



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Beneficio técnico económico del pavimento flexible empleando la geomalla
fibra de vidrio Av. Lima, San Juan de Lurigancho - Lima - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Henry Pizarro Acori (ORCID: 0000-0001-9989-2368)

Miguel Ángel Pacheco Ventura (ORCID: 0000-0002-4078-4861)

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez (ORCID: 0000-0001-8529-878X)

Mg. Cesar Augusto Paccha Rufasto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

Ing. José Luis Ponce Filios (ORCID: 0000-0001-6065-3538)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso que he dado, a mi querida madre Cecilia Ventura y Hermanos, que son los pilares de mi vida. Por su paciencia y apoyo incondicional y sobre todo por confiar en mí y apoyarme en el desarrollo de toda mi carrera profesional.

Miguel Ángel Pacheco Ventura

Dedico este trabajo de investigación a mi querida madre Ofelia Acori, a Enma Quispe y hermanos por su apoyo incondicional en mis estudios, así lograr mis objetivos trazados en mi carrera profesional y ser una fortaleza para mi familia.

Henry Pizarro Acori

AGRADECIMIENTO

Reconozco y agradezco a la casa superior Cesar Vallejo Lima Este por la educación impartida en beneficio a la sociedad de nuestro Perú.

Agradecer a la plana docencia de ingenieros civiles, quienes nos impartieron sus conocimientos durante el tiempo de estudio en carrera de ingeniería civil.

Finalmente agradezco a mis asesores por apoyarme de manera incondicional en desarrollar este trabajo de investigación con el objetivo de lograr obtener el título profesional de ingeniería civil.

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

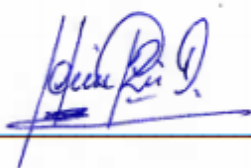
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Henry Pizarro Acori con DNI N° 10719072 y Miguel Ángel Pacheco Ventura con DNI N° 71394346, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 12 de julio del 2019



Henry Pizarro Acori

DNI: 10719072



Miguel Ángel Pacheco Ventura

DNI: 71394346

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presentamos ante ustedes la tesis titulada “Beneficio técnico económico del pavimento flexible empleando la geomalla fibra de vidrio Av. Lima, San Juan de Lurigancho - Lima - 2019”, la misma que dejo a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Henry Pizarro Acori

Miguel Ángel Pacheco Ventura

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	viii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II MÉTODO	37
2.1 Diseño de la investigación	38
2.2 Operacionalización de variables	39
2.3. Población, muestra y muestreo	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	41
2.5 Procedimiento	43
2.6 Método de análisis de datos	43
2.7 Aspectos éticos	43
III. RESULTADOS	44
IV. DISCUSIÓN	106
V. CONCLUSIÓN	108
VI. RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS	112
ANEXOS	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Estado actual del pavimento Av. Lima - San Juan de Lurigancho.	3
Figura N° 2: Estado actual del pavimento Av. Lima - San Juan de Lurigancho.	4
Figura N° 3: Fallas por envejecimiento del pavimento Av. Lima San Juan de Lurigancho.....	4
Figura N° 4: Deterioro por fatiga, reflexión del pavimento Av. Lima San Juan de Lurigancho.....	4
Figura N° 5: Mapa de ubicación del estudio.	5
Figura N° 6: Geomalla fibra de vidrio.	9
Figura N° 7: Incorporación de geomalla fibra de vidrio.	10
Figura N° 8: Características de Geomalla fibra de vidrio.	11
Figura N° 9: Incorporación de Geomalla fibra de vidrio.	11
Figura N° 10: Geomalla fibra de vidrio en proceso constructivo del pavimento.....	13
Figura N° 11: Clasificación de los Polímeros.....	16
Figura N° 12: Limpieza de la superficie.	17
Figura N° 13: Imprimación con Asfalto.....	19
Figura N° 14: Instalación manual de la geomalla de fibra de vidrio.....	20
Figura N° 15: Compactador de llantas sobre la geomalla fibra de vidrio.	20
Figura N° 16: Formación de arrugas.....	21
Figura N° 17: Esfuerzo en pavimentos flexibles	22
Figura N° 18: Método de flexión ASTM D790.....	22
Figura N° 19: Agrietamiento por fatiga.	23
Figura N° 20: vigas prismáticas.....	23
Figura N° 21: Máquina para método de flexión	23
Figura N° 22: Probetas prismáticas: vigas	24
Figura N° 23: Diseño del pavimento Flexible.	25
Figura N° 24: Vista del tráfico.	25
Figura N° 25: Formula de Modulo resiliente.....	26
Figura N° 26: Factor de dirección del carril de diseño	27
Figura N° 27: Grado de asfalto de acuerdo al tipo de clima	27
Figura N° 28: Materiales de uso en pavimentos flexibles.....	28
Figura N° 29: Formato de Metrado.....	29
Figura N° 30: Mantenimiento periódico del pavimento.....	31
Figura N° 31: Niveles de Servicio para Tratamiento Superficial – Pavimento Flexible.....	33
Figura N° 32: Niveles de Servicio para Concreto Asfáltico – Pavimento Flexible.....	33
Figura N° 33: Secuencia del proceso de reciclado.....	34
Figura N° 34: Matriz de operacionalización de variables.	40
Figura N° 35: Ficha técnica de geomalla Fibra de vidrio.....	45

Figura N° 36: Material de Geomalla Fibra de vidrio	45
Figura N° 37: Ficha técnica geomalla fibra de vidrio	46
Figura N° 38: Plano de ubicación de la Av. Lima	47
Figura N° 39: Porcentaje de fallas cada unidad del estudio mediante el método PCI.	48
Figura N° 40: Características de Calicata del estudio	49
Figura N° 41: Parcheo del pavimento	49
Figura N° 42: Excavación de la Muestra 1.....	50
Figura N° 43: Excavación de la Muestra 2.....	50
Figura N° 44: Excavación de la Muestra 3.....	51
Figura N° 45: Calicata de muestra N° 3.....	51
Figura N° 46: Conteo vehicular en la vía.....	52
Figura N° 47: Resultados del Aforo vehicular	52
Figura N° 48: Relación de resultados del conteo vehicular.....	53
Figura N° 49: Análisis granulométrico de la calicata C-1.....	54
Figura N° 50: Análisis granulométrico de la calicata C-2.....	54
Figura N° 51: Análisis granulométrico de la calicata C-3.....	54
Figura N° 52: Peso retenido granulométrico del suelo	55
Figura N° 53: Grafica de resultados de Límites de consistencia.	58
Figura N° 54: Abaco de Casagrande C-1	60
Figura N° 55: Abaco de Casagrande C-2	60
Figura N° 56: Abaco de Casagrande C-3.....	61
Figura N° 57: Ensayo de Proctor modificado para CBR C-1 y C-2	64
Figura N° 58: Ensayo de Proctor modificado para CBR C-3.....	64
Figura N° 59: Gráficos de correlación del CBR del suelo C-1.....	66
Figura N° 60: Gráficos de curvas de compactación del CBR del suelo.....	66
Figura N° 61: Gráficos de correlación del CBR del suelo C-3.....	66
Figura N° 62: Gráficos de curvas de compactación del CBR del suelo C-3	67
Figura N° 63: Resumen de ensayo granulométrico	68
Figura N° 64: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 4.5%	68
Figura N° 65: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 5.0%	69
Figura N° 66: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 5.5%	69
Figura N° 67: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 6.0%	69
Figura N° 68: Determinación del óptimo del cemento asfáltico.....	70
Figura N° 69: Informe de Índice de compactibilidad.....	70
Figura N° 70: Informe de ensayo de Resistencia conservada.....	71
Figura N° 71: Resumen del ensayo Marshall	71

Figura N° 72: Molde de la muestra del ensayo.....	72
Figura N° 73: Materiales para la mezcla asfáltica.	73
Figura N° 74: Proceso de mezclado del asfalto.	73
Figura N° 75: Proceso de compactación de la mezcla asfáltica.....	74
Figura N° 76: Compactado de la Viga.	74
Figura N° 77: Desencofrado del ensayo de las vigas.....	74
Figura N° 78: Grafico de las vigas del ensayo de laboratorio.	75
Figura N° 79: Grafico de la viga con geomalla fibra de vidrio.	75
Figura N° 80: Grafico de medidas de la viga con geomalla fibra de vidrio	75
Figura N° 81: Resultado del conteo vehicular realizado en la vía.	76
Figura N° 82: Numero de repeticiones de ejes equivalentes	78
Figura N° 83: Para el cálculo de FEE en pavimentos flexibles.....	79
Figura N° 84: Cálculo de número de repeticiones de eje equivalente	80
Figura N° 85: Abaco del método del instituto del asfalto	89
Figura N° 86: Abaco del método del instituto del asfalto de espesor completo	90
Figura N° 87: Aparato de medición de los ensayos de flexión.....	91
Figura N° 88: Gráfico de la viga en el aparato de flexión.....	92
Figura N° 89: Gráfico de toma de datos de la viga de flexión.....	92
Figura N° 90: Gráfico de proceso del ensayo de flexión	92
Figura N° 91: Gráfico de la viga con geomalla fibra de vidrio en el ensayo de flexión.	93
Figura N° 92: Gráfico de corte y flexión de la viga sin geomalla.....	93
Figura N° 93: Gráfico de corte y flexión de la viga con geomalla fibra de vidrio.....	93
Figura N° 94: Módulo de rotura de la carpeta asfáltica del pavimento flexible	94
Figura N° 95: Porcentaje de flexión límite de la carpeta asfáltica.....	94
Figura N° 96: Porcentaje MR máximo de la carpeta asfáltica.....	95
Figura N° 97: Grafico comparativo de flexión de la viga	95
Figura N° 98: Grafico del dial indicador de medición	97
Figura N° 99: Grafico de deflexiones admisibles	99
Figura N° 100: Hoja de metrados del diseño de pavimentos flexibles	99
Figura N° 101: Hoja de metrados con geomalla fibra de vidrio	100
Figura N° 102: Comparación económica del diseño con y sin Geomalla fibra de vidrio.	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Índice de crecimiento de parque automotor Lima.....	3
Tabla N° 2 Propiedades de Geomalla fibra de vidrio	10
Tabla N° 3 Clasificación de propiedades de geomalla fibra de vidrio	12
Tabla N° 4 Correlación de cementos de asfálticos	14
Tabla N° 5 Asfaltos cortados de curado rápido AASHTO M 81	15
Tabla N° 6 Asfaltos cortados de curado medio AASHTO M 82.....	15
Tabla N° 7 Cantidad de cemento asfáltico Vs. emulsión asfáltica	18
Tabla N° 8 Formulación del Esal de diseño	26
Tabla N° 9 Requisitos de calidad de las capas granulares.....	28
Tabla N° 10 Tipos de Mantenimiento – Pavimento Flexible	32
Tabla N° 11 Rango de validez.....	42
Tabla N° 12 Resumen de resultados de fallas del PCI del tramo de la Av. Lima.....	48
Tabla N° 13 Clasificación de suelos según tamaño de partículas.....	53
Tabla N° 14 Peso retenido por cada calicata de la Av. Lima.	55
Tabla N° 15 Porcentaje de humedad de la calicata C-1	56
Tabla N° 16 Porcentaje de humedad de la calicata C-2	56
Tabla N° 17 Porcentaje de humedad de la calicata C-3	56
Tabla N° 18 Clasificación de suelos según su índice plasticidad.	58
Tabla N° 19 Resultados de límites de consistencia – Calicata C-1.....	58
Tabla N° 20 Correlación de tipos de suelos AASHTO- SUCS	59
Tabla N° 21 Resultado de clasificación del suelo – Calicata C-3.....	61
Tabla N° 22 Categorización de la subrasante mediante CBR.	67
Tabla N° 23 Informe de Ensayo de gravedad específica.....	71
Tabla N° 24 Calculo de materiales para el concreto asfáltico.	72
Tabla N° 25 Cálculo de energía de compactación de viga.	73
Tabla N° 26 Factores de distribución direccional y de carril	77
Tabla N° 27 Cálculo del factor de equivalencia para afirmado y pavimentos flexibles	79
Tabla N° 28 Periodo de análisis según su diseño	81
Tabla N° 29 Clasificación de volumen de tráfico vehicular.....	81
Tabla N° 30 Categorización de CBR de la subrasante.....	82
Tabla N° 31 La desviación estándar del pavimento.....	82
Tabla N° 32 Nivel de confiabilidad del pavimento.....	83
Tabla N° 33 Índice de serviciabilidad inicial (P0)	84
Tabla N° 34 Índice de serviciabilidad final (Pt)	84
Tabla N° 35 Coeficiente estructural de la capa (a1)	85

Tabla N° 36 Coeficiente estructural de la capa (a2)	86
Tabla N° 37 Coeficiente estructural de la capa (a3)	86
Tabla N° 38 Coeficiente de drenaje de la capa mi.....	87
Tabla N° 39 Calculo de los espesores de la capa del pavimento	87
Tabla N° 40 Comparación de los métodos utilizados en el estudio.....	88
Tabla N° 41 Deflexiones admisibles de leyes de fatiga.	96
Tabla N° 42 Tabla de comparación de leyes de fatiga sobre el diseño del estudio.	96
Tabla N° 43 Característica de la deflexión según tipo de carretera	98
Tabla N° 44 Presupuesto de mantenimiento periódico	101
Tabla N° 45 Comparación económica anual del diseño del pavimento flexible.	101
Tabla N° 46 Aplicación y ventajas de la geomalla fibra de vidrio en la construcción.....	105

RESUMEN

El procedimiento en este estudio fue diseñar la estructura del pavimento flexible sin refuerzo mediante el método del Instituto de Asfalto y el método de AASHTO 93 bajo los requerimientos y parámetros esenciales como el aforo vehicular, el cálculo de módulo de resiliencia a través del CBR obtenido mediante los ensayos de laboratorio realizadas a la muestra de suelo extraída de la localidad y a partir del diseño se realizó dos tipos de espesores una de este sistema que resulto de carpeta asfáltica de 9 y 25 de base y del instituto del asfalto se tomó de 17.5 de carpeta y 30 de base, esta comparación nos ayudara elegir cual sería el beneficio técnico y económico en el diseño del proyecto. En este estudio también determinó el nivel de resistencia que puede proporcionar la colocación de la geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica del pavimento flexible como un reforzamiento. Al establecer una comparación con la resistencia de refuerzo de la geomalla fibra de vidrio y sin reforzamiento, originó un resultado muy positivo demuestra que el refuerzo tiene un soporte muy superior y mayor duración en su vida útil de la carpeta asfáltica.

Para alcanzar los objetivos planteados, se realizaron ensayos en laboratorio que permitieron obtener las curvas esfuerzo/flexión de cada viga con y sin refuerzo. Posteriormente, se evaluó el comportamiento alcanzado en laboratorio a través de las curvas de comparación de la flexión directa hecha a cada una de las pruebas, dando como resultado que la geomalla fibra de vidrio soporta más carga y su tiempo de flexión es más duradero que la otra llegando a concluir que la geomalla fibra de vidrio como refuerzo en los pavimentos es viable de acuerdo al tránsito sugerido tendrá más tiempo de vida útil.

Las conclusiones del estudio demuestran que la geomalla fibra de vidrio al ser usado según el método AASHTO 93 sería el más recomendado en el diseño, por tener espesores mínimos, así mismo el empleo de geomalla fibra de vidrio influye positivamente y en el beneficio técnico económico del pavimento flexible, sus propiedades físicas y mecánicas permiten incrementar al soporte de cargas y deformaciones producidas por tráfico, por otro lado, incrementa su vida útil del pavimento de los diseños sin geomalla. Se presentan algunas recomendaciones y sugerencias a corto y mediano plazo para mejorar el desempeño de estos materiales en la construcción, así como incluir en la normativa peruana un método de diseño que permita sustentar el uso de estos elementos en la ingeniería vial.

Palabras clave: Geomalla fibra de vidrio, diseño, pavimento flexible.

ABSTRACT

The procedure in this study was to design the structure of the flexible pavement without reinforcement by the Asphalt Institute method and the AASHTO 93 method under the requirements and essential parameters such as traffic capacity, the calculation of the resilience module through the CBR obtained through the laboratory tests carried out on the sample of soil extracted from the locality, and based on the design, two types of thicknesses were made, one of this system that resulted from the asphalt folder of 9 and 25 of the base and the asphalt institute was taken from 17.5 of folder and 30 of base, this comparison will help us choose what would be the technical and economic benefit in the design of the project. This study also determined the level of resistance that can be provided by the placement of the fiberglass geogrid in the asphalt pavement of the flexible pavement as a reinforcement. When establishing a comparison with the reinforcement strength of the glass fiber geogrid without reinforcement, it gave a very positive result, demonstrating that the reinforcement has a much higher support and a longer life span of the asphalt binder.

To achieve the objectives set, laboratory tests were carried out to obtain the stress / flex curves of each beam with and without reinforcement. Subsequently, the behavior achieved in the laboratory was evaluated through the comparison curves of the direct bending made to each of the tests, resulting in the fact that the fiberglass geogrid supports more load and its flexion time is more durable than the another one coming to conclude that the fiberglass geogrid as reinforcement in the pavements is viable according to the suggested traffic will have more time of useful life.

The conclusions of the study show that the fiberglass geogrid when used according to the AASHTO 93 method would be the most recommended in the design, because it has minimum thickness, likewise the use of fiberglass geogrid has a positive influence on the technical and economic benefit of the Flexible pavement, its physical and mechanical properties allow to increase the support of loads and deformations produced by traffic, on the other hand, it increases its useful life of the pavement of the designs without geogrid. We present some recommendations and suggestions in the short and medium term to improve the performance of these materials in construction, as well as include in Peruvian regulations a design method that allows to support the use of these elements in road engineering.

Keywords: Geogrid fiberglass, design, flexible pavement.

I. INTRODUCCIÓN

El tráfico vehicular en el mundo actual viene creciendo de manera sostenida y esto conlleva al deterioro de los pavimentos que presentan daños. Así los pavimentos flexibles o rígidos superan su estado de diseño estructural sufriendo daños como fisura, agrietamientos y deformaciones plásticas que perjudica el confort de la transitabilidad vehicular y del usuario, ocasionando mayor incremento en mantenimiento y rehabilitaciones de las vías de circulación.

Existen proyectos que se están ejecutando en países de Estados Unidos, España y otros, preocupados por el deterioro de vías de tránsito vehicular; para el cual, están incorporando el uso de geomallas fibra de vidrio en diseños de pavimentos y son utilizadas en las carreteras, aeropuertos y autopistas. Esta geomalla tiene importantes aplicaciones; el refuerzo para la base granular del pavimento, y el otro para estabilizar la subrasante (Vialidad y Transporte Latinoamericano 2015).

Los materiales geosintéticos hoy en día cumplen importantes beneficios dentro de la ingeniería civil, especialmente en temas de pavimentos y reforzamiento de suelos. Por ello, la geomallas fibra de vidrio está entrando con fuerza en el mercado, ya que sus propiedades y aplicaciones benefician al soporte de carga en las carpetas asfálticas y reducir daños en las carreteras (Robles Vives, D. (2016).

El Perú es un país donde la mayoría de sus pavimentos son flexibles. Una vez pasada el tiempo, se empiezan a observar deterioros funcional y estructural, es debido a múltiples factores tales, el incremento de tráfico, deficiencia en el proceso constructivo, diseños inadecuados, dosificación de materiales de mala calidad; así como los factores ambientales y clima. En algunas ocasiones los daños ocurren a temprana edad lo que generan dificultad en la transitividad.

El distrito de San Juan de Lurigancho, tiene un crecimiento desordenado sin ninguna planificación, ocasionando múltiples problemas internos, tales como; la superpoblación, alberga actualmente 1'069,566 residentes (según INEI, 2016), que conlleva el incremento del parque automotriz. Actualmente Lima y Callao concentran el 66% del parque automotor del país, alcanzando el 1'752,919 con un parque automotor con más de 15 años de antigüedad. (LA CÁMARA, 2018)

Tabla N° 1

Índice de crecimiento de parque automotor Lima

Deptos	CLASES DE VEHICULO									
	TOTAL	Automóvil	Station wagon	Camionetas			Omnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semirem.
				Pick-up	Rural	Panel				
TOTAL	2'661.719	1'167.041	403.193	283.479	365.316	43.387	80.119	213.155	43.604	62.425
Lima/Callao	1'752.919	807.529	284.251	163.793	236.502	31.006	50.441	116.601	29.520	33.276
La Libertad	190.073	77.440	21.459	25.037	18.382	1.372	7.105	21.208	4.548	13.522
Arequipa	187.929	89.335	14.236	21.353	27.142	1.989	5.099	16.853	4.804	7.118
Cusco	73.997	29.313	12.253	9.108	11.300	578	2.938	8.160	281	66
Lambayeque	68.261	30.741	5.908	9.192	9.418	1.034	1.348	8.088	572	1.960
Junín	67.049	22.296	12.308	8.749	9.715	295	2.139	9.231	881	1.435
Piura	55.060	23.771	4.922	10.378	7.915	400	1.280	5.503	518	373
Tacna	49.382	18.040	11.476	4.777	5.580	1.556	1.703	4.727	614	909
Puno	47.696	8.711	8.867	4.740	14.029	3.246	2.562	4.887	297	357
Ancash	33.542	14.484	5.472	4.009	5.555	235	940	2.415	199	233
Los demás	135.811	45.381	22.041	22.343	19.778	1.676	4.564	15.482	1.370	3.176

Fuente: (Revista la Cámara, 2018).

El distrito de San Juan de Lurigancho, no es ajeno a problema como este, existen pavimentos en estado de abandono donde se observa la presencia de fisuras, agrietamiento y otros daños típicos en pavimentos flexibles. Es así, que la Av. Lima presenta estos daños mencionados. Ya que la concesión de la Av. Próceres de Independencia a las empresas encargadas de los corredores viales de Lima Metropolitana restringe el paso de vehículos urbanos competidores, originando su desplazamiento a las avenidas paralelas. (Figura 1)



Figura N° 1: Estado actual del pavimento Av. Lima - San Juan de Lurigancho.

Fuente: Imagen propio del investigador (2019).



Figura N° 2: Estado actual del pavimento Av. Lima - San Juan de Lurigancho.

Fuente: Imagen propio del investigador (2019).



Figura N° 3: Fallas por envejecimiento del pavimento Av. Lima San Juan de Lurigancho.

Fuente: Imagen propio del investigador (2019).



Figura N° 4: Deterioro por fatiga, reflexión del pavimento Av. Lima San Juan de Lurigancho

Fuente: Imagen propio del investigador (2019).

Por ese motivo, este desalojo origina mayor tráfico vehicular, la cual genera el deterioro y desgaste de la carpeta asfáltica antes que cumpla su vida útil de diseño asfáltico. Para poder determinar el estado del pavimento uno de los pasos a seguir sería evaluar los daños encontrados tempranamente para que luego puedan ser reparadas lo antes posible para evitar más daños y pérdidas económicas y no ser reconstruidas totalmente.

