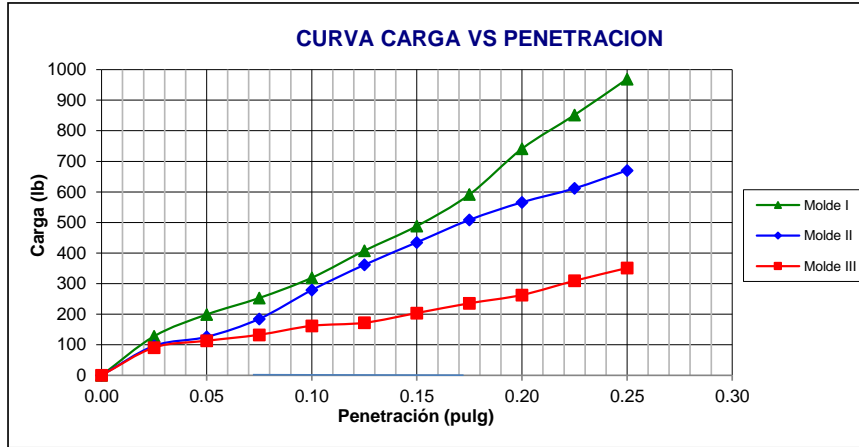
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

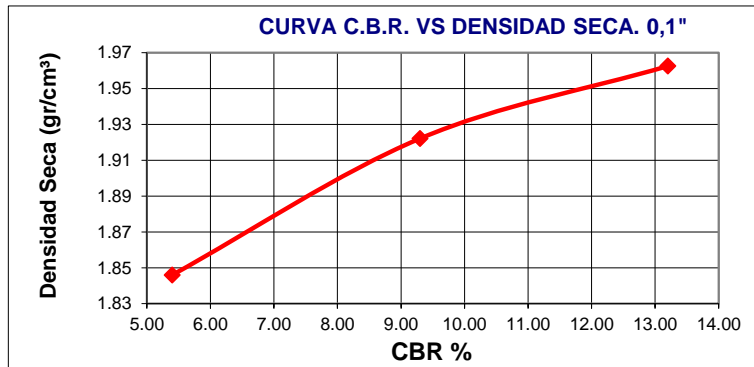
Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Carga Corr.	Dial	Carga	Dial	Carga Corr.
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		10	104	9	96	33	91
0.050		16	148	13	126	42	113
0.075		28	236	21	185	50	133
0.100	1000	49	396	33	279	60	162
0.125		71	553	45	361	66	172
0.150		88	678	55	435	79	204
0.175		104	796	65	509	92	236
0.2	1500	117	905	72	566	106	263
0.225		129	980	79	612	122	309
0.250		142	1075	87	671	139	351

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-1 de 0,25 a 1,60 m.
LUGAR	CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4(4)
FECHA	Nov-18	CLASF. SUCS	ML
CALICATA	C-14 (3+460)		



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	Expansión 72h
I	0.1	132.0	1000	13.20	0.0437
II	0.1	93.0	1000	9.30	0.0642
III	0.1	54.0	1000	5.40	0.0704



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	11.09%
CBR 95% MDS :	5.55%

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA

LUGAR CARRETERA PTO. SANTA

MUESTRA M-1 de 0,25 a 1,60 m.

FECHA Nov-18

CLASF. AASHTO A-4(4)

CALICATA C-14 (3+460)

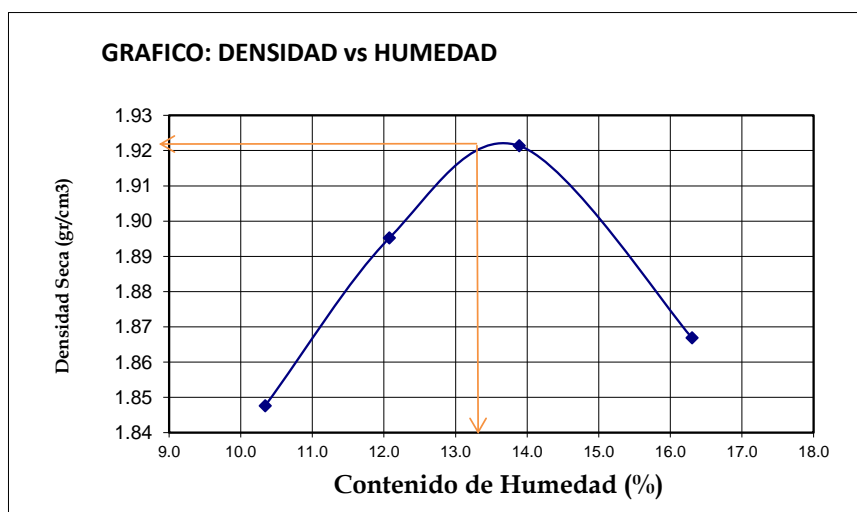
CLASE. SUCS ML

ENSAYO COMPACTACION ASTM-D-1557

PUNTO No.		I	II	III	IV
MOLDE No.		1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm ³)	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00
2	Peso del molde (gr)	4215.00	4215.00	4215.00	4215.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	8537.00	8718.00	8854.00	8818.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4322.00	4503.00	4639.00	4603.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm ³)	2.04	2.12	2.19	2.17