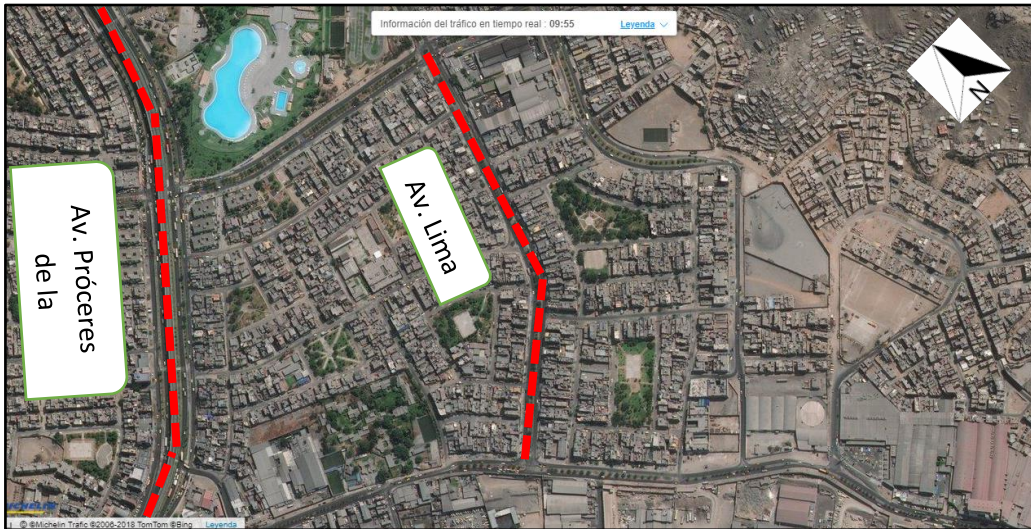


Figura N° 5: Mapa de ubicación del estudio.

Fuente: <https://www.viamichelin.es>

Este trabajo de investigación se refuerza en las investigaciones antecesoras y que tenga temas de mayor relevancia, para el cual se consultaron investigaciones como antecedentes nacionales e internacionales y a continuación se detalla.

En Ecuador, según (Miranda y Sanches, 2015) en su tesis de maestría titulada “Evaluación del módulo resiliente y deformación permanente de una base granular mecánicamente estabilizada con geomalla”, esta investigación tiene como objetivo realizar la evaluación mecánica en el laboratorio, así mismo, el aporte de evaluar la geomalla estructural en la base granular mediante el ensayos AASHTO T-307 y su determinación del módulo resiliente, NCHRP Reporte 598 para determinar la deformación permanente; finalmente llega a la conclusión, la geomalla Multiaxial si actúa positivamente sobre material de base granular, por otro lado, se observa en el ensayo notable injerencia de geomalla sobre el material Granular y su deformación sea menor, para lograr que la muestra no falle a pesar de tener un número de ciclos considerable.

(Serna y Téllez, 2018) Colombia, en su tesis titulado “Evaluación y adherencia geo sintético, mezcla del asfáltica mediante la elaboración del ensayo Leutner”, esta investigación busca

conocer y entender el comportamiento de las propiedades tanto físicas del geosintético y mezcla asfáltica, esta estudio será evaluado mediante las normas técnicas INVIAS 2013 realizando el uso de materiales aplicados en las vías de Pasto y llegar a obtener resultados semejante a la realidad, el material pétreo trabajado proviene de AGRESUR, del Municipalidad de Funes, obteniendo cemento asfáltico de la fábrica de Barrancabermeja, los geosintéticos para esta investigación se tomaron a FIBERGASS GRID y FORTGRID ASPHALT Geomatrix, estas pruebas tales como la de granulometría y el ensayo de Marshall realizados en laboratorios de la Universidad de Nariño en la ciudad de Pasto y también en TEC Ingeniería SAS. Obteniendo 36 briquetas, segmentadas en 3 dosificaciones distintas (Muestra 1 con 250 gr/m², Muestra 2 con 350 gr/m², Muestra 3 con 550 gr/m²), lo cual se ejecutó el ensayo de Leutner, definitivo en esta investigación, alcanzando resultados contundentes a la hora de analizar el corte o cizalladura, lo cual quiere decir el esfuerzo soportado por el cuerpo de prueba, la deformación y la FCR.

(Bustamante, 2016) Ecuador, tesis de investigación titulado “Evaluación del nivel de resistencia de la subrasante, con el uso y combinado de geomalla y geotextil”, esta investigación busca resistencia proporcional para colocar paralelamente geomalla en la capa granular y la subrasante a manera de refuerzo. Sin embargo, se llegó a comparar que la resistencia que suministra la aplicación del geotextil geomalla sin reforzamiento. Por otro lado, se evaluará al pavimento colocado en reciente proyecto mejoramiento de carretera Sigsig Gualaquiza, trayecto: Matanga Gualaquiza, Provincia de Morona Santiago que, siendo ejecutado, la cual será aplicado la nueva técnica constructiva. Esto permite alcanzar objetivos planteados, así mismo se llegará realizar ensayos de laboratorio permitiendo conseguir curvas de esfuerzo y deformación en cada una de las muestras analizadas. Por consiguiente, se simulará los comportamientos alcanzados en el laboratorio utilizando modelos numéricos con el uso del Software Plaxis 8.6 (Elementos Finitos), que resultó esfuerzo en la superficie de la subrasante, tendrá una determinante en aquellos factores para reforzar. Llegando a conclusión, el estudio demuestra que la disminución del grosor de capa siendo mayor a la subrasante se corroboró y no consta mejoramiento al utilizar un geotextil y geomalla juntamente. Por lo tanto, se recomendarán mejorar esta investigación así perfeccionar los trabajos de materiales en la edificación, incorporar en la norma ecuatoriana realizo métodos para el proyecto y que se sustente los usos de los materiales en los proyectos viales.

(Orduz, 2017) Colombia, en su tesis titulado “Simulación de la estructura de pavimento, apoyada en la subrasante arcillosa fragmentada por secado. Estudio de aplicación en vías del occidente de Bogotá”, este estudio busca la simular numéricamente usando Plaxis 2D, para el reforzamiento del diseño del pavimento, la zona de estudio del corredor vial intersección de Siberia que intercepta con el Municipio Cota y Municipio Tenjo Cundinamarca; la cual es una zona donde existe desecamiento de los suelos y estructura que engloba al pavimento sea encontrado de forma arcillosa con fisuras por desecamiento. Resultando aquel reforzamiento planteado en los modelos dada la simulación mediante las geoceldas, beneficia aquella estructura que en lo generalmente estos mitigan desplazamientos verticales en la superficie de rodadura.

(Armijos, 2018) Ecuador, en su tesis titulado “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico reforzado con geosintético (geotextil no tejido) y fibra de vidrio para un pavimento de primer orden”, este estudio busca la evaluación del desempeño de la mezcla asfáltica reforzada con geosintéticos y la fibra de vidrio para un pavimento de primer orden frente a las leyes de fatiga y patologías de daño, con el fin de hallar alternativas que eleven la durabilidad de las vías. En este estudio se diseñó la mezcla asfáltica cuyas propiedades mecánicas ya se usaron, junto con otros factores, este diseño se analizó con el procedimiento AASHTO 93, el método racional, se analizó el comportamiento del mismo bajo deformaciones, esfuerzos y deflexiones. Después tuvo lugar la curva teórica en base a la posición óptima del refuerzo mediante el análisis de la deformación y deflexión. Mediante los ensayos mecánicos Marshall y tracción indirecta. Se concluyó que la posición óptima del refuerzo será la base de la carpeta asfáltica, lo cual generará una optimización en el espesor de hasta 1cm y un incremento en la vida útil de los pavimentos de 1 a 2 años, lo cual esto dependerá del tipo de refuerzo que será colocado.

Para comprender la empleabilidad de la geomalla fibra de vidrio en el pavimento flexible a ha sido indispensable investigar otras investigaciones nacionales.

(Orrego, 2014) tesis titulado “Análisis técnico económico en el uso de geomallas como refuerzo de base granular del pavimento flexible”, esta investigación busca el análisis de geosintéticos, reforzando en capas granulares del pavimento flexible, para tal caso se hizo una compilación de los procedimientos y técnicas de diseños utilizados en el estudio mostrado, averiguaciones que permitieron obtener las diversas causas necesarias y ejecutar diseños reforzadas por la geomalla. Finalmente, las geomallas son buenas como refuerzo

tanto en bases granulares, disminuye costos, tiempos, instalación en su aplicación y divulgar es necesario y recomendable saber sus distintas propiedades llegando a su aporte estructural para dicho refuerzo.

(Díaz, 2017) en su investigación titulado “Influencia de geomalla en el diseño de pavimento flexible vía de Evitamiento Norte, Cajamarca”, esta investigación lleva como objetivo establecer la influencia de geomalla en pavimento, a través de un estudio de tráfico durante una semana, resultando los ejes equivalentes respectivos, después se elaboró 4 calicatas ejecutando los estudios de suelos, alcanzando dado la clase de suelo que predomina siendo tipo A-7, siguiendo la categorización AASHTO y teniendo que el CBR de diseño es de 2.25%, se elige el menor valor. Continuando dado el proyecto se desarrollaron 3 alternativas, lo cual los típicos diseños según AASHTO sobre el pavimento flexible, ya que a través de otros diseños también estos son reforzados con geomalla Tenax Ibo 202, así como también una que se denota más es el reforzado con geomalla Tenax Ibo 302. Lo cual generó estas comparaciones del pavimento teniendo cuenta el espesor de cada capa de los diferentes métodos teniendo como resultado el segundo y tercer método tuvieron el mismo beneficio en cuanto a su espesor de 7.50 cm. Sin embargo, en cuanto a su reducción de la capa subbase la geomalla Ibo 202 es menor a la geomalla Ibo 302. Resultando y comparar económicamente entre estos métodos deduce que, geomalla Tenax Ibo 302 es más favorable, reduciendo al 32,6% la base granular, al igual la sub base granular se reduce a 32,1% dando como resultado económicamente viable teniendo como costo una reducción de 18,23% por m².

(Mera, 2017) tesis de investigación titulado “Evaluación técnico económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo de la subrasante, carretera Santa Cruz Bellavista, Jaén, Cajamarca”, esta investigación busca; asimismo se muestra los pasos de construcción utilizando la geomalla en vías no pavimentadas. Estas recolecciones de datos fueron realizadas. Esto determinó la reducción de los distintos grosores de tramo del diseño reforzado y no reforzado teniendo una variación entre 5.4% y 39.2 %, lo cual esto implica que el material granular es muy poco usado, sin embargo se logró visualizar que esta geomalla multiaxial como refuerzo es económico viable para aquel suelo de un CBR menos a 2.5 % así generando más ahorro que en el costo de construcción de un diseño siendo convencional, lo cual es recomendable usarlo en esta ocasión, ya que no sería favorable al diseñar.

(Nuñez, 2016) en sus tesis de investigación titulada “Optimización de espesores de los pavimentos con la aplicación de geosintéticos” tiene el objetivo de evaluar el espesor del diseño, subbase, base y aplicación con geosintéticos, y así mejorar el costo, tiempo de ejecución, en la cual se utilizó una indagación de clase cuantitativo, donde este trabajo se realizó mediante ensayos en el laboratorio, así mismo, se tomó como base las investigaciones anteriores, esta investigación, será de tipo experimental y correlacional, obteniendo como conclusión, que la teoría de investigación realizada hace que sea recomendable los usos de las geomallas MacGrid EGB, por las propiedades en función a la estructura requerida de la subbase del pavimento.

(Sicha, 2018) en su tesis de investigación titulada “Diseño con geosintéticos para función de separación, filtrado y refuerzo del pavimento flexible” tiene como fin brindar una idea general de un esquema usando geotextil, división, permeabilidad con ayuda de geomalla. Para esta investigación se usarán diversas formas de diseño, logrando evaluar la importancia de este material. En esta investigación se aplicó en software de Visual Studio tanto para diseño, análisis técnico; finalmente concluye que el refuerzo con geomalla triaxial, aplica en la mejora del pavimento. Todo ello se observó en tramos propuestos en esta investigación obteniendo una serviciabilidad en 20% con respecto a diseño convencional realizadas en los otros tramos, donde incrementó su espesor de capa de los pavimentos.

La geomalla es un material flexible que son usadas entre las distintas capas del concreto asfáltico e hidráulico con fines de poder controlar los daños de agrietamiento, flexión, fatiga y deformaciones plásticas del revestimiento del pavimento flexible en vías de bajo y alto tráfico, aeropuertos, autopistas parqueaderos y así como las plataformas (Pavco, 2012).

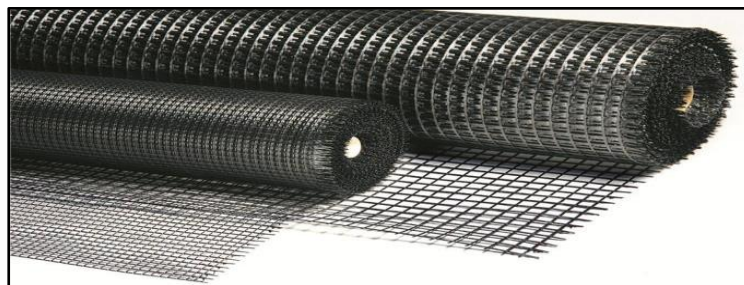


Figura N° 6: Geomalla fibra de vidrio.

Fuente: (Pavco, 2012).

La geomalla fibra de vidrio, son materiales flexibles excelentes que se emplean en el diseño de los pavimentos asfálticos nuevos y rehabilitaciones, debido a sus propiedades mecánicas, alto grado módulo de elasticidad, alta resistencia a la tensión y baja elongación, que permite controlar las fallas de carpeta de rodadura, incrementando resistencia a la tracción y garantizar una distribución uniforme de los esfuerzos horizontales del concreto asfáltico (Pavco, 2012).

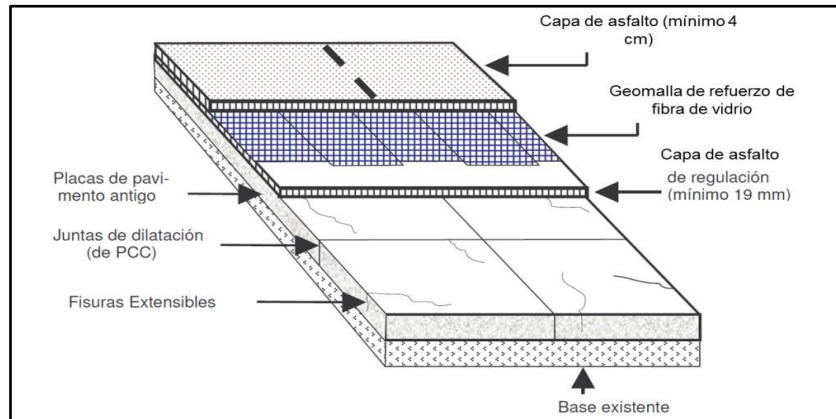


Figura N° 7: Incorporación de geomalla fibra de vidrio.

Fuente: (Pavco, 2012).

La geomalla fibra de vidrio se fabrica mediante el proceso de tejido a punto, mediante el uso de filamentos derivados de fibra de vidrio formando estructuras de tejido, estos filamentos están revestidos por polímeros que permite una adherencia buena hacia las capas asfálticas, asimismo tiene alta resistencia a cambios de temperatura por ser de origen mineral (Pavco, 2012).

Tabla N° 2

Propiedades de Geomalla fibra de vidrio

Propiedades	Norma de Ensayo	Valor
Resistencia a la tensión ultima (MD/TD)	ASTM D-6637	100/100 KN/m
Elongación maxima a rotura (MD/TD)	ASTM D-6637	<3%
Propiedades de retracción	CRDRG01	Menos del 0.5% a 200°C
Tamaño de abertura de malla (MD/TD)	Medido	25.4*25.4 mm
Resistencia a la temperatura	Mínimo	Hasta 200°C
Tunto de fución	ASTM D-276	>300°C

Fuente: (Pavco, 2012).

Esta registra una resistencia alta hacia la tracción, así como una elongación baja. Esta geomalla contiene la fibra de vidrio como materia prima, con una resistencia alta hacia la deformación, teniendo una elongación de fractura menor del 3%.

No hay fluencia a largo plazo - como un material mejorado, la capacidad de resistir la deformación en el caso de cargas a largo plazo es muy importante, y la fibra de vidrio no se arrastra, lo que garantiza que el producto puede mantener el rendimiento durante mucho tiempo.

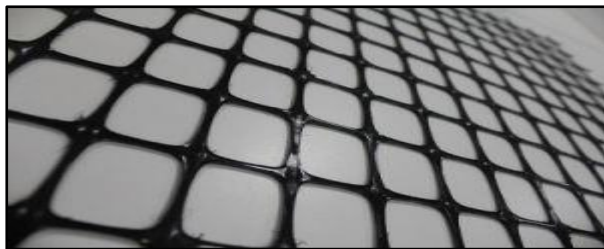


Figura N° 8: Características de Geomalla fibra de vidrio.

Fuente: (Pavco, 2012).

Compatibilidad con la geomalla fibra de vidrio asfáltico con un proceso de reprocesamiento lo cual material está diseñado para mezclas de asfalto, cada fibra está completamente recubierta con un alto nivel de compatibilidad con el asfalto para asegurar que la geomalla fibra de vidrio no estará segregada de la mezcla de asfalto o asfalto capa, pero está firmemente unida entre sí.

La estabilidad física y química-después de un agente post-tratamiento especial para el recubrimiento, la geomalla de fibra de vidrio puede resistir todo tipo de desgaste físico y la erosión química, sino también para resistir la erosión biológica y el cambio climático, para garantizar que su rendimiento no se ve afectado.



Figura N° 9: Incorporación de Geomalla fibra de vidrio.

Fuente: (Pavco, 2012).

Cerradura de anidamiento y restricción - debido a que esta geomalla fibra de vidrio es una estructura neta, los agregados en el hormigón de asfalto pueden correr a través de él, formando así un bloqueo mecánico. Este tipo de restricción dificultara la movilización de agregados, de modo que esta mezcla asfáltica logre un alto estado al ser compactado, mayor capacidad de carga, mejor rendimiento de transferencia de carga y menor deformación bajo carga (Chenzhou, 2018).

Resistencia a la tensión, tendrá un módulo elástico alto, así como una elongación baja en la carpeta asfáltica lo cual esto garantizará bajo una carga de dirección vertical, así como la distribución uniforme las cargas y esfuerzos horizontales en una superficie mayor, ya que incrementará su vida útil de esta por varios años (Pavco, 2012).

Tabla N° 3

Clasificación de propiedades de geomalla fibra de vidrio

Propiedades		Norma	Unidad	R-50	R-100
	Resistencia a la tensión última (ST/SL) ²	ASTM D 6637	KN/m	50/50	100/100
Propied. Mecánicas	Propiedades de retracción	CRDR G01	%	< a 1.5%, 200°C, 15 may. < 0.5%, 200°C, 15 may	
	Elongacion Max. A la rotura (ST/SL)	ASTM D 6637	%	≤ 4	≤ 4
	Tamaño de abertura de malla	Medido	mm	25.4/25.4	25.4/25.4
Propied. Físicas	Resistencia a la temperatura	Mínimo	°C	200	200
	Punto de fusión	ASTM D 276	°C	>300	>300
	Ancho de rollo	Medido	m	3.9	3.9
Presentación	Longitud de rollo	Medido	m	50	50
	Area de rollo	Medido	m ²	195	195

Fuente: (Pavco, 2012).

La función principal consiste proporcionar alta resistencia esfuerzos por tracción de la carpeta asfáltica, garantizando así una carga en dirección vertical generando una distribución con uniformidad hacia los esfuerzos de forma horizontales en una superior mayor, ya que esto se traducirá a vía sin ninguna falla por varios años.

Las geomallas fibra de vidrio tienen múltiples funciones de uso en la rehabilitación de pavimentos asfálticos tanto en las fallas funcionales y estructurales, estos son:

- Controlará las fisuras de reflexión, así como también de Ahuellamientos.
- Continuo refuerzo en vías de tráfico alto, para realizar reparaciones donde están localizadas.

- Refuerzo continuo en carpetas sobre las losas del hormigón.
- Debido al recubrimiento bituminoso, esta adherencia resultante en mezclas de asfalto será óptima.
- Reducirá el mantenimiento periódico que son típicos en los pavimentos.



Figura N° 10: Geomalla fibra de vidrio en proceso constructivo del pavimento.

Fuente: (Pavco, 2012).

Según (Pavco, 2012) Los asfaltos son materiales elevadamente impermeables, cohesivos y adherentes, ya que son capaces de poseer resistencia a los esfuerzos altos y estar bajo dicha acción con permanentes cargas. Ya que esta aplicación del asfalto cumplirá las funciones siguientes:

- Contribuirá a impermeabilizar aquella estructura del pavimento, haciendo que sea un poco más sensible hacia una humedad más eficaz frente a la penetración de aquellas aguas que son procedentes de diferentes precipitaciones (Pavco, 2012).
- Facilita la unión y cohesión con los agregados, ya que es capaz al poseer resistencia hacia una acción mecánica dada la disgregación generada por cargas vehiculares. Por lo tanto, mejorara la capacidad portante de aquella estructura, permitiéndole reducir su espesor (Pavco, 2012).

Cemento Asfáltico, es un asfalto refinado que son el resultante de un asfalto muy refinado y un aceite fluidificante de firmeza correcta hacia trabajos como la pavimentación. Los asfaltos que es refinado son de consistencia dura que combinándolo con aceites o residuos derivados de la extracción de los petróleos de la base asfáltica (Pavco, 2012).

Aquellos cementos de asfalto más usados generalmente son los siguientes:

Tabla N° 4

Correlación de cementos de asfálticos

CA 40 – 50	Para los sellados de las juntas de un pavimento como el hormigón
CA 60 – 70	En concreto asfalto
CA 75 – 100	En concreto de asfalto
CA 120 – 150	Tratamiento de las superficies

Fuente: (PAVCO, 2012).

La consistencia es una de las propiedades del cemento asfáltico, tiene Grado de fluidez y la plasticidad de los asfaltos en una temperatura, esta clasificación realizará con cemento asfáltico en base al valor de consistencia a diferentes temperaturas que sea de reseña. Ya que pueda describir y poder medir la consistencia de los asfaltos de los pavimentos, estas se usarán ensayos con viscosidad, ensayos con penetración o también los puntos de ablandamiento (Pavco, 2012).

Según la propiedad del cemento asfáltico, la Pureza, está compuesto mayormente con betunes (solubles en bisulfuro de carbono). Ya que estos asfaltos que son refinados tienen más del 99.5%, por lo que resulta betunes sean puros (Pavco, 2012).

La seguridad es una de las propiedades del cemento asfáltico, si es sometido a temperaturas muy superiores, esta expulsara vapores que arderán en representación a una chispa o llama. La temperatura resultante de lo anterior será más elevada que temperatura que son usadas en los procedimientos de pavimentación. Por lo tanto, para obtener certeza saber que existirá un margen en la seguridad, que se deberá ubicar el sitio de la inflamación de los asfaltos (Pavco, 2012).

Emulsiones Asfálticas, es un sistema heterogéneo que tendrá dos fases debidamente inmiscibles, siendo el asfalto, así como el agua, lo cual se agregará una cantidad pequeña según el agente activador en el área superficial, tensoactivo o emulsificante, que será base viscosa y solución alcalina, lo que mantendrá una dispersión al sistema, el agua será de fase continua y en forma discontinua como son glóbulos de asfalto estas poseen una dimensión de uno o diez micrones (Pavco, 2012).

Según esta emulsión es puesta a la unión del agregado esta producirá una inestabilidad que llevará a la rotura, llevando aquellas partículas del asfalto al acoplarse en el área superficial de un agregado. Ya que el agua fluirá o se disipará, alejándose de aquellos tamaños pétreos que son recubiertos por los asfaltos (Pavco, 2012).

Tabla N° 5

Asfaltos cortados de curado rápido AASHTO M 81

	RC 70		RC 250		RC 800		RC 3000	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Velocidad cinemática a 60°C Centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Punto de inflamación (copa abierta tag)C°			27		27		27	
Agua %		0.2		0.2		0.2		0.2
Ensayo de destilación porcentual en volumen del destilado total a 360°C								
A 190°C	10		35		15		25	
A 225°C	50		60		45		70	
A 260°C	70		80		75			
A 315°C	85							
Residuo de destilación % volumen	55		65		75		80	
Ensayos en el residuo de la destilación								
Penetración 100g. 5 seg a 25°C	80	120	80	120	80	120	80	120
Ductilidad a 25°C. 5 cm/min, cm	100		100		100		100	
Solubilidad en tricloroetileno, %	99.9		99.9		99.9		99.9	
Ensayos de la mancha con:								
Nafta Estandar					Negativo para todos los grados			
Solvente Nafta - XIoI, % XIoI					Negativo para todos los grados			
Solvente Heptano % XIoI					Negativo para todos los grados			

Fuente: (Pavco, 2012).

Tabla N° 6

Asfaltos cortados de curado medio AASHTO M 82

	MC 30		MC 70		MC 250		MC 800		MC 3000	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Velocidad cinemática a 60°C Centistokes	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Punto de inflamación (copa abierta tag)C°	38		38		66		66		66	
Agua %		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2
Ensayo de destilación porcentual en volumen del destilado total a 360°C										
A 225°C	40	25	20	20	15	15	0	35	0	15
A 260°C	75	70	65	60	60	55	45	80	15	75
A 315°C		93		90		87				
Residuo de destilación % volumen	50		55		67		75		80	
Ensayos en el residuo de la destilación										
Penetración 100g. 5 seg a 25°C	120	250	120	250	120	250	120	250	120	250
Ductilidad a 25°C. 5 cm/min, cm	100		100		100		100		100	
Solubilidad en tricloroetileno, %	99.9		99.9		99.9		99.9		99.9	
Ensayos de la mancha con:										
Nafta Estandar					Negativo para todos los grados					
Solvente Nafta - XIoI, % XIoI					Negativo para todos los grados					
Solvente Heptano % XIoI					Negativo para todos los grados					

Fuente: (Pavco, 2012).

Los asfaltos modificados es una técnica reciente manejada que busca el beneficio positivo del asfalto en las vías de pavimentación. Esta técnica permite la adición de los polímeros aquellos asfaltos convencionales, el fin es perfeccionar las características mecánicas para mejorar la resistencia y deformaciones que son causantes por los factores climatológicos, así como el tráfico vehicular (Pavco, 2012).

Las ventajas y desventajas según (Pavco, 2012) son las siguientes:

- Disminuirá a alta temperatura térmica.
- Se obtiene mezclas rígidas y flexibles a temperaturas superiores e inferiores de servicio, reduciendo el ahuellamiento y fisuramiento.
- Tendrá una mayor firmeza al envejecimiento
- Mayor resistencia a la flexión en la cara inferior de las capas de las mezclas asfálticas.
- Reducirá el costo por mantenimiento.

Desventajas:

- El costo del polímero será alto.
- En estos mezclados no siempre los polímeros serán factibles con el asfalto base.
- Estos agregados no deberán estar en estado de humedad ni sucios.
- Esta temperatura que sea mínima en la distribución será de 145°C, por el rápido endurecimiento.

Según (Pavco, 2012) La naturaleza del polímero son el producto de la unión, miles de moléculas muy pequeñas, que también toman el nombre monómero. Esta gran variedad de los materiales poliméricos dificulta su clasificación y sistematización, sin embargo, teniendo en cuenta su estructura y propiedades, estas son clasificadas por uso vial como es presentado a continuación:

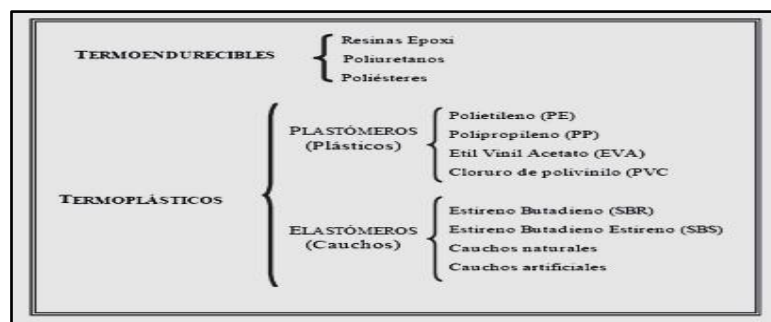


Figura N° 11: Clasificación de los Polímeros.

Fuente: (Pavco, 2012).

Termo endurecibles, son polímeros formados por derivada de la reacción química (base y endurecedor), resultando con una estructura entrecruzada, por lo cual no podrán ser recuperados ni tampoco transformarse (Pavco, 2012).

Los termoplásticos son polímeros solubles son las que reblandecen con la acción del calor y podrán llegar a fluir. Habitualmente son polímeros de forma lineal y/o ligeramente divididos (Pavco, 2012).

Los procedimientos a seguir para que la geomalla fibra de vidrio trabaje en el reforzamiento del pavimento flexible, su aplicación sea correcto y esto garantizará su calidad de servicio, de tal manera seguir los pasos de instalación:

Para su aplicación y empleo de adherencia de geomalla fibra de vidrio y/o cualquier geotextil en la repavimentación o nueva carpeta de rodadura, tiene que cumplir ciertas condicionada donde la superficie sobre el cual se va emplear los rollos de la geomalla fibra de vidrio tienen que estar libres de elementos que perjudique el proceso constructivo, libre de agua, suciedad, escombros y vegetación que son materiales no compatibles con el ligante asfáltico. Así mismo los equipos a utilizar para la limpieza son compresores de neumáticas y escobas. (Pavco, 2012).

En el momento de fresado de la geomalla fibra de vidrio realizar la limpieza con máquina y/o manual de manera minuciosa, dejando libre de polvillo la superficie, lo recomendable es limpiar con aire comprimido o baño de agua y dejar que seque bien como se observa en la figura 12.

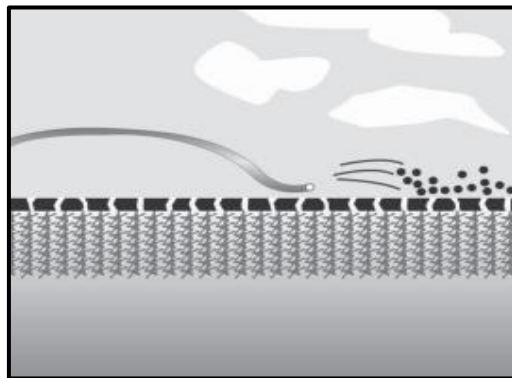


Figura N° 12: Limpieza de la superficie.

Fuente: (Pavco, 2012).

El material ligante asfáltico a utilizar tiene que garantizar la adhesión de la geomalla fibra de vidrio a la base granular estabilizada de losa de concreto asfáltico, y para la parte superior de refuerzo será cemento asfáltico de una penetración de 60 a 70 mm/10, emulsión catiónica de rotura tipo 1, esta emulsión modificada con polímeros satisfaga la cantidad de asfalto mínima. En geotextiles garantizar la saturación para generar membrana visco elástico plástico, mientras la geomalla solo requiere la adhesión al sistema (Pavco, 2012).

Para su aplicación y empleo de geomalla de fibra de vidrio, solo necesita garantizar la cantidad del ligante, puesto que garantice una adherencia con la superficie nueva y antigua carpeta, A continuación, se muestra el cuadro y cantidades a utilizar cuando se escoge emulsión asfáltica y/o cemento asfáltico, estos valores deben estar acorde a la prueba del campo.

Tabla N° 7

Cantidad de cemento asfáltico Vs. emulsión asfáltica

Cantidad de cemento asfáltico (L/m²)	Proporción del asfalto-disolvente (agua)	Cantidad total de emulsión (L/m²)
	60-40	1.17
0.7	67-33	1.05
	70-30	1.00
	60-40	1.33
0.8	67-33	1.19
	70-30	1.14
	60-40	1.67
1.0	67-33	1.50
	70-30	1.43

Fuente: (Pavco, 2012).

Temperatura de trabajo del cemento asfáltico no debe superar a los 150°C, cuando trabaje con asfalto normalizado; si es asfalto modificado supera esta temperatura. Por otro lado, el esquema de riego con emulsión asfáltica se mejora con el calentamiento. Trabajar en rango de 55°C y 70°C. Sin poder excederse a 70°C, a partir de ello se rompe la emulsión (Pavco, 2012).

Cuando se trabaja con emulsiones hay que esperar a que se rompa, evapore el agua, luego instalar la geomalla fibra de vidrio. Así mismo la temperatura debe estar a 5°C y 60 °C de la carpeta superficial del pavimento.

El regado del ligante será aplicado en dos momentos de manera uniforme sobre la superficie asfáltica: Lo primero realizar antes del tendido de la geomalla fibra de vidrio sobre el pavimento asfáltico nuevo, como forma de imprimación, y la segunda después de la instalación de geomalla fibra de vidrio, sobre ella se instala la carpeta de rodadura (Pavco, 2012).

La primera dosificación de riego del ligante no será inferior a 0,5 L/m² (asfalto residual) y garantice la adherencia de geomalla a la superficie, medido mediante el ensayo de adherencia.

La segunda dosificación del riego del ligante permite la impregnación de la cara superior de geomalla, adhiriéndose a la nueva capa de concreto asfáltico. La cantidad de riego de la liga no debe ser menor a 0,2 L/m² asfalto residual y esperar que se rompa para instalar la nueva capa de rodadura y compactación del pavimento.

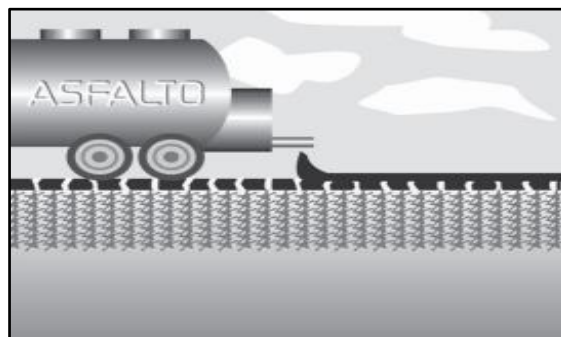


Figura N° 13: Imprimación con Asfalto.

Fuente (Pavco, 2012).

Si la superficie no presenta una nivelación razonable, entonces esto requiere una nivelación mínima 3 cm de espesor de concreto asfáltico, quedando así nivelada la superficie existente, así mismo requiere el riego de liga la nueva capa y/o antigua antes de aplicar la nivelación. Esta capa de nivelada debe poseer suficiente adhesivo para la geomalla, que favorezca la correcta adherencia de geomalla al asfalto, se recomienda aplicar la liga para su mayor y mejor impregnación entre geomalla y asfalto (Pavco, 2012).

El proceso para la instalación de geomalla fibra de vidrio, tiene dos formas de instala: mecánico y manual. la instalación manual consiste en una cuadrilla de tres personas, dos de ellas desenrollando según alineación y el otro cepillando sobre la geomalla eliminado arrugas sin ser una mano de obra especializada.

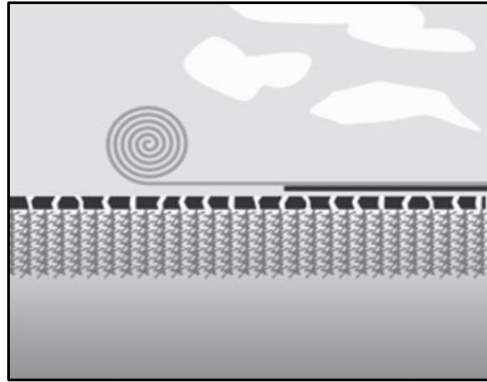


Figura N° 14: Instalación manual de la geomalla de fibra de vidrio.

Fuente: (Pavco, 2012).

La otra forma de instalar y tenga mayor (adherencia) de geomalla de fibra de vidrio con el ligante y la superficie antigua o base de tal manera elimine las arrugas es con la utilización equipos mecánicos, así como el uso de compactador neumáticas, transitando a menor velocidad y dejando mejor impregnado de la geomalla al pavimento.

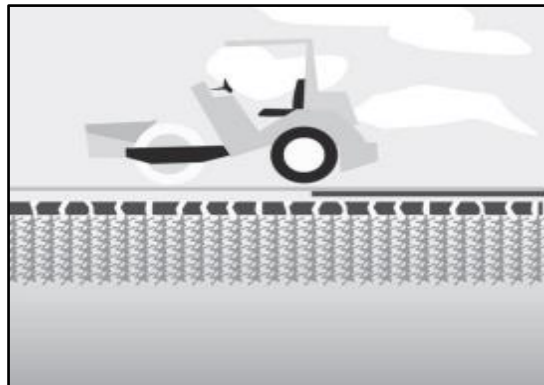


Figura N° 15: Compactador de llantas sobre la geomalla fibra de vidrio.

Fuente: (Pavco, 2012).

Una de las consideraciones a ser críticas es el tendido correcto de geomalla fibra de vidrio sobre la superficie de la vía impregnada de ligante asfáltico, esto evita la formación de arrugas, puesto que, una buena adherencia garantiza la sostenibilidad del pavimento (Pavco, 2012).

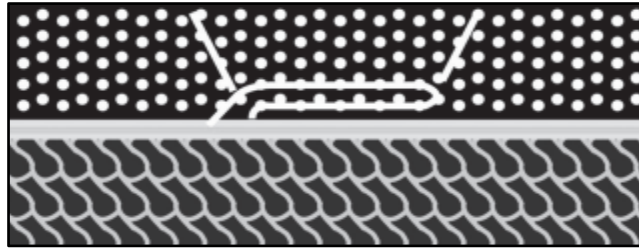


Figura N° 16: Formación de arrugas.

Fuente: (Pavco, 2012).

El traslapo de geomalla en el sentido longitudinal será 10cm mínimo, y en el sentido transversal 15cm mínimo. Esto quiere superponerse entre ellos y tener una buena adherencia del ligante para los traslapes.

Separación de geomalla en los bordes o perimetral en lo perimetral o bordes de vía, pozos, sardineles, cámaras y estructuras hidráulicas, de deja 10cm al margen evitando absorción del agua por acción por capilaridad.

Almacenamiento y cuidado las geomallas de fibra de vidrio debe estar protegidos de la humedad, degradación, radiación ultravioleta, estos rollos deben estar envueltos por plástico y cubiertas impermeables, levantada sobre el piso. La humedad rechaza al momento de su instalación de la geomalla y compactación de la capa (Pavco, 2012).

El beneficio técnico y económico permite establecer la viabilidad en los proyectos o cualquier plan que este dentro de la cuantificación de los costos, incrementando o reduciendo de tal manera que beneficie a la sociedad (Alvaro, 2012).

La importancia del pavimento flexible en un proyecto y la puesta en marcha del análisis técnico sobre el uso de geomallas para mejorar el refuerzo de pavimentos asfálticos en vías de mayor tránsito, esta inclusión de geomalla requiere un procedimiento técnico, económico y ambiental que beneficie a incrementar la vida útil del pavimento y reducir costo por mantenimiento (Alvaro, 2012).

Las geomallas fibras de vidrio son materiales que incrementa la resistencia a tracción en la carpeta asfáltica y el soporte de la carga vertical, este material permite distribuir en forma uniforme en los esfuerzos horizontales en toda el área superficial, que beneficie en reducir las fallas del pavimento, agrietamiento flexivo por esfuerzos a tensión y cambios de temperatura, por otro lado, incrementa la resistencia a fatiga de pavimentos sometidos a la acción de cargas cíclicas (Pavco, 2012)

Resistencia a la tracción es el máximo esfuerzo de tracción de un cuerpo, de tal manera, soporte antes de romperse; también conocido rotura por tracción (Kika, 2019).



Figura N° 17: Esfuerzo en pavimentos flexibles

Fuente: (Corredor y Corros, 2010).

Resistencia a la flexión es la resistencia del elemento estructural a las fuerzas flectoras o cargas puntuales que originan la flexión del elemento, también conocida resistencia a la deflexión (Kika, 2019).

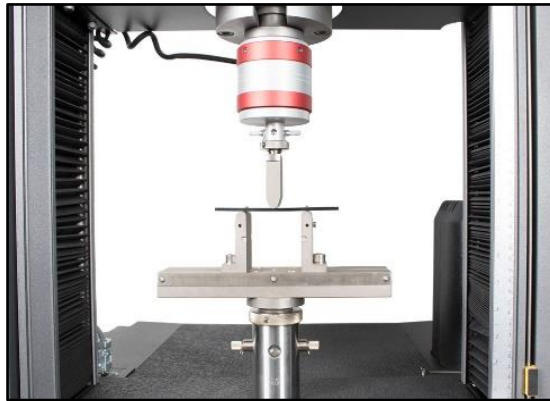


Figura N° 18: Método de flexión ASTM D790

Fuente: (Corredor y Corros, 2010).

Resistencia a la fatiga ofrece un material frente a los esfuerzos repetitivos y continuos. Los valores de esfuerzo que puede resistir un material durante una cantidad de ciclos de carga, si esta cantidad es infinita, entonces llega al límite llamada fatiga.



Figura N° 19: Agrietamiento por fatiga.

Fuente: Propia del investigador.

El ensayo de flexión es la medida a la resistencia de falla a una viga de concreto no reforzada. Estos ensayos se utilizan para el diseño de pavimentos, siendo requeridos en el diseño de pavimentos flexibles, y control de campo (Montejo, 2002).

En la presente investigación uso vigas prismáticas de 15 x 15 x 52 cm

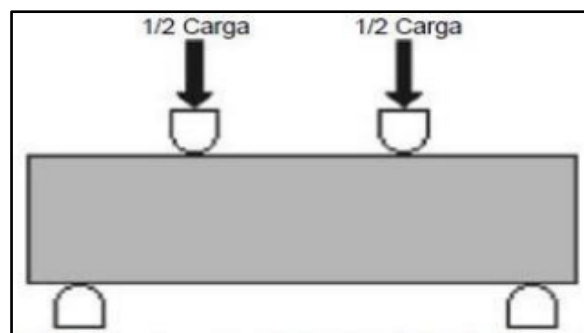


Figura N° 20: Vigas prismáticas

Fuente: (Montejo, 2002).



Figura N° 21: Máquina para método de flexión

Fuente: (Montejo, 2002).



Figura N° 22: Probetas prismáticas: vigas

Fuente: (Montejo, 2002).

La falla superficial son agrietamientos en bloques, longitudinales y/o transversales. Las principales causantes serían la contracción, el endurecimiento por causa del envejecimiento y los escenarios ambientales en que las temperaturas son bajas (Pavco, 2012).

“Deshilachamiento” es resultante de que la cantidad de asfalto es pobre, ya que también sea por envejecimiento, la acción del agua o los neumáticos de los vehículos (Pavco, 2012).

El arrugamiento es generado por la desproporción de asfalto y agua, ya que el causante serían los agregados blandos presentes en la mezcla asfáltica del concreto (Pavco, 2012).

Falla por Adhesión son agrietamientos originados generalmente por la escasa cantidad del cemento asfáltico o ligante, lo que genera una superficie muy delgada en el pavimento, o las cargas horizontales que son ocasionadas por la carga vehicular o tráfico (Pavco, 2012).

Falla Estructural es agrietamiento transversal originado por la fatiga, generando deflexión excesiva en el pavimento o diseño incorrecto. El Ahuellamiento es resultante por el contenido excesivo de la humedad o por el inadecuado diseño de la sección. Las deformaciones severas longitudinales son originadas en las bermas por la falta de soporte en la sección estructural del pavimento (Pavco, 2012).

La metodología Instituto del Asfalto, considera que los pavimentos tendrán un método elástico (flexible) de capas, para lo cual se emplean por conocimientos teórico y experimental. Así mismo este procedimiento será formulado por el Instituto de Asfalto, estableciendo espesores en la estructura del pavimento asfáltico (García, 2013)

El dimensionamiento de la estructura se realiza por el método del instituto del asfalto, pero se debe comprobar por el método racional, de manera que estas cumplirán con los criterios de diseño, como son: control de fatiga, control de formación y control de deflexión. (Higuera, 2011)

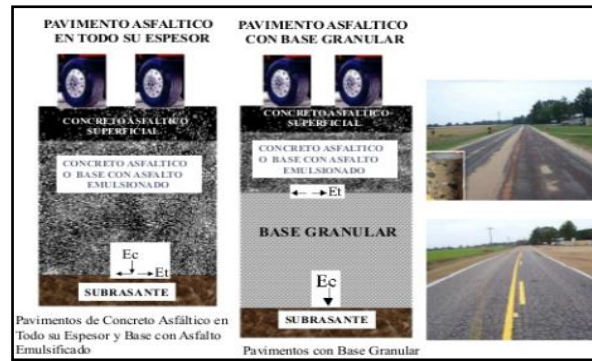


Figura N° 23: Diseño del pavimento Flexible.

Fuente: (Garcia, 2013).

El método del Instituto de Asfalto considera lo siguiente:

- Características de tránsito
- Las propiedades técnicas de la subrasante
- Las propiedades técnicas del terraplén y la base.

El tránsito vehicular permite establecer el número y peso de todas las cargas por eje, lo cual garantiza el diseño de la sección de los pavimentos y su periodo de vida útil.

Estos valores se miden comparando el número de repeticiones para una carga de 180.00 Lb (80 Kilo Newton Kn) en un eje, este valor se le llama carga equivalente de un eje ESAL (Equivalent Single Axle Load) (Garcia, 2013).



Figura N° 24: Vista del tráfico.

Fuente: Propia del investigador.