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

6	Peso de la tara (gr)	20.20	37.20	21.10	21.60
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	120.50	156.00	119.50	133.60
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	111.10	143.20	107.50	117.90
9	Peso del agua (gr)	9.40	12.80	12.00	15.70
10	Peso del suelo seco (gr)	90.90	106.00	86.40	96.30
11	Contenido de humedad (%)	10.341	12.075	13.889	16.303
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm ³)	1.848	1.895	1.921	1.867



Máxima Densidad Seca	:	1,922GR/CM3
Contenido de Humedad	:	13.72%

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA

LUGAR CARRETERA PTO SANTA

FECHA Nov-18

CALICATA C-08 (1+780)

MUESTRA M-2 de 0,75 a 1,60 m.

CLASF. AASHTO A-4(6)

CLASF. SUCS CL-ML

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.91
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.40

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12976.00	12780.00	12445.00
2	Peso del molde [gr]	8153.00	8169.00	8218.00
3	Peso de suelo compactado [gr] (1)-(2)	4823.00	4611.00	4227.00
4	Volumen de molde [cm ³]	2139.00	2128.00	2140.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³] (3)/(4)	2.255	2.167	1.975

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	35.100	21.800	21.000
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	146.450	123.750	107.750
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	133.300	111.700	97.500
9	Peso del agua, [gr] (7)-(8)	13.150	12.050	10.250
10	Peso del suelo seco, [gr] (8)-(6)	98.200	89.900	76.500
11	Contenido de humedad, [%] (9)/(10)x100	13.391	13.404	13.399
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³] 5/(1+(11)/100)	1.989	1.911	1.742

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

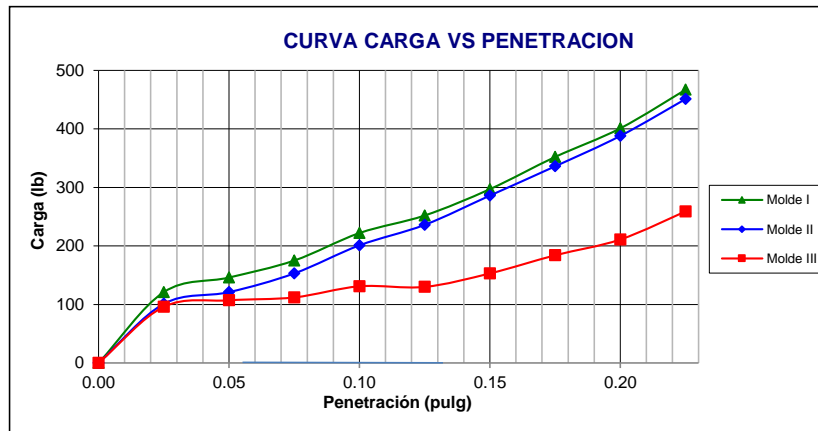
Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Carga Corr.	Dial	Carga Corr.	Dial	Carga Corr.
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		12	121	10	101	9	96
0.050		16	146	12	121	10	107
0.075		20	175	17	153	11	112
0.100	1000	24	222	22	201	12	131
0.125		30	252	28	236	14	130
0.150		36	297	35	286	17	153
0.175		44	352	42	336	21	184
0.2	1500	52	401	50	388	26	211
0.225		59	467	57	451	31	259

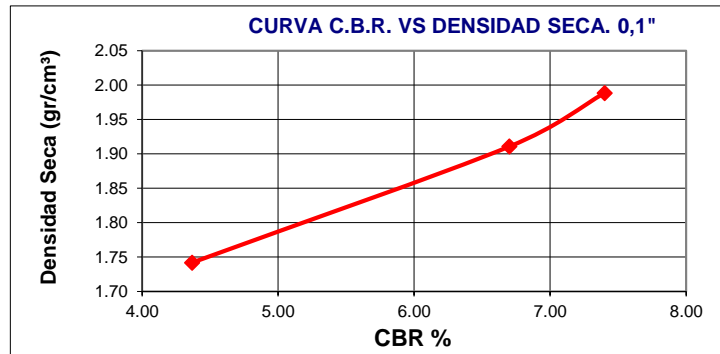
ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA
FECHA : Nov-18
CALICATA : C-08 (1+7,80)

MUESTRA : M-2 de 0,75 a 1,60 m.
CLASF. AASHTO : A-4 (6)
CLASF. SUCS : CL-ML



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	Expansión 72 h.
I	0.1	74.0	1000	7.40	0.0484
II	0.1	67.0	1000	6.70	0.0947
III	0.1	43.7	1000	4.37	0.1643