La estimación para el diseño, se expresa en términos de ejes equivalentes de 8.2 toneladas que se espera circular por el pavimento en el carril de diseño y periodo de diseño (MTC, 2013)

Tabla N° 8

Formulación del Esal de diseño

ESAL's = $f_d * f_{pll} * \text{ESAL's de diseño}$	f_d = Factor de dirección f_{pll} = factor de presión de llantas
$\text{ESAL's de diseño} = \text{TMDA} * D * F * F_c$	
$F = \frac{(1+TC)^n - 1}{TC}$	TMDA = Aforo vehicular D = 365 días F = Factor de crecimiento TC = Tasa de crecimiento n = Periodo de diseño F _c = Factor Camión

Fuente: (MTC, 2013).

El parámetro de diseño, el módulo resiliente (Mr) permite medir la capacidad de soporte de la subrasante, este valor se determina por medio de las pruebas especiales en una cámara triaxial dinámica; su ejecución correlación con el CBR. (MTC, 2013)

$Mr_{(lb/pulg^2)} = 1,500 CBR$ o $Mr_{(MPa)} = 10.3 CBR$

Dónde:

Mr: Módulo resiliente de la subrasante

CBR: Capacidad de soporte de la subrasante (%)

Figura N° 25: Fórmula de Módulo resiliente

Fuente: (MTC, 2013).

El factor de dirección permite establecer una aproximación lineal donde los camiones son de mayor peso y ocasiona daño en carretera, por lo que se considera este tipo flujo vehicular para el carril de diseño.

Nº de carriles (Dos direcciones)	% de camiones en carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Figura N° 26: Factor de dirección del carril de diseño

Fuente: (MTC, 2013).

Según (García, 2013) Elección del material nos dice que las mezclas asfálticas corresponden a tres tipos dependiendo del agregado utilizado:

Tipo I: Mezcla con agregados y proceso de gradación densa.

Tipo II: Mezcla con agregado semi procesado.

Tipo III: Mezcla con arenas o limosas.

Este método evalúa los materiales mediante el módulo de resiliencia (M_r) de la SR.

$$MR (MPa) = 10.3 CBR o$$

$$MR(psi) = 1500 CBR$$

La temperatura es muy importante para el diseño y tener consideraciones al respecto.

Clima	Temperatura media anual del aire (TMAA)	Grado de asfalto
Frío	Menor o igual a 7° C	AC-5, AC-10
Templado	Entre 7° y 24° C	AC-10, AC-20
Cálido	Mayor de 24° C	AC-20, AC-40

Figura N° 27: Grado de asfalto de acuerdo al tipo de clima

Fuente: (García, 2013).

Los materiales para la construcción del pavimento requieren que se ponga énfasis en la calidad de materiales que va conforman las diversas capas, así se descuenta que la capa de rodadura será construida mediante el manejo de la mezcla asfáltica generada en cada tipo de

concreto asfáltico caliente del mismo modo este método tendrá la posibilidad de utilizar capas de base o sub base conformado por material granular (Garcia, 2013).

Tabla N° 9

Requisitos de calidad de las capas granulares

Características o Ensayos	Requisitos de calidad (<3000msnm)	
	Sub Base	Base Granular
Abracion	50% max.	4% min.
CBR (Referido a 100% MDS y penetracion de carga 0.1 ^m)	40% min.	80% min.
Limite Liquido	25% max.	—
Indice de plasticidad	6% max.	4% max.
Equivalencia de arena	25% min.	35% min.
Particulas con una cara fracturada	—	80% min.
Particulas con dos caras fracturadas	—	40% min.
Particulas chatas y alargadas (espesor/longitud: 1/3)	20% max.	15% max.
Sales solubles totales (agregado grueso)	1% max.	0.5% max.
Sales solubles totales (agregado fino)	1% max.	0.55% max.

Fuente: (Provias, 2013).



Figura N° 28: Materiales de uso en pavimentos flexibles

Fuente: (Menéndez, 2013).

Proporciona beneficio económico de costo reduciendo el mantenimiento periódico de los pavimentos flexibles, instalación rápida, fácil y duradera (Pavco, 2012)

El presupuesto en el cálculo de costo aproximado de una obra, expresadas en cifras monetarias de los trabajos previstos en un proyecto, así mismo este monto autoriza la inversión y materialización del proyecto y obra (Capeco, 2003)

El metrado es un conjunto de datos ordenados, obtenidos mediante la lectura de planos y sus acotaciones, que permite hallar las dimensiones del diseño dibujados en el plano a escala para el cual se hace uso del escalímetro. El objetivo del metrado es calcular la cantidad de material que se va utilizar en la obra y ser multiplicado por el costo unitario (Capeco, 2003 pg.10).

METRADO								
Obra :			Hoja Nº : de					
Propietario :			Plano Nº :					
Fecha :			Hecho por :					
			Revisado :					
Partida Nº	Especificaciones	Nº de veces	Medidas			Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura			

Figura N° 29: Formato de Metrado

Fuente: (Capeco, 2003).

Los precios unitarios es el sumario de análisis sobre la determinación del costo de cada una de las partidas de acuerdo a la unidad de medida según el reglamento de metrados. Este procedimiento permite analizar detenidamente de los bienes o insumos que interviene en cada una de las subpartidas, según sea su característica (Capeco, 2003).

La mano de obra considera de acuerdo a los parámetros; costo hora por hombre y rendimiento, así mismo el régimen de construcción civil considera al operario, oficial y peón (Capeco, 2003).

Materiales, está compuesto por el siguiente parámetro; aporte unitario de materiales y el precio de los materiales según cotización (Capeco, 2003).

Equipos y herramientas, compuesto por costo hora máquina, se analiza el alquiler por hora, rendimiento y cantidad de jornada, y para la herramienta se considera el porcentaje costo mano de obra (Capeco, 2003).

El costo indirecto no se aplica a una partida específica, pero, tiene incidencia en el costo total de obra (Capeco, 2003).

Los gastos generales, son aquellos consumos que efectúa el contratista en la construcción, procedentes de la actividad propia del sistema empresarial del mismo, sin embargo, estas no podrán ser adjuntados dentro de las partidas de la obra en general (Capeco, 2003).

La utilidad será el monto percibido del contratista por realizar la obra. Esta suma formara parte de aquella tendencia económica en general de sistema empresarial con objeto de proveer dividendos, capitalizar, reinvertir o incluso poder cubrir las pérdidas de las otras obras (Capeco, 2003).

El mantenimiento vial de un pavimento, viene hacer el grupo de acciones a realizar para mantener la vía en un estado bueno estructural del pavimento, y que preservara el capital que se ha invertido en el proyecto de rehabilitación y del mejoramiento de carreteras (MTC, 2013).

Se definirán estos objetivos con un propósito de poder asegurar la mejor calidad del servicio vial que para este periodo del diseño será elabora a 20 años.

Se mantendrá una continuidad siendo el servicio ofrecido, de tal manera que sea posible la buena circulación del tránsito en general incluso frente a eventos de la naturaleza que traten de dañar la carretera entre los límites anuales normales.

No se contemplará en medio del periodo del mantenimiento, ya que este acontecimiento será de eventos mayores, generalmente causados según la naturaleza, por ejemplo: las lluvias excepcionales o aquellos terremotos que desencadenaran graves daños a la vía.

Esto mantendrá el nivel de servicio más adecuado, que será referido uno a seguridad, así como confort durante la conducción de los vehículos.

Las políticas de mantenimiento vial, es un conjunto de actividades que son realizados para conservar el buen estado y las condiciones físicas de distintos elementos que forman un camino, así como mejorar la transitabilidad y llegar al nivel de servicio más óptimo, teniendo como propósito de reducir aquel impacto encima de costos operativos de los demás usuarios para cuidar de esta forma las vías.

Según esta política del mantenimiento permite al adoptar deberán estar en función de la magnitud a trabajos que se realizaran, según sea una intervención sencilla, pero forma permanente (mantenimiento rutinario), será de hasta la intervención de más costo y complicada, así como (mantenimiento periódico).

Mantenimiento rutinario es un estudio de carácter preventivo y permanente, con la finalidad de salvaguardar aquellos elementos de las vías, manteniendo los contextos que se mostró posteriormente de su edificación o rehabilitación; esto incluirá las labores de aseo de aquella plataforma, aseo del drenaje, corte de la vegetación dentro del derecho de vía (MTC, 2013).

El mantenimiento período se realiza dos a tres veces por año, con la intención de recobrar Los estados físicos, deterioro por uso y evitar a que se aumenten los defectos, corrigiendo los defectos mayores puntuales; el mantenimiento periódico comprende la reparación de carpeta asfáltica, las obras de arte, drenaje y la señalización de elementos de seguridad (MTC, 2013).



Figura N° 30: Mantenimiento periódico del pavimento

Fuente: (Group, 2015).

Las siguientes listas son aquellas actividades que son requeridas según este estudio periódico:

MP – 1 Resane de fisuras.

MP – 2 Reparación de baches superficiales.

MP – 3 Reparación de baches profundos.

MP – 4 Reparación de sardineles, disipadores de energía y otros elementos de drenaje.

MP – 5 Reposición de señales verticales.

MP – 6 Mitigación de Impactos Ambientales del Mantenimiento periódico.

MP – 7 Mejoramientos en sitios críticos.

El mantenimiento de emergencia son el conjunto de actividades que serán ejecutadas para la recuperación inmediatamente para la transitabilidad de la vía afectada formada en varios sectores por el evento extraordinario, así como de fuerza mayor.

Tabla N° 10

Tipos de Mantenimiento – Pavimento Flexible

Pavimento Flexible	Tipo de Actividad
Sellado de fisuras y grietas en la calzada	Rutinario
Parchado superficial en la calzada	Rutinario
Parchado profundo en la calzada	Rutinario
Tratamiento de zonas con exudacion en la calzada	Rutinario
Sellos asfálticos	Periodico
Recapados asfálticos	Periodico
Fresado de carpeta asfáltica	Periodico
Microfresado de carpeta asfáltica	Periodico

Fuente: Manual de Mantenimiento Vial – MTC 2013.

Niveles de servicio se trata de un indicador que calificará y cuantificará los estados por lo cual se encontrará una vía, según esto se empleará como límite admisible servirá para verificar su estado superficial, así como funcional, estructural y de seguridad.

Estos indicadores serán diferenciados según sea el tipo de la vía analizada, que se relacionará de forma directa con factores técnicos y económicos adentro del marco de satisfacción que será parte del usuario. Sin embargo, debido esta necesidad de cumplir con estos parámetros expresados, según la norma del MTC, es muy necesario cumplir con lo requerido:

- Los requerimientos del Pavimento Flexible, de acuerdo a este Manual de Conservación Vial, emitido por el MTC.

		Nivel de Servicio (Tratamiento Superficial)					
		Tipo de Vía					
Parámetro	Medida	Autopista	Autopista	Carretera	Segunda	Tercera	Bajo Volumen de Tránsito Pavimentado IMD≤200
		1era Clase	2da Clase	1era Clase	Clase	Clase	
		IMD > 6000(*)	6000<IMD< 4001(*)	4000<IMD<2001(*)	2001<IMD<401(*)	400<IMD< 201(*)	
Piel de cocodrilo	Porcentaje máximo de área con piel de cocodrilo	-	-	-	-	-	0%
Fisuras Longitudinales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3mm. de grosor	-	-	-	-	-	0%
	Porcentaje máximo de áreas con fisuras entre 1 y 3 mm. de grosor.	-	-	-	-	-	5%
Deformación por deficiencia estructural	Porcentaje máximo de áreas de hundimiento mayores a 25 mm.	-	-	-	-	-	0%
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de áreas de hundimiento mayor a 12 mm.	-	-	-	-	-	5%
Reparaciones o parchados	Porcentaje máximo de parches en mal estado	-	-	-	-	-	0%
Peladura y desprendimiento	Porcentaje máximo de áreas con peladuras	-	-	-	-	-	5%
	Porcentaje máximo de áreas con desprendimiento	-	-	-	-	-	0%
Baches (Huecos)	Porcentaje máximo de áreas con baches (huecos)	-	-	-	-	-	0%
Fisuras transversales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3mm. de grosor	-	-	-	-	-	0%
	Porcentaje máximo de áreas con fisuras entre 1 y 3 mm. de grosor.	-	-	-	-	-	5%
Exudación	Porcentaje máximo de áreas con exudación	-	-	-	-	-	5%
Desprendimiento de bordes	Porcentaje máximo de longitud con desprendimiento de bordes	-	-	-	-	-	5%
Rugosidad Obra Nueva	Rugosidad característica del tramo (TSB nuevo)	-	-	-	-	-	3.0*IRIc(1)
Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (TSB con Recapa Asfáltica)	-	-	-	-	-	3.5*IRIc(1)
Rugosidad Periodo de Servicio	Rugosidad característica del tramo (TSB Periodo de Servicio)	-	-	-	-	-	4.3*IRIc(1)
Fricción Superficial	Coefficiente de fricción medido en el pavimento mojado	-	-	-	-	-	No menor de 0.5

Figura N° 31: Niveles de Servicio para Tratamiento Superficial – Pavimento Flexible.

Fuente: Manual de Mantenimiento Vial – MTC 2013.

		Nivel de Servicio (Concreto Asfáltico)					
		Tipo de Vía					
Parámetro	Medida	Autopista	Autopista	Carretera	Segunda	Tercera	Bajo Volumen de Tránsito Pavimentado IMD≤200
		1era Clase	2da Clase	1era Clase	Clase	Clase	
		IMD > 6000	6000<IMD< 4001	4000<IMD<2001	2001<IMD<401	400<IMD< 201	
Piel de cocodrilo	Porcentaje máximo de área con piel de cocodrilo	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fisuras Longitudinales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3mm. de grosor	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de áreas con fisuras entre 1 y 3 mm. de grosor.	3%	3%	3%	5%	5%	5%
Deformación por deficiencia estructural	Porcentaje máximo de áreas de hundimiento mayores a 25 mm.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de áreas de hundimiento mayor a 12 mm.	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Reparaciones o parchados	Porcentaje máximo de parches en mal estado	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Peladura y desprendimiento	Porcentaje máximo de áreas con peladuras	0%	0%	5%	5%	5%	5%
	Porcentaje máximo de áreas con desprendimiento	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Baches (Huecos)	Porcentaje máximo de áreas con baches (huecos)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fisuras transversales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3mm. de grosor	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Porcentaje máximo de áreas con fisuras entre 1 y 3 mm. de grosor.	2%	2%	2%	5%	5%	5%
Exudación	Porcentaje máximo de áreas con exudación	0%	0%	0%	0%	5%	5%
Desprendimiento de bordes	Porcentaje máximo de longitud con desprendimiento de bordes	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Rugosidad Obra Nueva	Rugosidad característica del tramo (TSB nuevo)	2.0 IRIc (1)	2.0 IRIc (1)	2.2 IRIc (2)	2.4 IRIc (3)	2.6 IRIc (4)	2.8 IRIc (5)
Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (TSB con Recapa Asfáltica)	2.5 IRIc (1)	2.5 IRIc (1)	2.7 IRIc (2)	2.9 IRIc (3)	3.1 IRIc (4)	3.3 IRIc (5)
Rugosidad Periodo de Servicio	Rugosidad característica del tramo (TSB Periodo de Servicio)	3.3 IRIc (1)	3.3 IRIc (1)	3.5 IRIc (2)	3.7 IRIc (3)	3.9 IRIc (4)	4.1 IRIc (5)
Fricción Superficial	Coefficiente de fricción medido en el pavimento mojado	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.55	No menor de 0.50	No menor de 0.50	No menor de 0.50

Figura N° 32: Niveles de Servicio para Concreto Asfáltico – Pavimento Flexible

Fuente: Manual de Mantenimiento Vial – MTC 2013.

La geomalla fibra de vidrio tiene un impacto ambiental positivo, siendo un material reciclable compuesto de origen mineral y arenas de cuarzo, su función entre 800 a 850 °C, lo que permitirá trabajar en grupo con distinto tipo de asfalto (Pavco, 2012).

La reutilización es una técnica, que permite reutilizar los materiales de la plataforma de rodadura de una carretera degradada, reutilizando estos materiales existentes y con adición del conglomerado asfáltico beneficia un ahorro, ya que requiere solo 1% a 3% de betún, en caso un distinto hormigón asfáltico requiere mayor a 6% de betún.

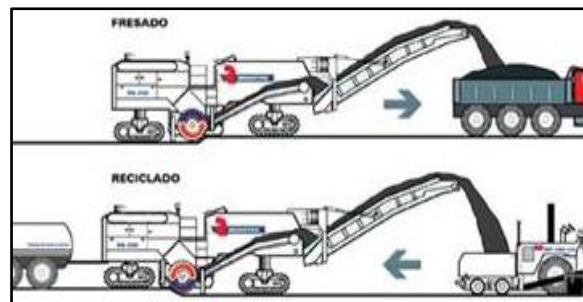


Figura N° 33: Secuencia del proceso de reciclado

Fuente: (Flores, 2016).

Problema general.

¿En qué medida el empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?

Problema específico.

PE1: ¿En qué medida influye el empleo de la geomalla fibra de vidrio para reducir la flexión del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?

PE2: ¿En qué medida el empleo de geomalla fibra de vidrio influye en el costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?

PE3: ¿Cuál es grado de influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio ambiental del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?

Justificación del estudio.

De acuerdo a (Robles, 2016) las carreteras nacionales y locales son temas primordiales y fundamentales en el impulso sostenible de las capitales y del país; por tal razón, se hace importante y necesario que las vías se conserven en óptimas condiciones, permitiendo una vía de circulación fluida y confortable, por lo que, es importante el diseño de las carpetas asfálticas se mantenga conservadas con la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio garantizando el eficiente desplazamiento del transporte y ahorro en el mantenimiento de la vía. Es por ello, la incorporación de esta nueva tecnología de fibra de vidrio en el diseño de la carpeta asfáltica del pavimento, permitirá mantener en su estado óptimo los pavimentos y aumenta su vida útil, ahorro económico en el mantenimiento.

El reciente proyecto de indagación es realizado con el propósito de brindar una propuesta al estado y/o privado en temas de diseño de carpeta asfáltica del pavimento, así mismo mediante esta investigación se propone alternativas de solución a los temas de agrietamiento de la carpeta asfáltica. La incorporación del material geomalla fibra de vidrio ayuda a mantener resistente y durable la carpeta asfáltica, garantizando una vía eficiente y confortable.

La metodología que se utilizará para esta investigación método inductivo, aplicada, de nivel explicativo, y tendrá un proyecto de indagación experimental en la que será desarrollado, el empleo de geomalla fibra de vidrio en el pavimento de la Av. Lima San Juan de Lurigancho, 2019.

Hipótesis general.

El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

Hipótesis específicos.

HE1: El empleo de la geomalla fibra de vidrio reduce positivamente las fallas por flexión del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

HE2: El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en la reducción del costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

HE3: El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye positivamente en el beneficio ambiental del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

Objetivo general.

Determinar la influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio técnico económico del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

Objetivos específicos.

OE1: Determinar la influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en la reducción de la flexión del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

OE2: Analizar el costo de mantenimiento periódico empleando la geomalla fibra de vidrio del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

OE3: Determinar el grado de influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio ambiental del pavimento flexible, Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.

II MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación.

2.1.1. Método científico.

Según nos describe (Gomez, 2012) menciona este sistema es un procedimiento metódico que se cimienta en el estudio del régimen científico, para luego adquirir información apreciable y cierta, y así aplicar o crear conocimientos de los fenómenos naturales (p.84)

Para desarrollar la siguiente investigación se aplica el método científico permite desarrollar en forma organizada y sistemática logrando objetivos propuestos en la investigación.

2.1.2. Tipo de investigación.

Para (Vargas, 2009), la indagación aplicada, es entendida como un manejo de ilustraciones existentes en práctica, que luego serán aplicados como beneficio de los grupos participantes del proceso de investigación y del bagaje de nuevos conocimientos, por lo tanto, en las ciencias prácticas o experimentales la investigación aplicada tiene propósito de hacer el uso inmediato del conocimiento existente.

El presente proyecto de investigación a realizar es una investigación aplicada, lo cual nos llevara a solucionar dificultades que existen con los conocimientos existentes.

2.1.3. Nivel de estudio.

En esta investigación el nivel estudio que será aplicado es de nivel explicativo según describe (Hernandez, Fernandez y Batista, 2014. pág. 98). Esto nos enfoca en dar respuesta a los distintos orígenes de eventos y fenómenos físicos y sociales. Es así que se explicara por qué acontece un fenómeno y en qué circunstancias se manifiestan, o por qué relacionara a distintas variables.

2.1.4. Diseño de investigación.

Según nos describe (Beana, 2014) la investigación experimental es un diseño que presenta la manipulación de una de las variables no comprobada, lo cual estará en situaciones severamente inspeccionadas, que será con fin de representar que forma o que le causa este fenómeno o evento en particular (p.14).

Por lo tanto, el diseño de la indagación será experimental por la manipulación de la variable independiente causa efecto.

2.2 Operacionalización de variables.

Variable independiente:

Geomalla fibra de vidrio

Variable dependiente:

Beneficio técnico económico del pavimento flexible

2.2.1 Matriz de operacionalización de las variables:

Matriz de operacionalización de variables.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala
¿En qué medida el empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar la influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019	El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	<u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u> Geomalla fibra de vidrio	La geomalla es un material flexible que son usadas entre las distintas capas del concreto asfáltico e hidráulico con fines de poder controlar los daños de agrietamiento, flexión, fatiga y deformaciones plásticas del revestimiento del pavimento flexible en vías de bajo y alto tráfico, aeropuertos, autopistas parqueaderos y así como las plataformas (Pavco, 2012).	▪ Propiedades físicas y químicas	ASTM D-6637 ASTM D-276	RAZÓN
					▪ Propiedades mecánicas	ASTM D-6637 CDDRG 01 Ensayo de viga	RAZÓN
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	<u>VARIABLE DEPENDIENTE</u> Beneficio Técnico económico del pavimento flexible	El beneficio técnico y económico permite establecer la viabilidad en los proyectos o cualquier plan que este dentro de la cuantificación de los costos, incrementando o reduciendo de tal manera que beneficie a la sociedad (Alvaro, 2012)	▪ Beneficio técnico	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la fatiga	RAZÓN
¿En qué medida influye el empleo de la geomalla fibra de vidrio para reducir la flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar la influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en la reducción de la flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	El empleo de la geomalla fibra de vidrio reduce positivamente las fallas por flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.					
¿En qué medida el empleo de geomalla fibra de vidrio influye en el costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Analizar el costo de mantenimiento periódico empleando la geomalla fibra de vidrio del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en la reducción del costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.					
¿Cuál es grado de influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar el grado de influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye positivamente en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.					
					▪ Beneficio económico	Presupuesto APU Costo por mantenimiento Periódico.	RAZÓN
					▪ Beneficio ambiental	Reutilización	RAZÓN

Figura N° 34: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Propia del investigador

2.3. Población, muestra y muestreo.

2.3.1. Población.

Según describe (Lerma, 2012) aquella población será conjunto de todo elemento que sea de la misma especie, formas y que muestran una característica determinada o pertenecen a una misma definición a cuyos elementos se les estudia y constituyen el universo (p.72).