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	6.64%
CBR 95% MDS :	5.39%

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA **MUESTRA** M-2 de 0,75 a 1,60 m.
FECHA : Nov-18 **CLASF. AASHTO** A-4(6)
CALICATA : C-08 (1+780) **CLASF. SUCS** CL-ML

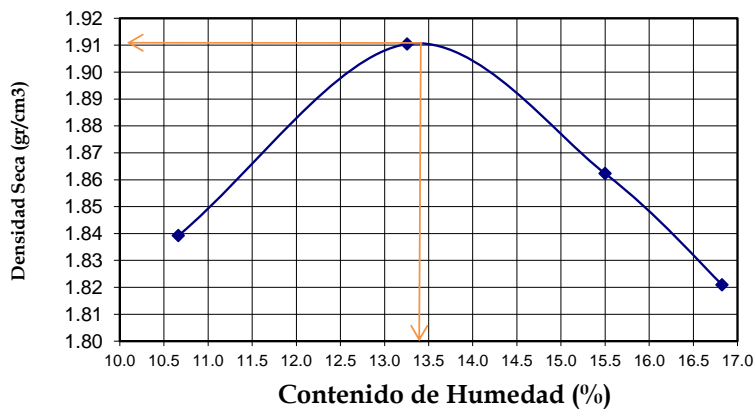
ENSAYO COMPACTACION ASTM-D-1557

PUNTO No.		I	II	III	IV
MOLDE No.		1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm ³)	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00
2	Peso del molde (gr)	4215.00	4215.00	4215.00	4215.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	8530.00	8802.00	8775.00	8725.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4315.00	4587.00	4560.00	4510.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm ³)	2.04	2.16	2.15	2.13

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

6	Peso de la tara (gr)	20.10	21.10	21.60	21.70
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	123.35	118.50	122.20	117.10
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	113.40	107.10	108.70	103.36
9	Peso del agua (gr)	9.95	11.40	13.50	13.74
10	Peso del suelo seco (gr)	93.30	86.00	87.10	81.66
11	Contenido de humedad (%)	10.665	13.256	15.499	16.826
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm ³)	1.839	1.910	1.862	1.821

GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD



Máxima Densidad Seca	:	1,910 GR/CM3
Contenido de Humedad	:	13.40%

ANEXO III

CANTERA – SUELO CON ADITIVO PROES

- Granulometría.
- contenido de humedad.
- CBR.



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

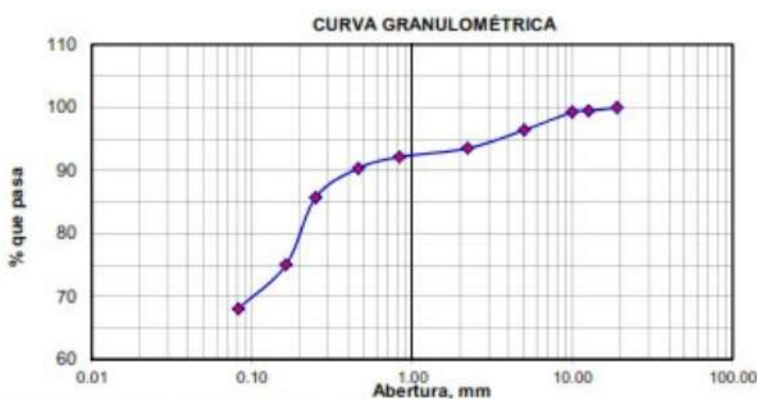
ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA MUESTRA M-2 de 0,25 a 1,00 m.
FECHA : 15/06/2021
CALICATA : CANTERA

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 1365.600

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.902	0.000	100.00
1 1/2"	38.025	0.000	100.00
1"	25.624	0.000	100.00
3/4"	18.990	0.000	100.00
1/2"	12.650	7.098	99.48
3/8"	10.010	2.867	99.27
Nº 04	5.022	38.493	96.45
Nº 10	2.222	40.131	93.51
Nº 20	0.835	18.701	92.14
Nº 40	0.460	24.843	90.32
Nº 60	0.250	62.927	85.72
Nº 100	0.163	146.055	75.02
Nº 200	0.082	95.414	68.03
< Nº 200	-	929.071	-



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

LIMOS ORGÁNICOS DE BAJA PLASTICIDAD

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	31	21	18
2. Peso Tara, [gr]	50.246	47.324	51.221
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	85.440	81.786	87.752
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	79.252	75.432	80.856
5. Peso Agua, [gr]	6.188	6.354	6.896
6. Peso Suelo Seco, [gr]	29.006	28.108	29.635
7. Contenido de Humedad, [%]	21.334	22.606	23.270



B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	21.046	21.048	21.256
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.194	23.371	23.247
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.922	23.066	22.975
5. Peso Agua, [gr]	0.272	0.305	0.272
6. Peso Suelo Seco, [gr]	1.876	2.018	1.719
7. Contenido de Humedad, [%]	14.499	15.114	15.823

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	23.550
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	41.336
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	39.987
4. Peso Agua, [gr]	1.349
5. Peso Suelo Seco, [gr]	16.437
6. Contenido de Humedad, [%]	8.207

Límite Líquido %	22.10
Límite Plástico %	15.15
Índice Plasticidad %	6.95
Clasif. SUCS	CL-ML
Clasif. AASHTO	A-4



POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	: CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA		

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.91
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.30

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	25	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12910.00	12752.00	12445.00
2	Peso del molde [gr]	8158.00	8163.00	8185.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4752.00	4589.00
4	Volumen de molde [cm ³]	2151.00	2151.00	2151.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.209	2.133
			1.980	

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		10	2	5
6	Peso de la tara, [gr]	30.200	32.500	29.800
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	150.670	134.160	124.620
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	136.526	122.227	113.498
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	14.144	11.933
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	106.326	89.727
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.302	13.299
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.950	1.883
			1.748	

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	PRESION	Dial	PRESION	Dial	Carga Corr.
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		17	52	12	40	5	22
0.050		27	76	21	62	10	35
0.075		35	96	27	76	13	42
0.100	1000	40	108	31	86	16	49
0.125		44	118	32	89	17	52
0.150		49	130	35	96	18	54
0.175		54	143	41	111	19	57
0.2	1500	60	157	48	128	20	59
0.225		63	165	52	138	22	64



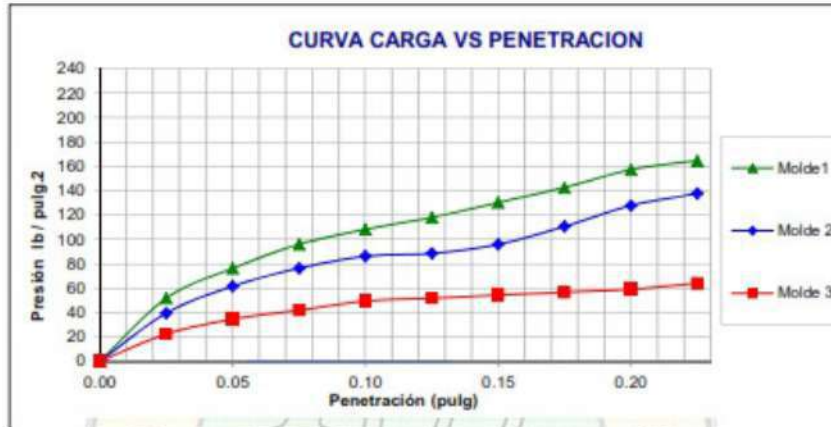
POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81025
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA		



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión Patrón (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	108.2	1000	10.82
II	0.1	86.1	1000	8.61
III	0.1	49.3	1000	4.93



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	9.60%
CBR 95% MDS :	6.50%



POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	: CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA		

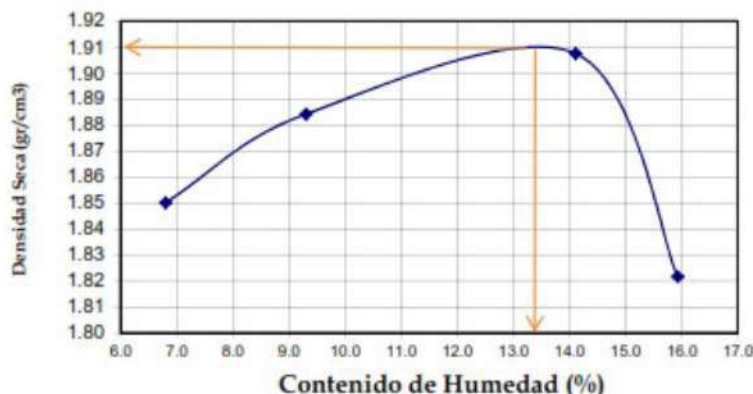
ENSAYO COMPACTACION ASTM-D-1557

PUNTO No.	I	II	III	IV	
MOLDE No.	1	1	1	1	
1	Volumen del molde (cm ³)	956.04	956.04	956.04	956.04
2	Peso del molde (gr)	3893.00	3893.00	3893.00	3893.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5782.00	5862.00	5974.00	5912.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1889.00	1969.00	2081.00	2019.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm ³)	1.98	2.06	2.18	2.11

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

6	Peso de la tara (gr)	26.80	27.66	26.88	28.18
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	79.28	72.92	65.42	77.11
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	75.94	69.07	60.65	70.39
9	Peso del agua (gr)	3.34	3.85	4.77	6.72
10	Peso del suelo seco (gr)	49.13	41.41	33.78	42.21
11	Contenido de humedad (%)	6.800	9.305	14.113	15.928
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm ³)	1.850	1.884	1.907	1.822

GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD



Máxima Densidad Seca	:	1,910 GR/CM3
Contenido de Humedad	:	13.30%

[Signature]
POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	: CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA PROES 0,325 L/M3- CEMENTO 42,5KG.		