En la reciente indagación nuestra población en la Av. Lima, del distrito de San Juan de Lurigancho.

2.3.2. Muestra.

Según nos dice (Hernandez, Fernandez y Batista, 2014) Este espécimen es el subgrupo del grupo de una población de nuestro interés, por lo tanto, se recogerán datos o realizaran ensayos; así mismo tiene que definirse y delimitarse, tiene que ser una muestra representativo (p.173).

La reciente indagación tomara de muestra la cuadra 10, 11, 12 de la avenida Lima del distrito de San Juan de Lurigancho, seleccionado por el método de muestra no probabilístico.

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

2.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Según nos describe (Maraví Lindo, 2009 pág. 28), estos métodos y procesos permiten recopilar y adquirir información; la técnica será la observación permite analizar un fenómeno, dado sea el caso se procederá a procesar a nuestra siguiente investigación.

En el proyecto de investigación se utilizó la técnica de la observación directa de los hechos, visitas a la zona con el fin de identificar las fallas estructurales de la carpeta asfálticas de la Av. Lima, y proponer alternativas de solución que ayuden a mejorar la estabilidad de pavimentos.

2.4.2. Instrumentos de medición.

Según (Hernandez, Fernandez y Batista, 2014). Es una herramienta de medida correcta lo cual es aquel registrador de datos perceptibles que nos representan evidentemente los conocimientos o las variables que los investigadores pretenden o tendrán en mente para la medición e instaurar la comunicación entre el mundo de forma real y conceptual.

En esta investigación cuantitativa aplicaremos una herramienta para poder evaluar aquellas variables que las hipótesis contienen y para el caso no tenga hipótesis simplemente se medirá aquellas variables de nuestro beneficio (p.199).

Se aplica en esta investigación una ficha de medición propuesto por el investigador y/o modelos que tengan relación con la medida.

2.4.3. Validez.

Según el autor (Bernal, 2010) define la validez es una herramienta de medida, esta herramienta será válido al logra medir aquello que se quiere calcular o está destinado. Por otro lado, la validez trata mucho con dicho cuestionario al hacer bien su trabajo, así mismo, esta validez indicara la categoría con cual podrán concluir en el desarrollo de las variables de la investigación (p.247, 248).

Tabla N° 11

Rango de validez

Rangos	Magnitudes
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: (Herrera, 2006).

2.4.4. Confiabilidad.

Según el autor (Bernal, 2010) menciona la confiabilidad del estudio es referido a la seguridad de calificaciones adquiridas por las personas, cuando son examinados en diferentes momentos con cuestionarios iguales. Por otro lado, la confiabilidad es el contenido de la semejante herramienta para originar resultados convenientes al aplicar por segunda vez, en escenarios tan parecidos. Es decir, estos instrumentos arrojan medidas congruentes de una medición a las sucesivas; si las respuestas son afirmativas, eso indica que el instrumento es confiable (p.247).

2.5 Procedimiento.

El presente trabajo de investigación científica es de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental, población Av. Lima y muestra cuadra 10, 11, 12, se identificó la variable independiente geomalla fibra de vidrio y la variable dependiente beneficio técnico económico del pavimento flexible, el procedimiento se desarrolla de acuerdo al método científico, que se detalla en capítulo III de resultados, según los criterios considerados en los objetivos, hipótesis y variables según los indicadores de esta investigación y lograr resultados óptimos.

2.6 Método de análisis de datos.

Según (Hernandez, 2012) en la investigación son presentados con una expectativa amplia las técnicas y métodos desarrollados de una investigación científica aplicada. Lo cual a punto de vista académico estas desarrollaran metodologías innovadoras. Siguiendo al explicar y desarrollar los distintos diseños se explicará el proceso metodológico, modelo estadístico para su resolución, lo cual estos describirán la validez estadística al desarrollar técnicas necesarias para proceder al aplicar pruebas siendo paramétricas o que no lo sean.

Para reunir criterios adecuados para conocer las características de la Av. Lima, se va desarrollando una recopilación, selección y evaluación de los documentos que existen, luego se va realizando trabajo de campo, finalmente trabajo de gabinete.

2.7 Aspectos éticos.

(UNICEF, 2014) toda la investigación tiene que ser evaluadas y tendrán que seguir estas directrices éticas. Lo cual establecerían un código de observación para los evaluadores como obligaciones para los participantes evaluados con relación sobre la recolección y almacenar datos en la investigación. Lo que incluyen: El respeto de la decencia y la variedad; derechos del autor; privacidad; y la prevención del daño. A lo largo de fase de recolección de los datos, que asegura a los encuestados que cualquier dato se presentarían de carácter privado y se manipularían únicamente para fines de una evaluación (p.13)

En el presente trabajo de investigación se cita a los autores en sus contenidos y respetando el derecho del autor emanado por la Indecopi y la Consytec del Perú.

III. RESULTADOS

3.1 Recopilación de información.

Laboratorio de geomalla fibra de vidrio.

La empresa Geosoft Pavco, poseen laboratorios y aparatos de alta potencia en el rubro de la tecnología, lo cual tienen un mejor sistema de ejecutar el control de calidad de las geomallas o geotextiles y su información del producto para el diseño en obras viales.

Así mismo los productos comercializados, viene con ficha técnica, esto permite al cliente dar mayor información acerca de su aplicación en los diseños del pavimento flexible.

SCHEDA TECNICA		ARTICOLO 0140-A	
IMPIEGO: armatura dello strato di malta nell'ISOLAMENTO A CAPPOTTO DATI IDENTIFICATIVI DELL'ARTICOLO SECONDO LA GUIDA ETAG 004			
PESO	Peso vetro in base al tenore delle ceneri (rete grigie)	111 g/m ² ± 5%	
	Massa arena (rete apprettata)	135 g/m ² ± 5%	
COMPOSIZIONE	Fibra di vetro	ca. 82 %	
	Appretto anticaccolto	ca. 18 %	
DETERMINAZIONE AMPIEZZA DELLA MAGLIA	Ordito (distanza maglia interna)	4,55 mm ± 5%	
	Trama (distanza maglia interna)	4,55 mm ± 5%	
RESISTENZA ALLA TRAZIONE			
VALORE RETE TAL QUALE	ordito	Indicativo 38 N/mm (pari a 1900 N/5 cm)	5,0 % ± 1,0
	trama	Indicativo 38 N/mm (pari a 1900 N/5 cm)	5,0 % ± 1,0
VALORE RESIDUO DOPO INVECCHIAMENTO	ordito	≥ 20 N/mm (pari a 1000 N/5 cm) ± 50% del valore tal quale	4,0 % ± 1,5
	trama	≥ 20 N/mm (pari a 1000 N/5 cm) ± 50% del valore tal quale	4,0 % ± 1,5
OMOLOGAZIONE / TEST	Marchio di qualità ITC CNR n°1004/09 emesso 08/04/09		
DATI IMBALLO STANDARD			
Lunghezza rete 1000 mm - lunghezza rotolo 50 m - su tubo di cartone avvolto con polietilene			
1 pannello 110/130/120 cm contiene 48 rotoli pari a 2000 m ²			
NOTE			
Tali dati, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza, sono suscettibili di possibili modifiche e sono da ritenersi indicativi e non vincolanti. Il fornitore si riserva il diritto di apportare modifiche alla presente Scheda Tecnica in qualsiasi momento, senza preavviso, per garantire l'aggiornamento del prodotto.			

Figura N° 35: Ficha técnica de geomalla Fibra de vidrio

Fuente: propia del investigador.

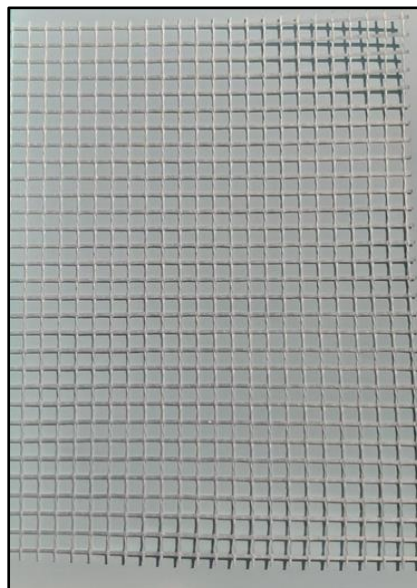


Figura N° 36: Material de Geomalla Fibra de vidrio

Fuente: Propia del investigador.

Geomalla Fibra de Vidrio

R-50 / R-100

Marzo 2011

Una solución rentable y durable para la rehabilitación de pavimentos

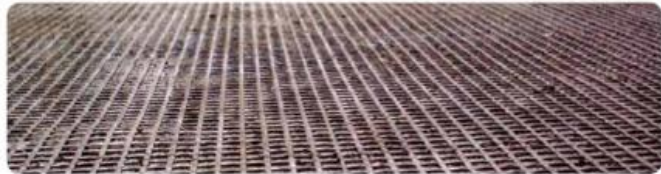
La Geomalla de Fibra de Vidrio es una Geomalla flexible con resistencia en ambas direcciones, que se utiliza con el fin de controlar agrietamientos por reflexión, fatiga y deformaciones plásticas en sobrecarpetas de concreto asfáltico que se emplean en vías urbanas, carreteras, autopistas, aeropuertos, plataformas y estacionamientos, entre otros.

Las Geomallas de Fibra de Vidrio son ideales para el refuerzo de carpetas asfálticas debido a su alta resistencia a la tensión biaxial y baja elongación; poseen un recubrimiento bituminoso asfáltico que garantiza la correcta adhesión de la Geomalla al asfalto. Esta adherencia asegura que la Geomalla está en la posición de asumir el esfuerzo a la tensión y distribuirlo. La selección de este material está basada en su excelente resistencia a la temperatura, mínima retracción y óptimo módulo elástico (70.000 Mpa).

Para asesoría en diseño, proceso constructivo e instalación, favor contactar al Departamento Técnico de Mexichem Geosintéticos al correo electrónico: geosinteticos@mexichem.com

Principales ventajas y beneficios de la Geomalla de Fibra de Vidrio

- Aumentar la resistencia a la tracción de la capa asfáltica, garantizando bajo una carga vertical, la distribución uniforme de esfuerzos horizontales en una mayor superficie.
- Reducir al mínimo el agrietamiento reflexivo por esfuerzos de tensión y cambios de temperatura en las carpetas asfálticas.
- Aumentar la resistencia a la fatiga de pavimentos sometidos a la acción de cargas cíclicas.
- Proporcionar beneficios de costo, reduciendo el mantenimiento periódico de los pavimentos flexibles.
- Instalación rápida y fácil.
- Se puede emplear para rehabilitaciones de pavimentos de concreto cuando se coloca una carpeta asfáltica sobre estos.



	Propiedades	Norma	Unidad	R-50	R-100
Propiedades mecánicas	Resistencia a la tensión Última (ST / SL) ¹	ASTM D 6637	kN/m	50/50	100/100
	Propiedades de Retracción	CRDRG01	%	Máximo del 0.5% @ 20°C después de 11 días	Máximo del 0.5% @ 20°C después de 11 días
	Elongación Máxima a la Rotura (ST / SL)	ASTM D 6637	%	<4	<4
Propiedades físicas	Tamaño de Abertura de la Malla	Medido	mm	25,4/25,4	25,4/25,4
	Resistencia a la Temperatura	Mínimo	°C	200	200
	Punto de Fusión	ASTM D 276	°C	>300	>300
Presentación	Ancho del Rollo	Medido	m	3,9	3,9
	Longitud del Rollo	Medido	m	50	50
	Área del Rollo	Medido	m ²	195	195

1. Valores WPP (Valor máximo promedio por rollo)
ASTM: American Society for Testing and Materials
SL: Sentido Longitudinal
ST: Sentido Transversal

Mexichem
SOLUCIONES INTEGRALES

Mexichem Soluciones Integrales, S.A. de C.V.
Ave. San Javier No. 10, Trancas, México del Sur, C.P. 24000, Tlaxiahuacán, Edo. de México, Tel: (51) 5400 4000, Ext. 4224/4100/4104/4107
www.mexichem.com.mx - geosinteticos@mexichem.com
Teléfono: (244) 51 3413 0001, (244) 51 4200 3773, (244) 51 4340 0794, (244) 51 4000 0248

Un producto
PAVCO

Geomalla Fibra de Vidrio

R-50 / R-100

Marzo 2011

Características de funcionamiento

Incremento de fatiga:
El uso de Geomallas de Fibra de Vidrio puede incrementar hasta 12 veces el número de ciclos de carga para desarrollar la fisura, lo cual se traduce en vida útil de los pavimentos.

¹Circle Krafy Karwan Niglasdrin, American International, Inc. Transportation Research Board, 1994



Para asesoría en diseño, proceso constructivo e instalación, favor contactar al Departamento Técnico de Mexichem Geosintéticos al correo electrónico: geosinteticos@mexichem.com

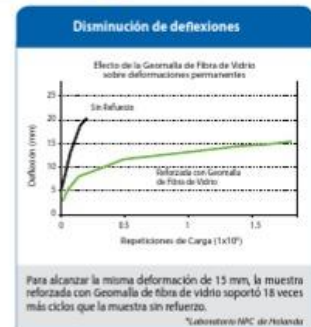
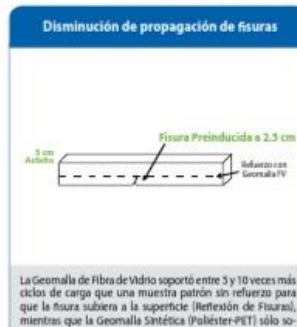


Figura N° 37: Ficha técnica geomalla fibra de vidrio

Fuente: (Pavco, 2012).

Objeto de estudio.

Nuestra área de estudio a realizar es la cuadra 10, 11 y 12 de la Av. Lima de Zarate, en ella se realizó tres excavaciones de calicatas de esta manera se seleccionaron muestras para ser ensayado en el laboratorio, y determinará los ensayos pertinentes para hallar el CBR y luego Mr de la subrasante. Por otro lado, esta avenida presenta múltiples deformaciones en el pavimento flexible, ocasionados por el alto tráfico vehicular, generando malestar al usuario. El objetivo es determinar la influencia del empleo de geomalla fibra de vidrio en el beneficio técnico económico del pavimento flexible, mediante la metodología del Instituto de Asfalto.

Ubicación del área de estudio.

Nuestro sitio de estudio está ubicado en la Av. Lima, cuadra 10, 11 y 12 horizonte de Zarate en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia Lima - departamento de Lima.



Figura N° 38: Plano de ubicación de la Av. Lima

Fuente: (Google earth pro, 2018).

Condiciones Climáticas.

El clima en San Juan de Lurigancho es típico de la zona costa, templada, húmeda y lloviznas en invierno. Esta temperatura mínima llega aproximadamente de 15°C y la máxima oscilara a 24°C.

3.2. Trabajo de campo.

El trabajo de campo realizado para esta investigación es la Av. Lima cuadra 10, 11 y 12, en ella se evaluó las condiciones actuales del pavimento por el método PCI, así mismo se determinó de excavación de tres puntos de calicata que fue excavadas manualmente con las dimensiones de 1.2 *1.00*1.5, extrayendo muestras para el ensayo de laboratorio de suelos.

Condiciones actuales del pavimento por el método PCI.

Tabla N° 12

Resumen de resultados de fallas del PCI del tramo de la Av. Lima.

RESUMEN DE RESULTADOS DE SECCION 1								
UM	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCIÓN	AREA	PCI U -M	DESCRIP	PCI SECCION	DESCRIP.
U1	0+000	0+030	1	233.31	21	Muy Malo		
U2	0+030	0+060	1	233.31	16	Muy Malo	20	Muy Malo
U3	0+060	0+090	1	233.31	22	Muy Malo		
SECCIÓN 1 TIENE UN PCI PROMEDIO :							Muy Malo	

Fuente: Propia del investigador.

Resumen del porcentaje de cada falla ubicadas en el estudio de la Av. Lima clasificadas por diferentes unidades en la zona.



Figura N° 39: Porcentaje de fallas cada unidad del estudio mediante el método PCI.

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según el grafico de resúmenes de porcentaje de cada unidad muestra el índice de condición de deterioro del pavimento (PCI), donde la U2 tiene alto porcentaje de condición (regular), los restos de las muestra malo y muy malo, lo que significa que el pavimento evaluado está en condiciones de malo.

Trabajo de calicatas.

En esta sección se detalla las características de la calicata del estudio de la zona.

N° calicata	Profundidad	Nivel friático
C- 01	1.5	-
C- 02	1.5	-
C- 03	1.5	-

Figura N° 40: Características de Calicata del estudio

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 41: Parcheo del pavimento

Fuente: Propia del investigador.

Calicatas y muestras para el ensayo.

Muestra 1:



Figura N° 42: Excavación de la Muestra 1

Fuente: Propia del investigador.

Muestra 2:



Figura N° 43: Excavación de la Muestra 2

Fuente: Propia del investigador.

Muestra 3:



Figura N° 44: Excavación de la Muestra 3

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 45: Calicata de muestra N° 3

Fuente: Propia del investigador.

Conteo vehicular.

El conteo vehicular se realizó específicamente en la Av. Lima, durante los 5 días de 6:00 am a 6:00 pm, según la tabla N° 13, determinando el flujo vehicular y hallar los ejes equivalentes.



Figura N° 46: Conteo vehicular en la vía

Fuente: Propia del investigador.

Análisis de resultados del Aforo vehicular

CONTEO VEHICULAR												
COD	VEHICULO GRÁFICO	CONTEO								TOTAL	IMD ₂	%
		DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1		IDA	412	789	329	720	660	674	705	4289	1246	43.11%
		VU E.	384	746	627	628	579	839	641	4444		50.89%
VHL2		IDA	88	135	98	128	110	116	96	771	203	54.33%
		VU E.	83	124	87	103	86	87	78	648		45.67%
B2		IDA	58	76	60	75	58	70	53	450	127	50.79%
		VU E.	47	64	58	66	63	72	60	436		43.21%
B3_1		IDA	2	0	1	0	1	2	0	6	2	46.15%
		VU E.	1	0	1	1	2	1	1	7		53.85%
_C2		IDA	32	62	40	61	38	56	55	344	96	51.57%
		VU E.	37	54	47	40	45	65	45	323		48.43%
_C3		IDA	5	10	7	15	11	7	4	59	19	45.74%
		VU E.	6	6	12	18	9	13	6	70		54.26%
_C4		IDA	1	1	0	1	0	0	0	3	2	30.00%
		VU E.	0	0	2	1	2	1	1	7		70.00%
T2S1		IDA	1	0	0	0	0	2	0	3	2	37.50%
		VU E.	0	1	0	2	0	0	2	5		62.50%
T2S3		IDA	0	1	0	0	0	0	1	2	1	33.33%
		VU E.	0	1	1	1	1	0	0	4		66.67%
T3S2		IDA	2	3	0	1	0	0	1	7	3	38.89%
		VU E.	2	2	1	1	2	3	0	11		61.11%
T3S3		IDA	1	3	2	3	4	3	0	16	6	40.00%
		VU E.	2	3	5	6	2	4	2	24		60.00%
T3Se3		IDA	0	0	0	1	1	0	0	2	1	33.33%
		VU E.	1	1	0	0	0	1	1	4		66.67%

Figura N° 47: Resultados del Aforo vehicular

Fuente: (MTC, 2013).

Relación de gráfico del total del conteo vehicular estudiados en la zona

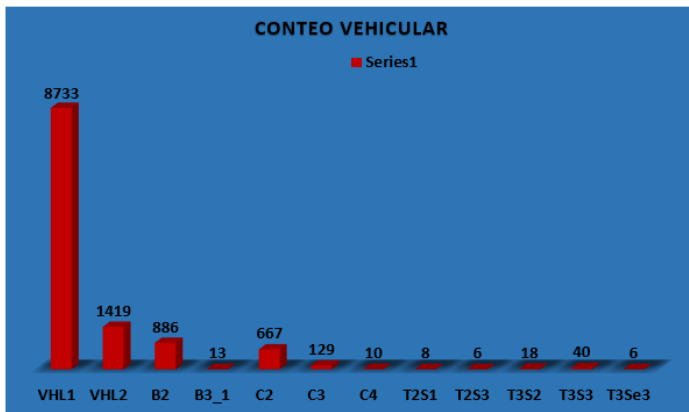


Figura N° 48: Relación de resultados del conteo vehicular

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según el gráfico de barras se observa que el conteo vehicular semanal promedio muestra la cantidad de vehículos que pasan, siendo la mayor demanda de vehículos livianos, seguida por buses, finalmente los vehículos pesados que superan altamente a los en peso a vehículos livianos.

Descripción de los suelos.

El suelo analizado mediante el método unificado de clasificaciones de suelos (SUCS), se estableció que el suelo pertenece al grupo CL (arcilla arenosa).

Análisis granulométrico de los suelos:

El análisis de distribución de tamaños que posee los agregados, se tamizan según la especificación técnica (Ensayo MTC EM 107). Con el objetivo de establecer una proporción para diferentes tipos de elementos al igual que su tamaño.

Tabla N° 13

Clasificación de suelos según tamaño de partículas

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE PARTICULAS
Grava	75mm- 4.75mm
Arena	Arena gruesa: 4.75mm a 2.00mm
	Arena media: 2.00mm – 0.425mm
	Arena fina: 0.425mm – 0.075mm
Material fino	Limo 0.075mm – 0.005mm
	Arcilla Menor a 0.005mm

Fuente: Manual de carreteras (suelos, geologías, geotecnia y pavimentos), 2013.

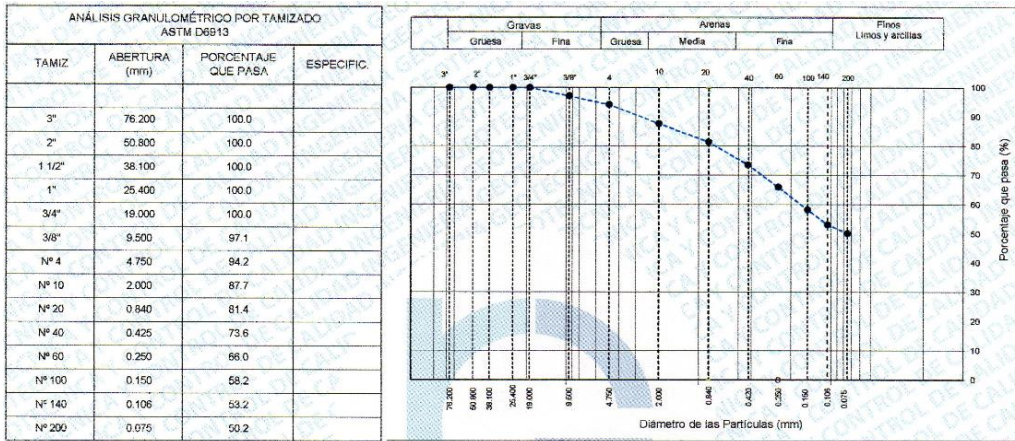


Figura N° 49: Análisis granulométrico de la calicata C-1

Fuente: Propia del investigador.