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.91
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.30

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	25	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13010.00	12845.00	12545.00
2	Peso del molde [gr]	8265.00	8236.00	8257.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2) 4745.00	4609.00	4288.00
4	Volumen de molde [cm ³]	2151.00	2151.00	2151.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4) 2.206	2.143	1.993

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		T-1	T-2	T-3
6	Peso de la tara, [gr]	28.650	35.360	48.230
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	185.320	195.560	163.780
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	166.921	176.751	150.219
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8) 18.399	18.809	13.561
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6) 138.271	141.391	101.989
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100 13.306	13.303	13.297
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100) 1.947	1.891	1.760

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	PRESION	Dial	PRESION	Dial	Carga Corr.
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		199	498	131	331	93	238
0.050		295	733	220	550	165	415
0.075		372	922	276	686	196	491
0.100	1000	420	1040	343	851	222	555
0.125		458	1134	376	933	236	589
0.150		525	1298	410	1016	245	611
0.175		554	1370	452	1119	250	623
0.2	1500	612	1512	497	1229	256	638
0.225		659	1627	535	1323	275	685



POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	: CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA PROES 0,25 L/M3- CEMENTO 42,5KG.		



Molde	Penetración	Presión aplicada	Presión Patrón	C.B.R.
	(pulg)	(lb/pulg²)	(lb/pulg²)	(%)
I	0.1	1040.0	1000	104
II	0.1	851.3	1000	85
III	0.1	554.7	1000	55



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	92.00%
CBR 95% MDS :	67.00%



POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA	CLASE. AASHTO A-4
FECHA : 15/06/2021	CLASE. SUCS CL-ML
CALICATA : CANTERA PROES 0,30 L/M3- CEMENTO 42,5KG.	

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.91
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.40

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	25	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12350.00	12189.00	11753.00
2	Peso del molde [gr]	7580.00	7623.00	7456.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2) 4770.00	4566.00	4297.00
4	Volumen de molde [cm ³]	2151.00	2151.00	2151.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4) 2.218	2.123	1.998

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		T-1	T-2	T-3
6	Peso de la tara, [gr]	31.520	32.856	33.102
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	132.456	123.426	129.135
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	120.600	112.799	117.865
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8) 11.856	10.627	11.270
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6) 89.080	79.943	84.763
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100 13.309	13.293	13.296
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100) 1.957	1.874	1.763

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	PRESION	Dial	PRESION	Dial	Carga Corr.
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		271	675	235	587	109	279
0.050		375	930	335	832	202	506
0.075		492	1217	321	996	235	587
0.100	1000	546	1350	425	1053	247	615
0.125		623	1538	480	1188	265	660
0.150		681	1681	512	1266	286	712
0.175		735	1813	574	1418	296	736
0.2	1500	795	1960	646	1595	312	776
0.225		845	2083	696	1717	345	856



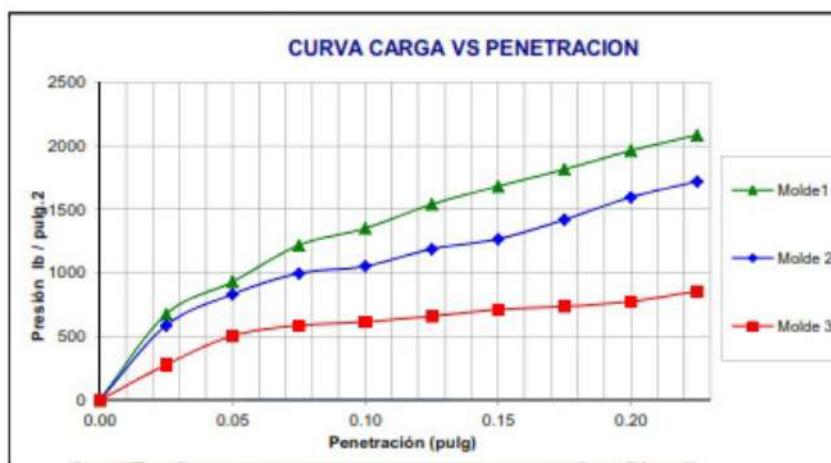
POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	: CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA PROES 0,30 L/M3- CEMENTO 42,5KG.		



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	1350.0	1000	135.00
II	0.1	1052.7	1000	105.27
III	0.1	615.3	1000	61.53



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	123.00%
CBR 95% MDS :	86.00%



POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA : ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA : M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR : CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO : A-4
FECHA : 15/06/2021	CLASF. SUCS : CL-ML
CALICATA : CANTERA PROES 0,35 L/M3- CEMENTO 42,5KG.	

ENSAYO CALIFORNIA C.B.R. (ASTM D-1883)

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.91
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.30

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	25	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12905.00	12740.00	12430.00
2	Peso del molde [gr]	8145.00	8168.00	8175.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2) 4760.00	4572.00	4255.00
4	Volumen de molde [cm ³]	2151.00	2151.00	2151.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4) 2.213	2.126	1.978

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		T-1	T-2	T-3
6	Peso de la tara, [gr]	31.500	31.700	30.900
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	143.623	134.256	145.891
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	130.453	122.226	132.392
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8) 13.170	12.030	13.499
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6) 98.953	90.526	101.492
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100 13.309	13.289	13.301
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100) 1.953	1.876	1.746

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3 = Carga/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	PREISION	Dial	PREISION	Dial	Carga Corr.
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		321	798	234	584	140	354
0.050		465	1151	367	911	224	560
0.075		564	1394	465	1151	249	620
0.100	1000	655	1617	530	1310	293	729
0.125		721	1779	580	1433	312	776
0.150		812	2002	635	1568	325	807
0.175		882	2174	712	1757	354	879
0.2	1500	963	2373	766	1890	365	906
0.225		993	2446	826	2035	375	930



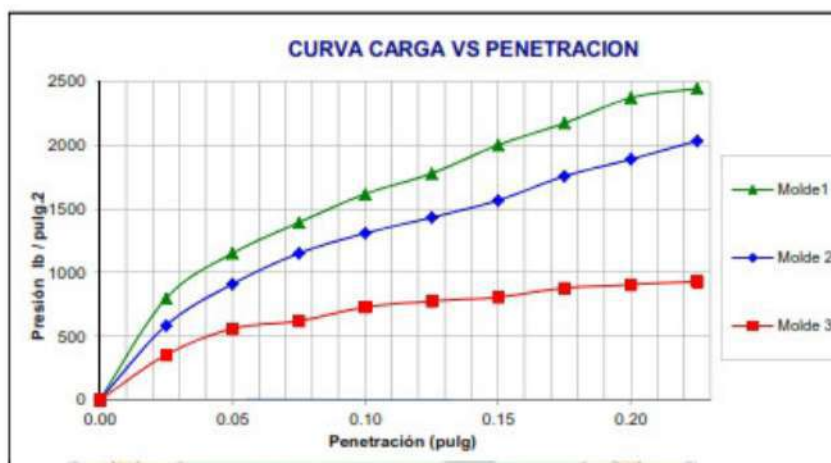
POL RAIN AGUILAR OLGUIN
ING. CIVIL - CIP. N° 81029
CONSULTOR - REG. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA

TESISTA	: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA	MUESTRA	M-2 de 0,25 a 1,00 m.
LUGAR	: CARRETERA PTO SANTA	CLASF. AASHTO	A-4
FECHA	: 15/06/2021	CLASF. SUCS	CL-ML
CALICATA	: CANTERA PROES 0,35 L/M3- CEMENTO 42,5KG.		



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión Patrón (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	1617.0	1000	161.70
II	0.1	1309.8	1000	130.98
III	0.1	729.3	1000	72.93



PENETRACIÓN 0.1"

C.B.R. 100% MDS :	143.00%
CBR 95% MDS :	101.00%



POL RAIN AGUILAR OLGUIN
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029
 CONSULTOR - REG. C4009

ANEXO IV

Panel Fotográfico.

A) Trabajos de Campo.

B) Trabajos de laboratorio.

A) TRABAJOS DE CAMPO



FOTO N° 01: Ubicación de la calicata C-01, presencia de relleno de 0.00 m a 0.60 m, de gravas bien graduadas de 0.60 a 1.20 y arenas con presencia de limo de 1.20 a 1.65



FOTO N° 02: Ubicación de la calicata C-03, El Suelo de 0.0 m a 0.20 m conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 0.20 m. a 1.00 m., presencia de arcilla y limos de 1.00 m. a 1.70 m.



FOTO N° 03: Ubicación de la calicata C-04, El Suelo de 0.0 m a 0.20 m conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 0.20 m. a 1.30 m., presencia de arcilla y limos de 1.30 m. a 1.65 m.



FOTO N° 04: Ubicación de la calicata C-05, El Suelo de 0.0 m a 0.50 m conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 0.50 m. a 1.00 m., presencia de arcilla y limos de 1.00 m. a 1.55 m.



FOTO N° 05: Ubicación de la calicata C-08, El Suelo de 0.00 m a 0.15 m conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 0.15 m. a 0.75 m., presencia de arcilla y limos de 0.75 m. a 1.60 m.



FOTO N° 06: Ubicación de la calicata C-09, toma realizada para recojo de Muestra 01. El Suelo de 0.0 m a 0.30 m conformado generalmente por relleno, presencia de limos 0.30 m. 0.85 m.



FOTO N° 07: Ubicación de la calicata C-09, toma realizada para la recolección de Muestra 02 y Muestra 03, generalmente con presencia de gravas y arena de 0.85 m. a 1.30 m., presencia de arcilla y limos de 1.30 m. a 1.65 m.