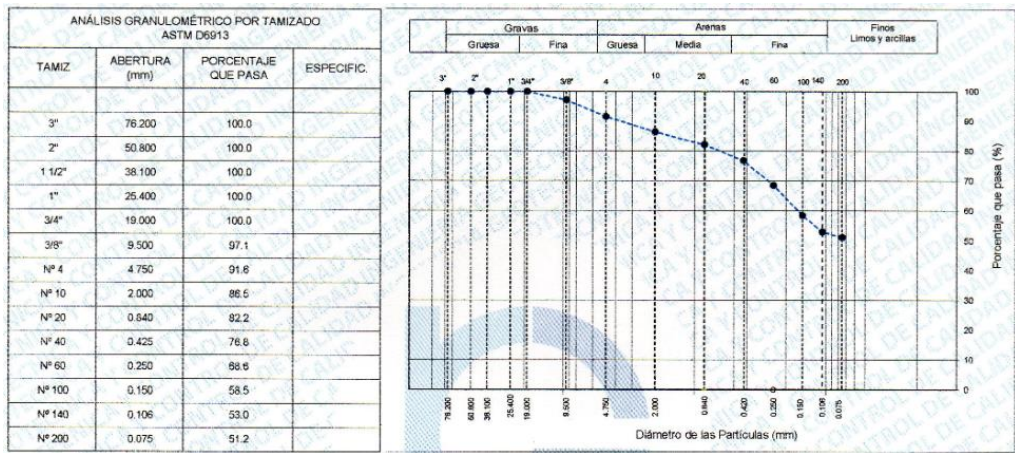


Figura N° 50: Análisis granulométrico de la calicata C-2

Fuente: Propia del investigador.

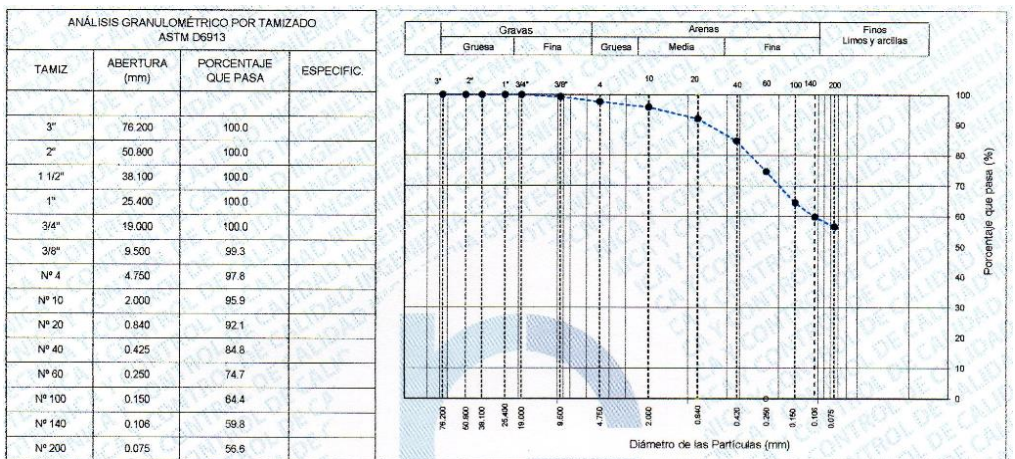


Figura N° 51: Análisis granulométrico de la calicata C-3

Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 14

Peso retenido por cada calicata de la Av. Lima.

CALICATA	TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
C-1	N° 100	0.150	142.2
C-2	N° 100	0.150	179.3
C-3	N° 100	0.150	196.4

Fuente: Propia del investigador.

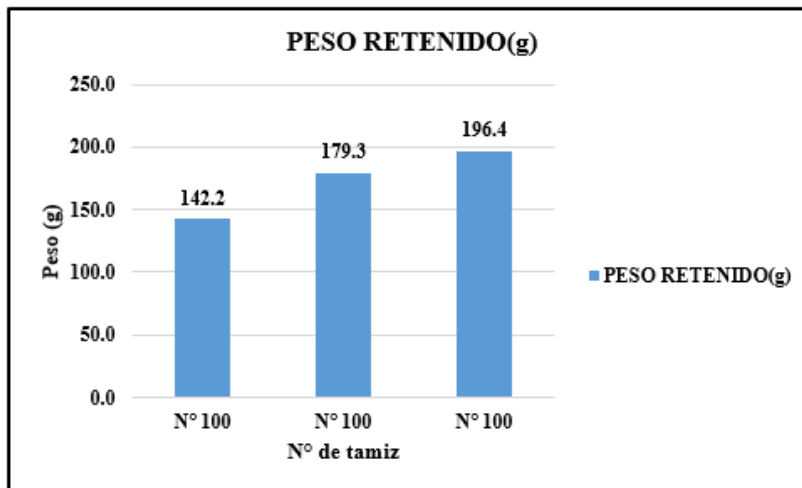


Figura N° 52: Peso retenido granulométrico del suelo

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: según la Figura N° 44, la granulometría realizada muestra que el material retenido se da en el tamiz N° 100 y abertura 0.0150mm, este suelo pertenece a de ardidos finos según del clasificacion de suelos.

Método de reporte del porcentaje de humedad según ASTM D2216.

Según esta norma existen dos tipos de métodos:

El método A.- se utiliza para gravas mayores a la malla N°4, es decir gravas regulares medianamente grandes, este método se reporta al valor entero al 1%, 2%, 4% de humedad.

El método B.- se utiliza para tamaños menores a la malla N°4 es decir para arenas, a su vez tiene una precisión más exacta y se reporta al 0.1%, 0.2%, 0.3%, de humedad.

Tabla N° 15

Porcentaje de humedad de la calicata C-1

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Contenido de humedad (%)	0.6
Método de secado	Horno a 110+/-5°C
Método de reporte	"B"
Materiales excluidos	Ninguno
Procedimiento de obtencion de muestra	"Secado al horno a 110+/-5°C"
Procedimiento de tamizado	Tamizado integral
Tamiz separador	Ninguno
Método de reporte de resultados	"B"

Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 16

Porcentaje de humedad de la calicata C-2

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Contenido de humedad (%)	0.3
Método de secado	Horno a 110+/-5°C
Método de reporte	"B"
Materiales excluidos	Ninguno
Procedimiento de obtencion de muestra	"Secado al horno a 110+/-5°C"
Procedimiento de tamizado	Tamizado integral
Tamiz separador	Ninguno
Método de reporte de resultados	"B"

Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 17

Porcentaje de humedad de la calicata C-3

CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D2216	
Contenido de humedad (%)	1.0
Método de secado	Horno a 110+/-5°C
Método de reporte	"B"
Materiales excluidos	Ninguno
Procedimiento de obtencion de muestra	"Secado al horno a 110+/-5°C"
Procedimiento de tamizado	Tamizado integral
Tamiz separador	Ninguno
Método de reporte de resultados	"B"

Fuente: Propia del investigador.

Según el reporte del porcentaje de humedades analizadas de las tres muestras C-1, C-2 y C-3 pertenece al método B, llegando a obtener el porcentaje en decimales de mayor precisión.

Ensayo de límites.

a. La Plasticidad:

Esta propiedad de estabilidad representa que estos suelos tienen un porcentaje de límite de su humedad sin descomponer, ya que esta flexibilidad del suelo dependería, no de sus componentes gruesos que tienen, sino de aquellos únicamente como son sus elementos finos. Dado así estos estudios granulométricos no aprecian estos rasgos, por lo tanto, se necesitaría establecer y comprobar con los Límites de Atterberg. (MTC, 2013)

Estos Límites de Atterberg determinan de forma apreciable el comportamiento de los suelos, ya que esta correlacionado con su contenido de humedad, especifican estos límites que corresponden a sus tres fases de estabilidad que depende su humedad y según a esto podrá demostrarse el suelo: según estos parámetros como líquido y plástico. Estos límites tienen la capacidad de medir la cohesión de un suelo son: ya que según estos como límite líquido (LL, establecido según ensayo MTC EM 110) y el límite plástico (LP, se establecería según ensayo MTC EM 111).

El Límite Líquido (LL), es dado cuando un suelo tiende a pasar de un estado semilíquido a estado más plástico y que en resultado no se podría moldear.

El Límite Plástico (LP), resulta cuando un suelo tiende a pasar de un estado plástico a estado semisólido y esto llega a romper.

En relación de LL y LP, esta propiedad se llegará al adquirir un resultado de la Tabla de flexibilidad IP ya que son definidos entre diferencia del LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

Esta relación de plasticidad indicará una extensión según momento de las humedades la que posee un suelo según su estabilidad plástica lo que permitirá clasificarlo como estado bueno. En cambio, sí resulta que su IP es grande correspondería a que su suelo será muy arcilloso; por lo contrario, siendo IP pequeño según se caracteriza se clasifica como suelo poco arcilloso. (MTC, 2013)

Tabla N° 18

Clasificación de suelos según su índice plasticidad.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICAS
IP>20	Alta	Suelo muy arcillosos
IP≤20; IP>7	Media	Suelos arcillosos
IP<7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP=0	No plasticos (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras MTC, 2013.

Siguiendo esta relación se tendrá en cuenta que los suelos con un contenido de arcilla, dependiendo de su magnitud esto podría ser riesgoso en suelos de subrasante como una estructura en pavimentos, ya que debido todo conforme a su sensibilidad liquida como el agua.

Tabla N° 19

Resultados de límites de consistencia – Calicata C-1

LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318			
DESCRIPCIÓN	C-1	C-2	C-3
Límite líquido	22	23	24
Límite plástico	14	14	14
Índice de plasticidad	8	9	10
Índice de consistencia (Ic)	2.8	2.5	2.3
Índice de liquidez (il)	-1.8	-1.5	-1.3
Método de ensayo de límite	Multipunto	Multipunto	Multipunto

Fuente: Propia del investigador.

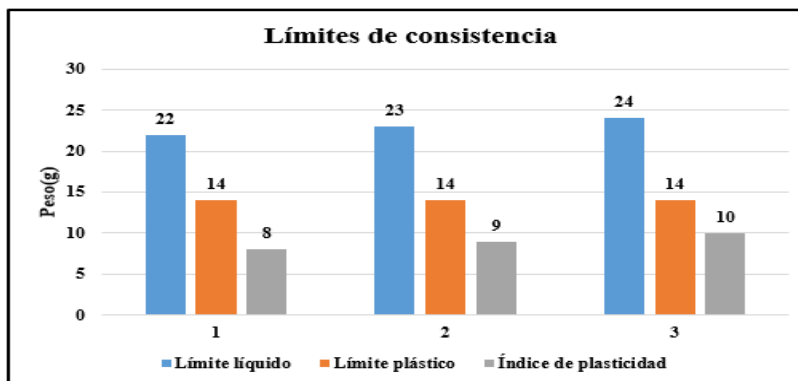


Figura N° 53: Gráfica de resultados de Límites de consistencia.

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según la figura N° 45 los ensayos realizados muestran los límites del suelo, en la cual se observa que el límite líquido es mayor que el límite plástico, por consiguiente, este suelo tiene un estado plástico (índice de plasticidad) perteneciendo al grupo suelos arcillosos según AASHTO.

Categorización de Suelos por sistema SUCS y AASHTO.

- Método SUCS

Esta práctica describirá un sistema dado de tipos de clasificación según sea mineral y orgánica-mineral para aquellos suelos que tienen un propósito en la ingeniería, ya que son establecidos en laboratorios para describir sus tipologías según la clase de tamaño de las partículas, por lo tanto, cuando se pretenda una categorización precisa uno de los ensayos más factibles son los límites: líquido e índice plástico. (MTC, 2013)

Esta clasificación permitirá conocer como son el comportamiento más detallado de un suelo, lo cual esto contribuye con delimitar aquellas secciones uniformes hacia su punto de vista de forma geotécnico. En siguiente cuadro se describirá la clasificación según los sistemas AASHTO y ASTM (SUCS):

Tabla N° 20

Correlación de tipos de suelos AASHTO- SUCS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS
AASHTO M-145	ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de carreteras MTC, 2013.

Categorización de suelos (SUCS).

Según estas propiedades del suelo del terreno elegido, se determinará la posición de esta baja la carta de plasticidad según Casagrande, por lo tanto, a continuación, los resultados serán presentados:

Normas técnicas:

La clasificación de suelos está compuesta y fueron obtenidos a través de las Norma ASTM D2487.

A continuación, se muestra los Ábacos de Casagrande

Calicata C-1

Ábaco de Casagrande

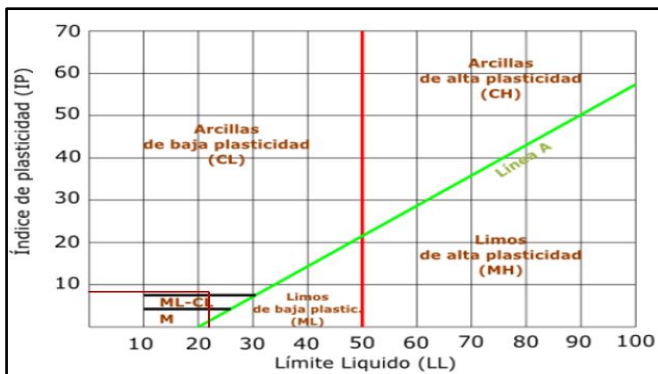


Figura N° 54: Ábaco de Casagrande C-1

Fuente: Norman UNE.

Calicata C-2 Ábaco de Casagrande

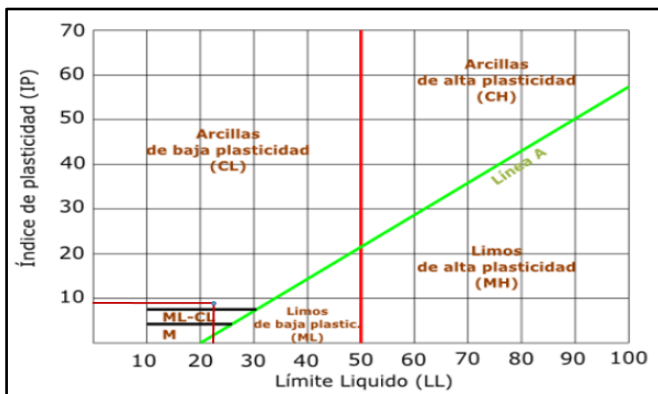


Figura N° 55: Ábaco de Casagrande C-2

Fuente: Norman UNE.

Calicata C-3 Ábaco de Casagrande

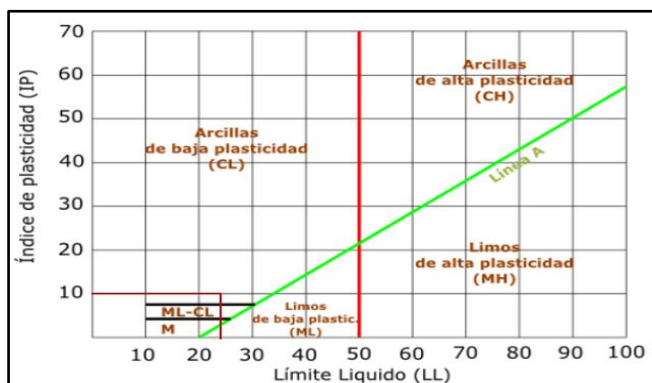


Figura N° 56: Ábaco de Casagrande C-3

Fuente: Norman UNE.

Resultado de clasificación del suelo – Calicata C-3.

Tabla N° 21

Resultado de clasificación del suelo – Calicata C-3

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)
Nombre del grupo	Arcilla arenosa de baja plasticidad

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Los tres ensayos de suelo realizado pertenecen a la clasificación SUCS ASTM D2487 CL.

Ensayo de proctor modificado para CBR.

Según esta norma ASTM D1557/ASTM D1883, este ensayo permite realizar procedimientos para compactación que determina la relación al contenido del agua, así como peso unitario al secado del suelo mediante la curva de la compactación, del molde 4 ó 6 medido en pulgadas (101,6 ó 152,4 mm), el diámetro del pisón es de 10 lbf (44,5 N), de tal manera que caiga de un alto de 18” pulgadas (457 mm), ocasionando que la fuerza al ser compactado sea de 56 000 lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³).

Método y procedimiento a desarrollar.

Método "A"

- Teniendo un molde de 4 pulg. con diámetro de 101,6mm.
- Este material será empleado todo lo pasado según el tamiz N° 4 de 4,75 mm.
- Estos serán determinados en 5 capas.
- Los golpes efectuados en el ensayo serán 25 por cada capa.
- El uso será dado ya sea el 20% o menor su peso de la muestra será retenido según el tamiz N° 4.
- Según sea este método no serán especificados; ya que estos materiales que llegan a cumplir estos estándares de gradación podrán ser ensayados mediante el Método B o C.

Método "B"

- Teniendo un molde de 4 pulg. con diámetro de 101,6mm.
- Este material será empleado todo lo pasado según el tamiz 3/8 pulg de 9,5 mm.
- Estos serán determinados en 5 capas.
- Los golpes efectuados en el ensayo serán 25 por cada capa.
- El uso será dado ya sea el 20% ó menor su peso de la muestra será retenido según el tamiz N° 4 de 4,75mm y el 20% ó menor sea su peso del material será retenida según el tamiz 3/8 pulg de 9,5 mm.
- Según sea este método no serán especificados; ya que estos materiales que llegan a cumplir estos estándares de gradación podrán ser ensayados por el Método C.

Método "C"

- Teniendo un molde de 6 pulg. con diámetro de 152.4mm.
- Este material será empleado todo lo pasado según el tamiz 3/4 pulg de 19,0 mm.
- Estos serán determinados en 5 capas.
- Los golpes efectuados en el ensayo serán 25 por cada capa.
- El uso será dado cuando el 20% sea peso de la muestra será retenido según el tamiz 3/8 pulg de 9,53 mm y si es menos del 30% del peso será retenido según el tamiz 3/4 pulg de 19,0 mm.
- En este método el molde con 6 pulg. de diámetro 152,4 mm no se usará en los métodos A o B.

Fórmulas para el cálculo:

- El Contenido del Agua, w .
- El Peso Unitario Seco: Sera calculado según su densidad húmeda (Ec 1), así como su densidad seca (Ec 2) para luego seguir con el Peso Seco (Ec 3) según se define:

$$\rho_m = \frac{(M_t - M_{dm})}{1000 * V} \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

ρ_m = Será la Densidad húmeda de acuerdo a la muestra compactada (Mg/m³)

M_t = Será la masa de la muestra húmeda de acuerdo al molde (Kg)

M_{md} = Es la Masa según el molde de la compactación (Kg)

V = Es el volumen del molde en la compactación (m³)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

ρ_d = Es la Densidad seca de la muestra compactada (Mg/m³)

w = Es el Contenido del agua (%)

$$\gamma_d = 62.43 \rho_d \text{ en } \frac{\text{lbf}}{\text{ft}^3} \dots \dots \dots (3)$$

$$\gamma_d = 9.807 \rho_d \text{ KN/m}^3$$

Dónde:

γ_d = Será el Peso al secado del espécimen compactado.

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} * 100 \dots \dots \dots (4)$$

W_{sat} = Será el contenido del agua derivando a la saturación completa (%)

γ_w = Será el peso de agua 62.43 lbf/ft³ o (9.807 KN/m³).

γ_d = Es el peso del suelo seco.

G_s = Es la gravedad detallada de un suelo.

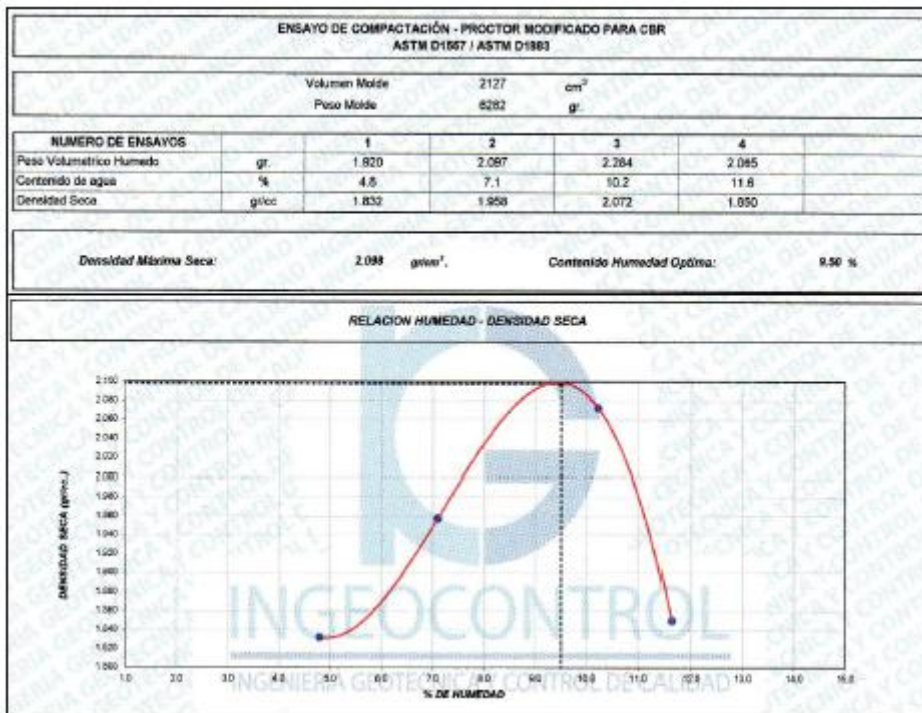


Figura N° 57: Ensayo de Proctor modificado para CBR C-1 y C-2

Fuente: Propia del investigador.

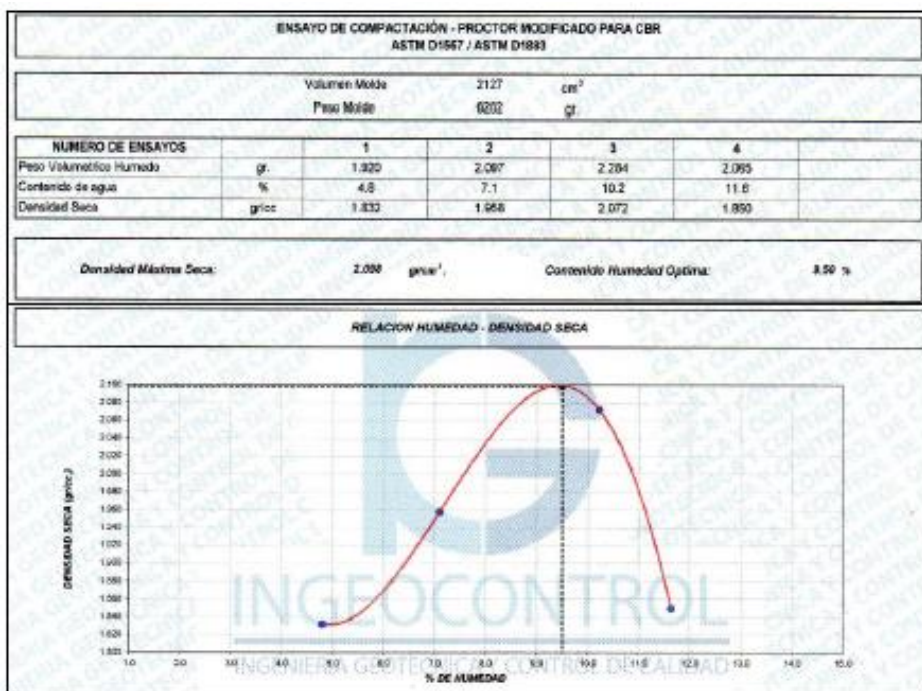


Figura N° 58: Ensayo de Proctor modificado para CBR C-3

Fuente: Propia del investigador.