FOTO N° 08: Ubicación de la calicata C-10, El Suelo de 0.00 m a 0.20 m conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 0.20 m. a 0.60 m., presencia de arcilla y limos de 0.60 m. a 1.65 m.



FOTO N° 09 Ubicación de la calicata C-11, El Suelo de 0.00 m. a 0.50 m conformado generalmente por relleno, limo y arcillas con material orgánico de 0.50 m. a 1.00 m., con presencia de gravas y arena de 1.00 m. a 1.50 m., presencia de arcilla y limos de 1.50 m. a 1.75 m.



FOTO N° 10: Ubicación de la calicata C-13, El Suelo de 0.00 m. a 0.15 m. conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 0.15 m. a 1.00 m.



FOTO N° 11: Ubicación de la calicata C-13, presencia de arcilla y limos de 1.00 m. a 1.70 m.



FOTO N° 12: Ubicación de la calicata C-14, El Suelo de 0.0 m. a 0.25 m. conformado generalmente por relleno, presencia de arcilla y limos de 0.25 m. a 1.60 m.



FOTO N° 13: Ubicación de la calicata C-15, El Suelo de 0.0 m. a 0.50 m. conformado generalmente por relleno, con presencia de gravas y arena de 1.00 m. a 1.70 m.



FOTO N° 14: Ubicación de la calicata C-16, presencia de arena y gravas de 0.85 m. a 1.60 m.



FOTO N° 15: Ubicación de la calicata C-17, presencia de relleno de 0.00 m a 0.15 m., con presencia de gravas y arena de 0.15 m. a 1.70m.



FOTO N° 16: Ubicación de la calicata C-18, presencia de relleno de 0.00 m a 0.15 m., con presencia de gravas y arena de 0.15 m. a 1.65 m.



FOTO N° 17: Ubicación de la calicata C-17, presencia de relleno de 0.00 m a 0.15 m., con presencia de gravas y arena de 0.60 m. a 1.40 m.



FOTO N° 18: Ubicación de la calicata C-09, extracción de muestra de para laboratorio.



FOTO N° 19: Centro de acopio de muestras para ser llevados a laboratorio.

B) TRABAJOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS.

ANALISIS GRANULOMETRICO



Foto N° 20: Obtención de una muestra representativa mediante cuarteo..



Foto N° 21: Peso de una muestra obtenido del cuarteo.



Foto N° 22: tamizaje manual de la muestras extraída de las calicatas.



Foto N° 23: Peso retenido de las muestra en cada uno de los tamices.

LIMITE LÍQUIDO



Foto N° 24: Material obtenido del tamiz N° 40



Foto N° 25: Incorporación de agua a la muestra obtenido del tamizado.



Foto N° 26: colocación de la muestra en forma homogénea y horizontal en la copa casa grande



Foto N° 27: ranurado y aplicación de golpes hasta que se cierre de $\frac{1}{2}$ pulgada.



Foto N° 28: Pesado de la muestra obtenida del ensayo y toma de datos.



Foto N° 29: Secado de la muestra para poder obtener el contenido de humedad.

LIMITE PLASTICO

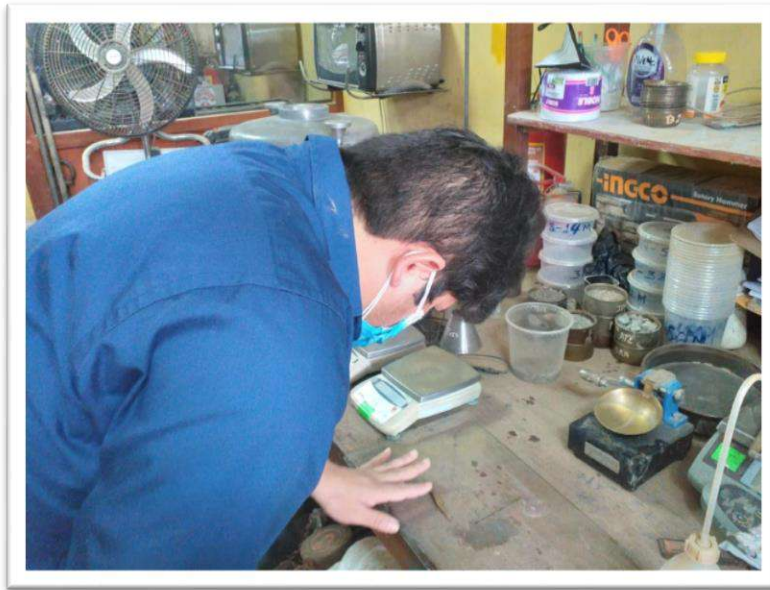


Foto Nº 30: Obteniendo el límite plástico



Foto Nº 31: en este caso no presenta límite plástico debido que el bastoncito se vuelve quebradizo mucho antes de llegar a los 3 mm de diámetro requerido.