Ensayo del valor soporte californiana-CBR:

Los ensayos (MTC EM 132) y ASTM D1883, una vez analizado la clasificación de suelo (AASHTO y SUCS) para pavimentos y caminos, por lo que, se elabora un perfil estratigráfico por cada tramo o sectores para determinar el estudio del CBR, que representará el valor de soporte o de resistencia, así como la capacidad portante de los suelos, lo cual debe estar estandarizado a un 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) por lo tanto la penetración será de 2.54 mm de carga. (MTC, 2013)

Según (MTC, 2013) nos detalla los procedimientos de la ejecución del ensayo CBR constaran con los siguientes pasos:

1. Se tamiza la muestra y se utiliza de los pasantes de la malla del tamiz N° 4.
2. Determinar la humedad al estado óptimo, así como densidad máxima de la muestra, siguiente el ensayo del Proctor modificado.
3. Preparar la mezcla añadiendo agua para alcanzar su humedad óptima del suelo.
4. Se compacta la muestra para CBR en tres moldes normalizados con diámetro de 15,24 cm y una altura de 17,78 cm.
5. Esta compactación es de 5 niveles o capas por cada molde, según la energía de la compactación será de 12, 25 o 56 golpes por molde una maza de 2,5 kg.
6. Por consiguiente, se enraza el molde, luego se procede a desmontar y se vuelve a montar en forma invertido.
7. Colocar la placa perforada, así como el vástago, dado así se colocarán pesos muy necesarios para los cálculos de la sobrecarga calculada.
8. Tomar la primera lectura de expansión (opcional antes de sumergir con el agua).
9. Luego se sumerge agua a los moldes respectivos.
10. Instalar el trípode encima del borde en el molde, y que coordine con el vástago de dicho microcomparador.
11. Se tomará las medidas de forma diaria de dicho microcomparador esto durante 4 días.
12. Sacar y escurrir el agua del molde
13. Aplicación de carga sobre el pistón de penetración, para ello se usará la prensa del CBR y se tomará las lecturas de acuerdo a la curva de presión de la penetración.
14. Finalmente se presenta los resultados de la gráfica de densidad seca, índice del CBR y los datos de compactación.

Calicata C-1

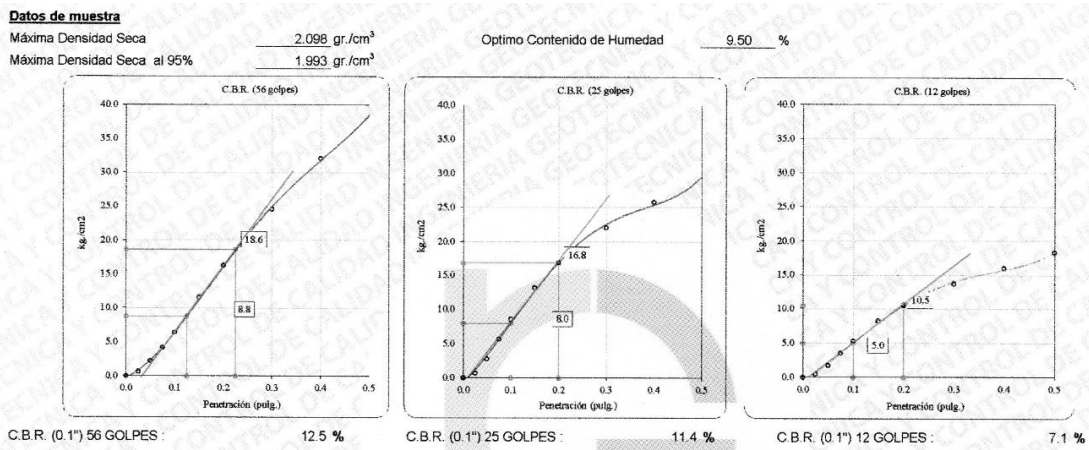


Figura N° 59: Gráficos de correlación del CBR del suelo C-1

Fuente: Propia del investigador.

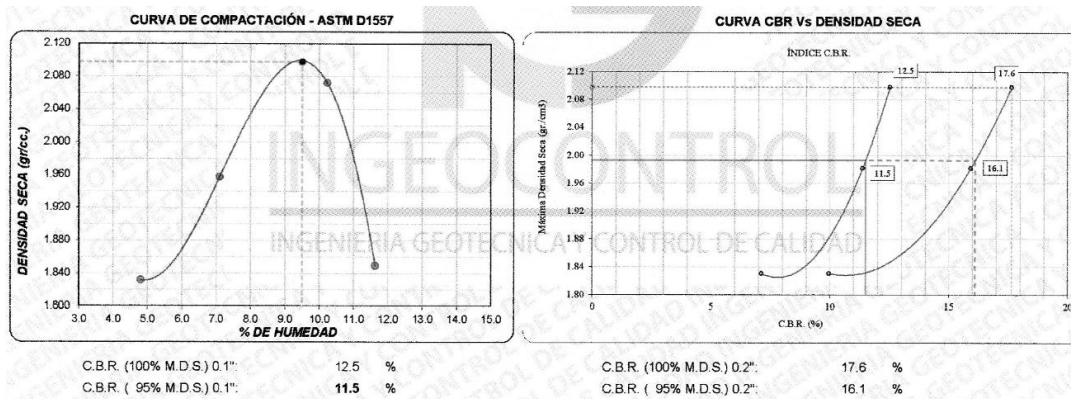


Figura N° 60: Gráficos de curvas de compactación del CBR del suelo.

Fuente: Propia del investigador.

Calicata C-3

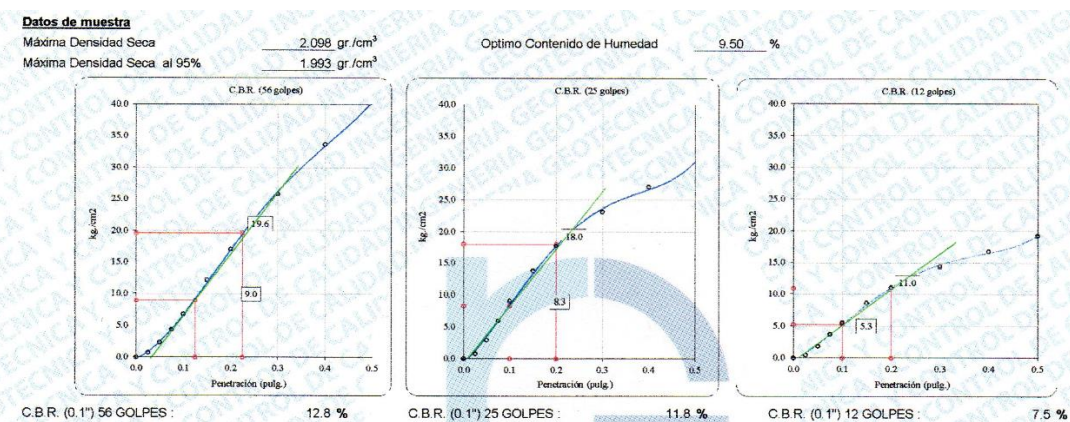


Figura N° 61: Gráficos de correlación del CBR del suelo C-3

Fuente: Propia del investigador.

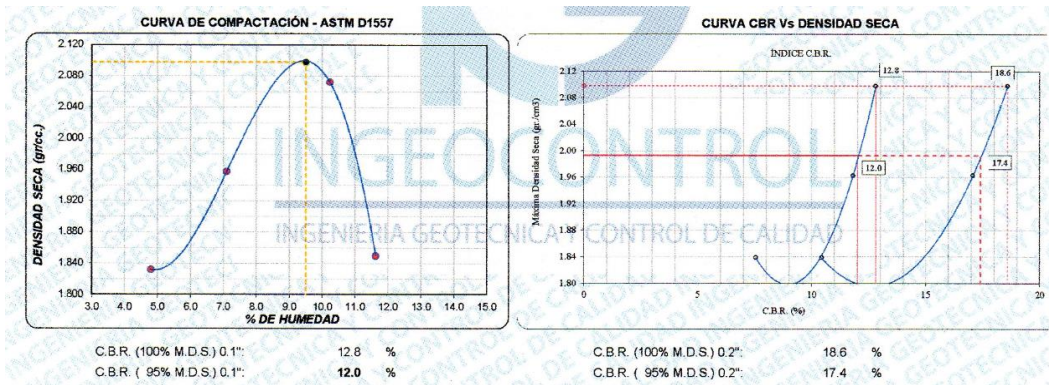


Figura N° 62: Gráficos de curvas de compactación del CBR del suelo C-3

Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 22

Categorización de la subrasante mediante CBR.

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante inadecuado	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante excel	CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2013)

Análisis: El ensayo CBR al 95% mide la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, así mismo evaluar la calidad de la subrasante bajo las condiciones de humedad y densidad, estos ensayos demuestran (calicatas C-1 y C-3) pertenecen a la categoría S₃ subrasante buena que está dentro del rango (CBR ≥ 10% a CBR > 20%).

Subrasante.

La norma de (MTC 2013) menciona para el diseño de nivel superior de una subrasante se necesita saber estas condiciones:

Cuando el CBR ≥ 30%, subrasante excelente muy buena, el diseño es de 0.60m como mínimo de espesor, 6% ≤ CBR < 20%, subrasante buena regular, el diseño es de 0.80m, para subrasante 3% ≤ CBR < 6% pobre el diseño es de 1.00m y cuando se trata de

(CBR < 3%) subrasante inadecuado, el diseño será mayor y se colocaran material préstamo como los subdrenes para elevar el nivel.

Diseño del asfalto metodología Marshall.

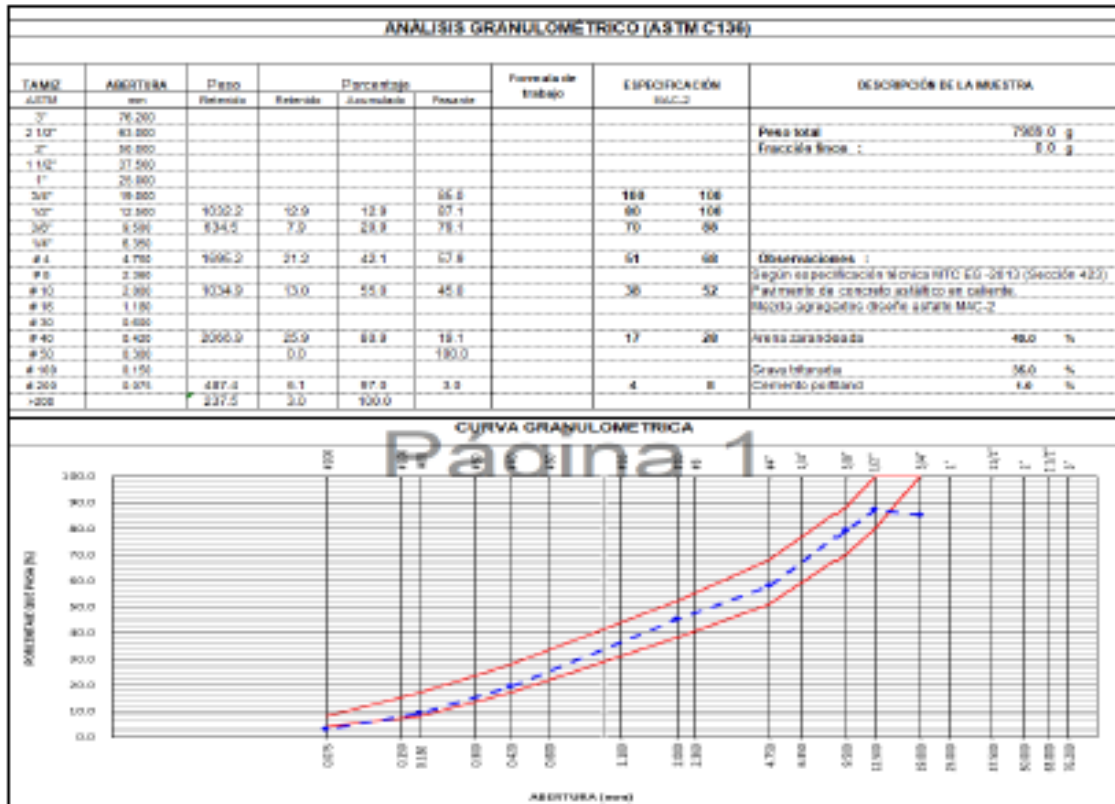


Figura N° 63: Resumen de ensayo granulométrico

Fuente: Propia del investigador.

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 60	No. 200
1. PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	87 - 95	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	9 - 17	4 - 8
BRUQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1. % C.A. en Peso de la Mezcla						4.5			
2. % Grava > N°4 en peso de la Mezcla						40.19			
3. % Arena < N°4 en peso de la Mezcla						54.36			
4. % Cemento Portland en peso de la Mezcla						0.95			
5. Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc						1.020			
6. Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc						2.636			
7. Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.600			
8. Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc						3.110			
9. Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						2.794			
10. Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						2.745			
11. Altura promedio de la briqueta cm									
12. Peso de la briqueta al aire (gr)					1190.8	1193.8	1195.2		
13. Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)					1193.7	1196.5	1196.6		
14. Peso de la briqueta desplazada (gr)					689.7	690.1	689.3		
15. Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					504.0	505.4	509.3		
16. Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.363	2.362	2.347		2.357
17. Peso Especifico Maximo - Pico (ASTM D 2041)						2.553			
18. % de Vacios = (17-16)/100*100 (ASTM D 3203)					7.5	7.5	8.1		3 - 5
19. Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.645			
20. Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.745			
21. Asfalto Absorbido por el Agregado						1.45			
22. % de Asfalto Efectivo						3.12			
23. Relación Polvo/Asfalto						1.0			0.6 - 1.3
24. V.M.A.					14.7	14.7	15.3		14
25. % Vacios llenos con C.A.					49.2	49.0	47.0		48.4
26. Flujo 0.01" (0.25 mm)					13.0	13.0	12.0		8 - 14
27. Estabilidad sin corregir (Kg)					1952	1686	1001		
28. Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.00		
29. Estabilidad Corregida 27 * 28					2030	1753	1001		1595
30. Estabilidad / Flujo					6248	6394	3338		4993
									1700 - 4000

Figura N° 64: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 4.5%

Fuente: Propia del investigador.

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	67.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0.07"(0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

Figura N° 65: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 5.0%

Fuente: Propia del investigador.

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	67.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0.07"(0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

Figura N° 66: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 5.5%

Fuente: Propia del investigador.

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	67.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0.07"(0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

Figura N° 67: Informe de ensayo Marshall (ASTM D1559) al 6.0%

Fuente: Propia del investigador.

Determinación del óptimo del cemento asfáltico.

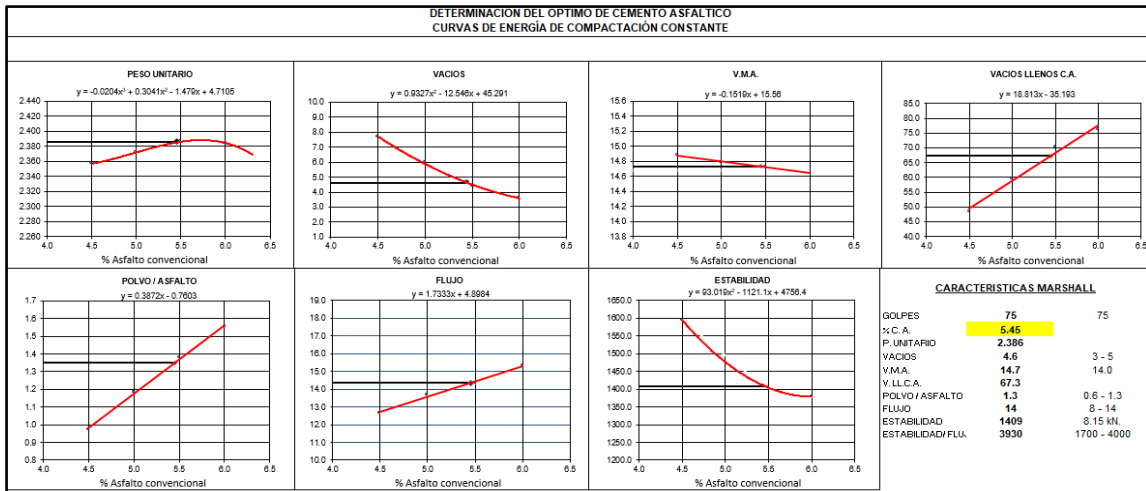


Figura N° 68: Determinación del óptimo del cemento asfáltico.

Fuente: Propia del investigador.

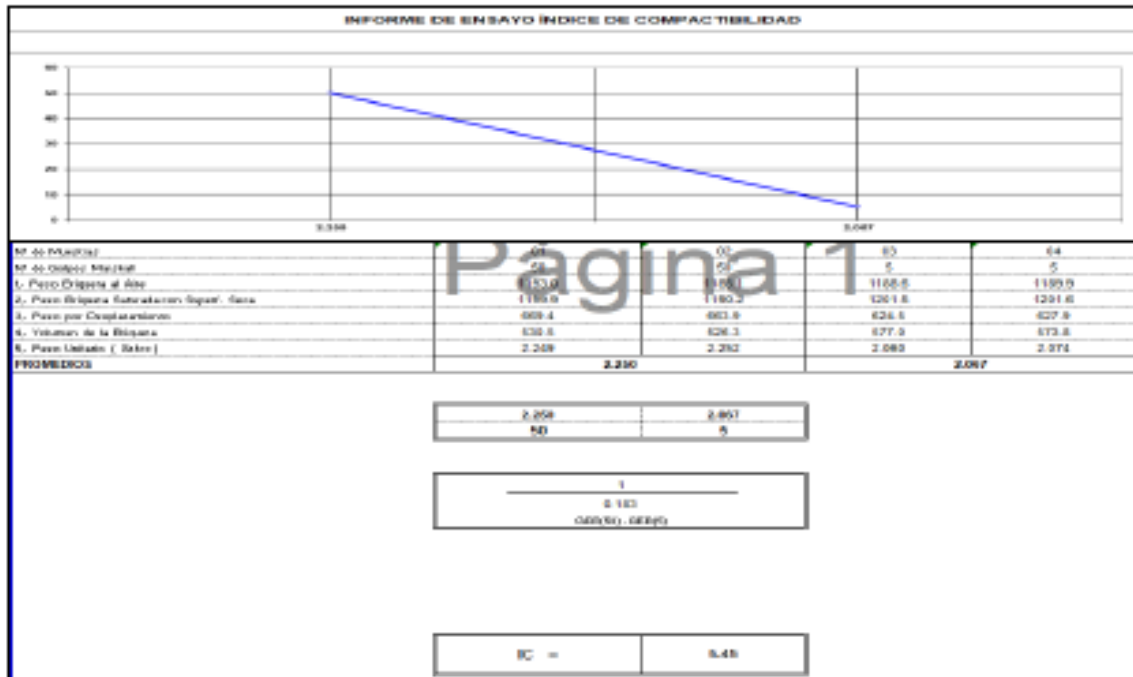


Figura N° 69: Informe de Índice de compactabilidad

Fuente: Propia del investigador.

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
1	10.15	10.17		10.15	10.15	
2	6.69	6.68		6.70	6.70	
3	5.45	5.45		5.45	5.45	
4	1189.0	1187.0		1187.0	1191.0	
5	1190.0	1188.0		1188.0	1192.0	
6	680.0	678.0		678.0	679.0	
7	510.0	510.0		510.0	513.0	
8	2.331	2.327		2.327	2.322	
9	6.6	6.7		6.7	7.0	
10	276	289		221	228	
11	1.00	1.00		1.00	1.00	
12	276	289		221	228	
13	2.6	2.7				
14	80	79				
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)			282		
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)			225		
17	Resistencia conservada (%)			80		

Figura N° 70: Informe de ensayo de Resistencia conservada

Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 23

Informe de Ensayo de gravedad específica.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA TEORICA MAXIMA (ASTM D2041)				
MUESTRA	01	02	03	04
1. Peso del frasco	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0
2. Peso del frasco + agua + vidrio	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0
3. Diferencia del peso (04) – (05)	7720.0	7714.0	7708.0	7705.0
4. Peso del frasco + muestra + agua	8920.0	8915.0	8911.0	8905.0
5. Peso neto de la muestra	1200.0	1201.0	1203.0	1200.0
6. Agua desplazada (2) - (3)	470.0	476.0	482.0	485.0
Peso específico máximo de la muestra (5) / (6)	2.553	2.523	2.496	2.474
CONTENIDO % C.A	4.50	5.00	5.50	6.00

Fuente: propia del investigador.

MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				
1.- Mezcla de agregados (Dosificación)				
Gradación	: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"			
2.- Ligante asfáltico				
Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70			
% óptimo de asfalto residual	: 5.45 %			
3.- Características marshall modificado				
Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.381	2.386	2.389	
VACIOS %	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A. %	14.8	14.7	14.7	14
V. LL.C.A. %	63.6	67.3	71.1	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1434.5	1409.3	1391.6	8.15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4099.0	3929.8	3788.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

Figura N° 71: Resumen del ensayo Marshall

Fuente: Propia del investigador.

Elaboración de viguetas de asfalto.

Molde:

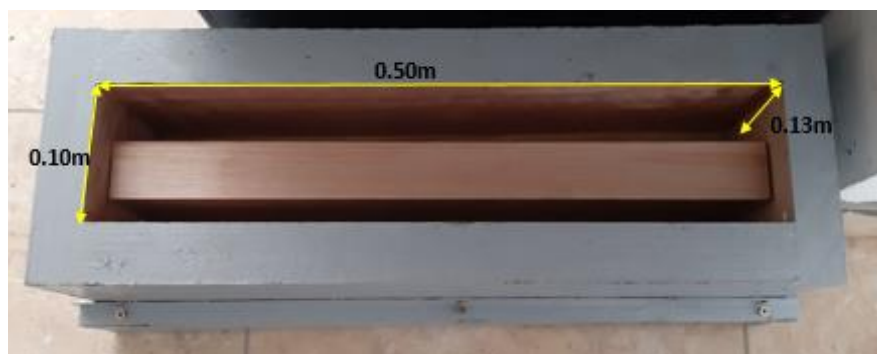


Figura N° 72: Molde de la muestra del ensayo.