PROCTOR MODIFICADO



Foto N° 32: Incorporación de diversas cantidades de agua para a la muestra para ensayo de Proctor Modificado.



Foto N° 33: Colocación de una capa de las 5 requeridas.

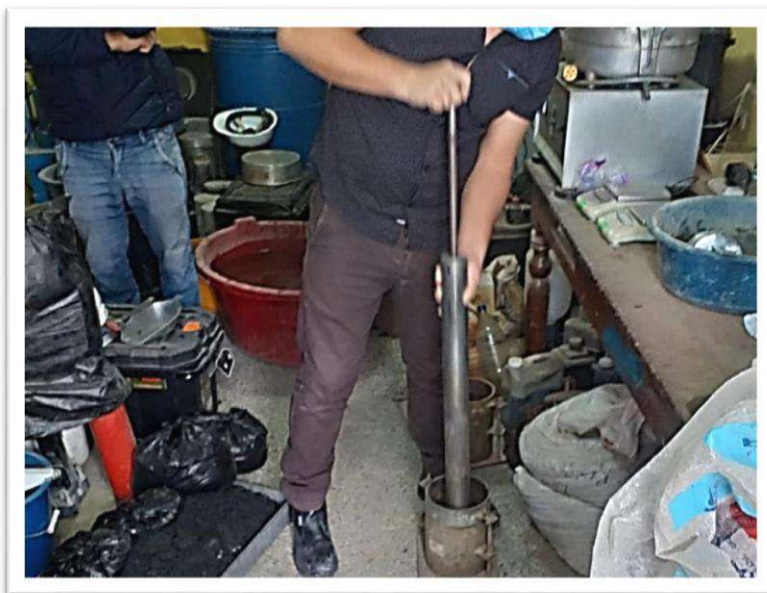


Foto N° 34: Apisonado las 5 capas con 25 golpes por capa.



Foto N° 35: Una vez pesadas las muestras se procede al secado para la obtener su contenido de humedad.

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



Foto N° 36 Y 37: Toma de medidas del molde.



Foto N° 38: Pesado del molde.

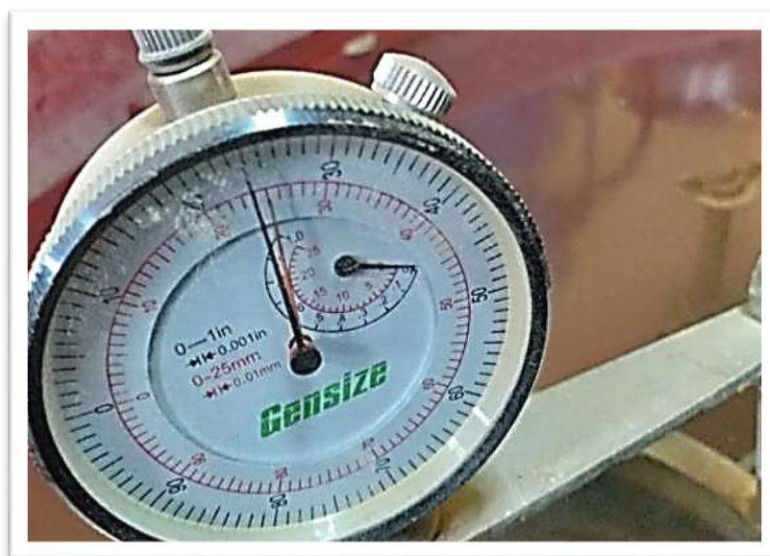


Foto N° 39 Y 40: Muestras sumergidas que estuvieron por 96 horas después de su compactación. Instalación del deformímetro colocándolo a cero para posteriormente medir la expansión.



Foto Nº 41 y 42: Una vez terminado el tiempo de inmersión se procedió y escurrido adecuadamente y la aplicación de carga constante en la máquina de CBR.



Foto N° 43: Balanzas utilizadas en los diversos ensayos



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, **ZEGARRA CORDOVA ERIXS JUAN GABRIEL**

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:	INGENIERÍA CIVIL					
Departamento Académico:	CIVIL Y SISTEMAS					
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		
Programa:	De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:					
ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL USO DE ADITIVO PROES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA DE ACCESO AL PUERTO DE SANTA, DEL DISTRITO DE SANTA-PROVINCIA DEL SANTAANCASH						
presentado en .212 folios, para la obtención del Grado académico:						()
Título profesional:	(X)	Investigación anual:			()	
<ul style="list-style-type: none">➤ He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.➤ Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.➤ Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.➤ De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.						
Nuevo Chimbote, 17 de JULIO de 20 21						
Firma:						
Nombres y Apellidos: ERIXS JUAN GABRIEL ZEGARRA CORDOVA						
DNI: 42609728						

NOTA: Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exime a tesis e investigadores, que no bien se retome el servicio con el software antiplagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.