Fuente: Propia del investigador.

Procesos de elaboración del concreto asfáltico.

Tabla N° 24

Cálculo de materiales para el concreto asfáltico.

	Materiales usado en Laboratorio		Por Capa (3)
Cemento asfáltico	803.29	5.45%	268 g
Arena	6828.64	49.00%	2276 g
Grava H67	4877.60	35.00%	1626 g
Confitillo H89	2090.40	15.00%	697 g
Cemento	139.36	1.00%	46 g
Total	14739.30		4913
Volumen	6180.00 cm ³		
Densidad de brigueta	2.39 g/cm ³		
Peso total	14739.30 g		
Agregado	13936.01 g		

Fuente: Propia del investigador.

Tabla N° 25

Cálculo de energía de compactación de viga.

CÁLCULO PARA HALLAR LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	
Numero de golpes por capas	210
Numero de capas	3
Volumen del molde (cm ³)	6180
Altura de caída del pisón (cm)	49.5
Peso del Pisón (Kg)	10.000
Energía de compactación (Pie – Libras / Pie³)	103040
Energía de compactación (KN – m/m³)	4935
Energía de compactación (Kg – cm/m³)	50.354

Fuente: Propia del investigador.

Proceso de elaboración



Figura N° 73: Materiales para la mezcla asfáltica.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 74: Proceso de mezclado del asfalto.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 75: Proceso de compactación de la mezcla asfáltica.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 76: Compactado de la Viga.

Fuente: Propia del investigador.

Desmante del molde.



Figura N° 77: Desencofrado del ensayo de las vigas.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 78: Gráfico de las vigas del ensayo de laboratorio.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 79: Gráfico de la viga con geomalla fibra de vidrio.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 80: Gráfico de medidas de la viga con geomalla fibra de vidrio

Fuente: Propia del investigador.

Diseño de pavimento método AASHTO 93.

1. Tráfico vehicular.













CONTEO VEHICULAR												
VEHICULO		CONTEO								TOTAL	IMD ₂	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1		IDA	412	783	323	720	660	674	705	4283	1248	43.11%
		VU E.	384	746	627	628	573	833	641	4444		50.89%
VHL2		IDA	88	135	98	128	110	116	96	771	203	54.33%
		VU E.	83	124	87	103	86	87	78	648		45.67%
B2		IDA	58	76	60	75	58	70	53	450	127	50.79%
		VU E.	47	64	58	66	63	72	60	436		49.21%
B3_1		IDA	2	0	1	0	1	2	0	6	2	46.15%
		VU E.	1	0	1	1	2	1	1	7		53.85%
_C2		IDA	32	62	40	61	38	56	55	344	36	51.57%
		VU E.	27	54	47	40	45	65	45	323		48.43%
_C3		IDA	5	10	7	15	11	7	4	53	19	45.74%
		VU E.	6	6	12	18	9	13	6	70		54.26%
_C4		IDA	1	1	0	1	0	0	0	3	2	30.00%
		VU E.	0	0	2	1	2	1	1	7		70.00%
T2S1		IDA	1	0	0	0	0	2	0	3	2	37.50%
		VU E.	0	1	0	2	0	0	2	5		62.50%
T2S3		IDA	0	1	0	0	0	0	1	2	1	33.33%
		VU E.	0	1	1	1	1	0	0	4		66.67%
T3S2		IDA	2	3	0	1	0	0	1	7	3	38.89%
		VU E.	2	2	1	1	2	3	0	11		61.11%
T3S3		IDA	1	3	2	3	4	3	0	16	6	40.00%
		VU E.	2	3	5	6	2	4	2	24		60.00%
T3Se3		IDA	0	0	0	1	1	0	0	2	1	33.33%
		VU E.	1	1	0	0	0	1	1	4		66.67%

Figura N° 81: Resultado del conteo vehicular realizado en la vía.

Fuente: Propia del investigador.

2. Factores de distribución direccional y de carril.

Factor direccional y de carril.

Los factores de distribución direccional serán expresados como un tipo de relación, lo cual esto corresponderá al total de número de vehículos pesados al circular en una sola dirección o sentido contrario del tráfico, ya que normalmente esto corresponderá a la mitad del total del tránsito que circulan en las ambas direcciones, asimismo hay algunos casos que esto puede ser el número mayor en una sola dirección diferente a la otra, lo cual esto definirá según sea el conteo del tráfico. (MTC, 2013)

Tabla N° 26

Factores de distribución direccional y de carril

NÚMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO (FD×FC)
1 CALZADA	1 SENTIDO	1	1	1	1
	1 SENTIDO	2	1	0.8	0.8
	1 SENTIDO	3	1	0.6	0.6
	1 SENTIDO	4	1	0.5	0.5
	2 SENTIDOS	1	0.5	1	0.5
	2 SENTIDOS	2	0.5	0.8	0.4
	2 SENTIDOS	1	0.5	1	0.5
2 CALZADAS	2 SENTIDOS	2	0.5	0.8	0.4
	2 SENTIDOS	3	0.5	0.6	0.3
	2 SENTIDOS	4	0.5	0.5	0.25

Fuente: (MTC, 2013).

Número de Calzadas: 1 Calzada

Número de sentidos: 2 sentidos

Número de Carriles: 2 carriles

Factor de Dirección (FD) = **0.50**

Factor de Carril (FC) = **0.80**

Tasa de crecimiento y proyección.

En este cálculo del crecimiento del tránsito mayormente es usado la fórmula de progresión geométrica que forman en parte separadas la cual una será el componente del tránsito de los vehículos de los pasajeros, así como el componente del tránsito de los vehículos de carga. (MTC, 2013)

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

Periodo de diseño (n)= 10 años

1.0 Factor de crecimiento poblacional

Tasa del crecimiento poblacional (r1) = 4.60 %

$$Fca_1 = 12.346$$

1.0 Factor de crecimiento económico

Tasa del crecimiento económico (r2) = 4.10 %

$$Fca_2 = 12.062$$

Cálculo de ejes equivalentes.

Número de repeticiones de ejes equivalentes.

Los efectos de los tránsitos son medidos de forma definida, por el AASHTO, así como los Ejes Equivalentes (EE) que son acumulados antes y durante los periodos de los diseños, ya que es tomado según su análisis. Sin embargo, el AASHTO lo definió como un EE, que al efecto del deterioro que son causados sobre los pavimentos por el eje simple de las dos ruedas convencionales que es cargado con 8.2 tn del peso, así como neumáticos a presión de 80 lbs/pulg². Estos Ejes Equivalentes (EE) son los factores de forma de equivalencia que catalogan el factor destructivo de las diferentes cargas, por lo tanto, según el tipo de eje que se conforman con la clase de vehículo pesado, sobre una estructura de los pavimentos. (MTC, 2013).

NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_1VL	SIMPLE		2		1
_2VL	SIMPLE		2		2
_4VL	SIMPLE		4		4
_1RS	SIMPLE		2		7
_1RD	SIMPLE		4		11
_1RS_1RD	TANDEM		6		16
_2RS	TANDEM		4		12
_2RD	TANDEM		8		18
_3RS	TRIDEM		6		16
_1RS_2RD	TRIDEM		10		23
NOMENCLATURA	CONJ. DE EJES	SIMBOLOGIA	N° DE NEUMATIC.	GRÁFICO	PESO
_3RD	TRIDEM		12		25
_1RD_1RD	SIMPLE		8		22

Figura N° 82: Número de repeticiones de ejes equivalentes

Fuente: (MTC, 2013).

Para el cálculo de ejes equivalentes utilizamos las siguientes fórmulas de AASHTO93

Cálculo del factor de equivalencia para pavimentos flexibles.

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.79 \times \log(18 + 1) - 4.79 \times \log(L_X + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

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

$$\beta_x = 0.40 + \frac{0.081 \times (L_X + L_2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} \times L_2^{3.23}}$$

Dónde:

FEE= Es el factor de los ejes equivalentes

Lx = Sera el peso de los ejes en kips (kilo libras)

L2 = Es el código de los ejes: (Simple = 1, Tándem = 2 Tridem = 3)

BN = Sera aquel factor que dependerá del tipo y código de eje y del número estructural.

Pt = Es el índice de la serviciabilidad final.

SN = Sera el número estructural dado en pulgadas

Tabla N° 27

Cálculo del factor de equivalencia para afirmado y pavimentos flexibles

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de Ruedas Simples	$EE = (P/6.6)^4$
Eje Simple de Ruedas Dobles	$EE = (P/8.2)^4$
Eje Tándem (1 Eje Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (P/14.8)^4$
Eje Tándem (2 Ejes Ruedas Dobles)	$EE = (P/15.1)^4$
Eje Tridem (2 Ejes Ruedas Dobles + 1 Eje Ruedas Simples)	$EE = (P/20.7)^{3.9}$
Eje Tridem (3 Eje Ruedas Dobles)	$EE = (P/21.8)^{3.9}$

Fuente: (MTC, 2013).

Para el cálculo de FEE en pavimentos flexibles.

Pt = 2.5

SN = 4.00 pulg.

CÁLCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	β_x	β_{20}	G_x	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1	0.401	0.6546	-0.201	3.511	3E-04
_2VL		2	4.4	1	0.404	0.6546	-0.201	2.427	0.004
_4VL		4	8.8	1	0.430	0.6546	-0.201	1.217	0.061
_1RS		7	15	1	0.560	0.6578	-0.2	0.25	0.56
_1RD		11	24	1	1.042	0.6578	-0.2	-0.47	2.98
_1RS_1RD		16	35.2	2	0.641	0.6546	-0.201	-0.101	1.262
_2RD		18	40	2	0.745	0.6578	-0.2	-0.29	1.95
_1RS_2RD		23	50.6	3	0.611	0.6546	-0.201	-0.113	1.298
_3RD		25	55	3	0.673	0.6546	-0.201	-0.247	1.768
_1RD_1RD		22	48.4	2	1.042	0.658	-0.201	-0.475	5.969

Figura N° 83: Para el cálculo de FEE en pavimentos flexibles

Fuente: (MTC, 2013).

CÁLCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE												
VEHICULO			ESTORES DE EJE EQUIVALENTE POR				F.E.E. TOTAL	FACTO R DIREC. (60)	FACTO R CARRI. (60)	AÑO	(Fcs)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IMD _o	DELANT.	EJE N° 0	EJE N° 0	EJE N° 0						
VHL1		1248	0.00031	0.00031			0.0006	50.89%	0.8	365	12.345533	1411
VHL2		203	0.00374	0.06062			0.0644	54.33%	0.8	365	12.345533	25531
B2_		127	0.55852	2.98462			3.5431	50.79%	0.8	365	12.345533	823878
B3_1		2	0.55852	1.26150			1.8200	53.85%	0.8	365	12.345533	7066
_C2		96	0.55852	2.98462			3.5431	51.57%	0.8	365	12.06193	617862
_C3		19	0.55852	1.95386			2.5124	54.26%	0.8	365	12.06193	31232
_C4		2	0.55852	1.29794			1.8565	70.00%	0.8	365	12.06193	9154
T2S1		2	0.55852	2.98462	2.98462		6.5278	62.50%	0.8	365	12.06193	28739
T2S3		1	0.55852	2.98462	1.76769		5.3108	66.67%	0.8	365	12.06193	12470
T3S2		3	0.55852	1.95386	1.95386		4.4662	61.11%	0.8	365	12.06193	28839
T3S3		6	0.55852	1.95386	1.76769		4.2801	60.00%	0.8	365	12.06193	54269
T3Se3		1	0.55852	1.95386	2.98462	1.95386	7.4509	66.67%	0.8	365	12.06193	17495
											ESAL =	1.72E+06

Figura N° 84: Cálculo de número de repeticiones de eje equivalente

Fuente: (MTC, 2013).

Diseño de pavimento flexible.

En este diseño según este modelo será el cálculo del Número Estructural requerido (SN_r), lo cual en base a estos se identifican, así como determinar los conjuntos de los espesores de cada uno de las capas estructural del pavimento, por lo cual estos deben ser bien construidas encima de la subrasante ya que esto soportara las cargas de los vehículos con una aceptable serviciabilidad que durante todo el periodo del diseño que se estableció en los proyectos. (MTC, 2013)

Fórmula

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,361 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,321 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal → Z_R
Desviación estándar global → S_o
Número estructural → SN
Ejes equivalentes → $ESAL$
Módulo de resiliencia → M_R
Cambio en la Serviciabilidad → ΔPSI

VARIABLES DE DISEÑO:

VARIABLES DE TIEMPO.

En este caso serán considerados el periodo de análisis y vida útil del pavimento que se clasificarán según la vía dada en el proyecto de estudio realizado.

Tabla N° 28

Periodo de análisis según su diseño

CLASIFICACIÓN DE LA VIA	PERIODO DE ANÁLISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Fuente: (MTC, 2013).

Urbana de alto volumen de tráfico = 10 años

El Tránsito.

Según nuestro estudio de tráfico el número de repeticiones es: **1718006**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

Tabla N° 29

Clasificación de volumen de tráfico vehicular

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN	De 150001 A 300000	TP1
DE TRÁNSITO DE	De 300001 A 500000	TP2
150,001 A	De 500001 A 750000	TP3
1'000,000 EE	De 750001 A 1000000	TP4
	De 1000001 A 1500000	TP5
	De 1500001 A 3000000	TP6
CAMINOS QUE	De 3000001 A 5000000	TP7
TIENEN UN	De 5000001 A 7500000	TP8
TRÁNSITO	De 7500001 A 10000000	TP9
COMPRENDIDO	De 10000001 A 12500000	TP10
ENTRE 1000,000 A	De 12500001 A 15000000	TP11
30'000,000 EE	De 15000001 A 20000000	TP12
	De 20000001 A 25000000	TP13
	De 25000001 A 30000000	TP14

Fuente: (MTC, 2013).


De acuerdo al número de eje equivalente, el tipo de tráfico es: TP6

Subrasante.

Según los estudios de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **11.50 %**

Tabla N° 30

Categorización de CBR de la subrasante

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	 S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinario

Fuente: (MTC, 2013).

Según los estudios de mecánica de suelos: **S3**


Confiabilidad.

Desviación estándar (S_0).

Es la desviación una población con valores derivados del sistema AASHTO que incluye la variabilidad esencial a los materiales y al proceso constructivo. En la tabla se mostrarán aquellos valores dados de la desviación estándar.

Tabla N° 31

La desviación estándar del pavimento

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	 0.50

Fuente: (MTC, 2013).

La desviación estándar será: $S_0 = 0.45$

Tabla N° 32

Nivel de confiabilidad del pavimento

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001 A 300000	70%
TP2	De 300001 A 500000	75%
TP3	De 500001 A 750000	80%
TP4	De 750001 A 1000000	80%
TP5	De 1000001 A 1500000	85%
TP6	De 1500001 A 3000000	85%
TP7	De 3000001 A 5000000	85%
TP8	De 5000001 A 7500000	90%
TP9	De 7500001 A 10000000	90%
TP10	De 10000001 A 12500000	90%
TP11	De 12500001 A 15000000	90%
TP12	De 15000001 A 20000000	95%
TP13	De 20000001 A 25000000	95%
TP14	De 25000001 A 30000000	95%

Fuente: (MTC, 2013).

La confiabilidad R para el tipo de tráfico TP6 es: **85 %**

Probabilidad (Z_R).

Es el valor "Z" (Área que bajo una curva de distribución normal corresponde a una curva estandarizada para la confiabilidad "R").

$$Z_R = -1.036$$

Serviciabilidad.

La serviciabilidad se basa como un sistema de medición sobre el comportamiento de un pavimento, la cual esta misma se relacionará con una seguridad y comodidad que pueda brindar a cualquier usuario ya sea (comportamiento funcional) cuando este circulando por el sistema viable. También estará relacionado aquellas características físicas que podrán demostrar estos pavimentos, así como grietas, fallas, peladuras, etc, que tratarán de afectar así la capacidad del soporte de estas estructuras llamada comportamiento estructural. (MTC, 2013).

Tabla N° 33

Índice de serviciabilidad inicial (P_0)

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_0)
TP1	De 150001 A 300000	3.8
TP2	De 300001 A 500000	3.8
TP3	De 500001 A 750000	3.8
TP4	De 750001 A 1000000	3.8
TP5	De 1000001 A 1500000	4.0
TP6	De 1500001 A 3000000	4.0
TP7	De 3000001 A 5000000	4.0
TP8	De 5000001 A 7500000	4.0
TP9	De 7500001 A 10000000	4.0
TP10	De 10000001 A 12500000	4.0
TP11	De 12500001 A 15000000	4.0
TP12	De 15000001 A 20000000	4.2
TP13	De 20000001 A 25000000	4.2
TP14	De 25000001 A 30000000	4.2

Fuente: (MTC, 2013).

El índice de la serviciabilidad inicial P_0 para el tráfico TP6 es: 4.0

Tabla N° 34

Índice de serviciabilidad final (P_t)

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)
TP1	De 150001 A 300000	2.0
TP2	De 300001 A 500000	2.0
TP3	De 500001 A 750000	2.0
TP4	De 750001 A 1000000	2.0
TP5	De 1000001 A 1500000	2.5
TP6	De 1500001 A 3000000	2.5
TP7	De 3000001 A 5000000	2.5
TP8	De 5000001 A 7500000	2.5
TP9	De 7500001 A 10000000	2.5
TP10	De 10000001 A 12500000	2.5
TP11	De 12500001 A 15000000	2.5
TP12	De 15000001 A 20000000	3.0
TP13	De 20000001 A 25000000	3.0
TP14	De 25000001 A 30000000	3.0

Fuente: (MTC, 2013).

El índice de serviciabilidad final P_t por el tipo de tráfico TP6 es: 2.5

Propiedades de los materiales.

Módulo resiliente (M_R).

El Módulo de Resiliencia (MR) será la medida de rigidez de un suelo de la subrasante, por lo cual tendrá un cálculo empleado en su ecuación, lo que correlacionará con datos del CBR, que recomienda el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Módulo Resiliente en PSI para un CBR de 11.5 % = **12197 psi**

SN Requerido	Gt	N18 Nominal	N18 Calculado
3.08	-0.255	6.235	6.236

Coefficientes estructurales.

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

D_i = Espesor de las capas medido en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de las capas

m_i = Coeficiente del drenaje de las capas

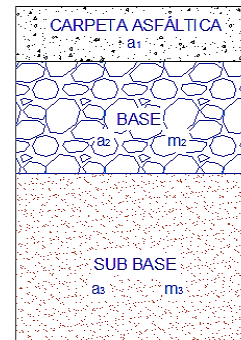


Tabla N° 35

Coefficiente estructural de la capa (a_1)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
Componente del pavimento	Coefficiente Estructural (a1)	Observación
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.250	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes >8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.150	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes >8%, y frenado de vehículos


Fuente: (MTC, 2013).

La Capa de pavimento será de: Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C

Por lo tanto, el coeficiente estructural a1 será: 0.170

Tabla N° 36

Coefficiente estructural de la capa (a_2)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A_2)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	 0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad Marshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con asfalto ($f'c=35$ k/cm ² a los 7 días)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal ($f'c=12$ k/cm ² a los 7 días)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico


Fuente: (MTC, 2013).

El componente de la base será de: Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS

Por lo tanto, el coeficiente estructural a_2 será: 0.052

Tabla N° 37

Coefficiente estructural de la capa (a_3)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A_3)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100 % de la MDS	 0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100 % de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

Fuente: (MTC, 2013).

La componente de la Sub-Base será de: Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS

Por lo tanto, el coeficiente estructural a_1 será: 0.047

Por lo tanto:

$$a_1 = 0.170$$

$$a_2 = 0.052$$

$$a_3 = 0.047$$

Tabla N° 38

Coefficiente de drenaje de la capa m_i

C_d Calificación	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	2 Horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 Día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 Semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 Mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: (MTC, 2013).

El coeficiente del drenaje para la base será: $m_2 = 1.25$

El coeficiente del drenaje para la sub-base será: $m_3 = 1.05$

Tabla N° 39

Cálculo de los espesores de la capa del pavimento

TIPO DE TRAFICO			
EXPRESADO EN EE	ESPESOR DE CAPA SUPERFICIAL	ESPESOR DE BASE	
TP1	Lechada Asfáltica (Slurry Seal)	12mm	
	Tratamiento superficial Bicapa	12mm	
	Micropavimento 25 mm	25mm	
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	50mm	150 mm
	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	50mm	
TP2	Lechada Asfáltica (Slurry Seal)	12mm	
	Tratamiento superficial Bicapa	12mm	
	Micropavimento 25 mm	25mm	150 mm
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	60mm	
TP3	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	60mm	
	Micropavimento 25 mm	25mm	150 mm
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	70mm	
TP4	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	70mm	200 mm
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	80mm	
TP5	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	80mm	200 mm
TP6	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	90mm	200 mm
TP7	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	90mm	200 mm
TP8	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	100mm	250 mm
TP9	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	110mm	250 mm
TP10	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	120mm	250 mm
TP11	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	130mm	250 mm
TP12	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	140mm	250 mm
TP13	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	150mm	300 mm
TP14	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°c	150mm	300 mm

Fuente: (MTC, 2013).

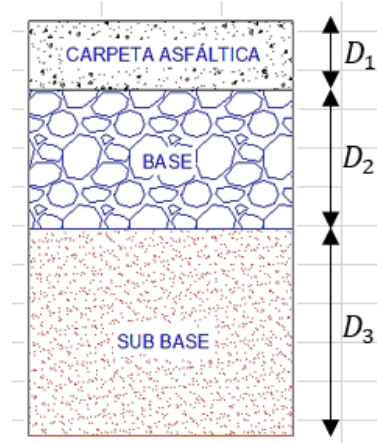
Cálculo de espesores para suelo de clasificación tipo 1.

SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPEORES EN cm		
		D1	D2	D3
3.08	3.16	9	25	-

Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 9 \text{ cm}$$

$$D_2 = 25 \text{ cm}$$



Método del instituto del asfalto.

Con los ejes equivalentes, CBR de diseño y temperatura media anual de la Av. Lima, procedemos a utilizar los monogramas del Instituto del Asfalto para dimensionar los espesores de las capas de pavimento.

Datos

Esal = 1718006

CBR: 11.5 = Psi = 12196.56

Mpa = 84.09232101

Tabla N° 40

Comparación de los métodos utilizados en el estudio

CAPA	Instituto del Asfalto	Pavimento Flexible
	15.5 °C	AASHTO 93
Carpeta Asfáltica	17.5	9
Base	30	25

Fuente. Propia del investigador.

Análisis: Según el diseño de espesores por la metodología del Instituto de Asfalto muestra el espesor de la carpeta asfáltica es de 17.5 cm, y 30cm de base, mientras por el método AASHTO 93 el espesor de la carpeta asfáltica es de 9cm y la base de 25cm, ambos casos para un Esal de 1718006 Tn con un CBR de 95% que equivale al 11.5.

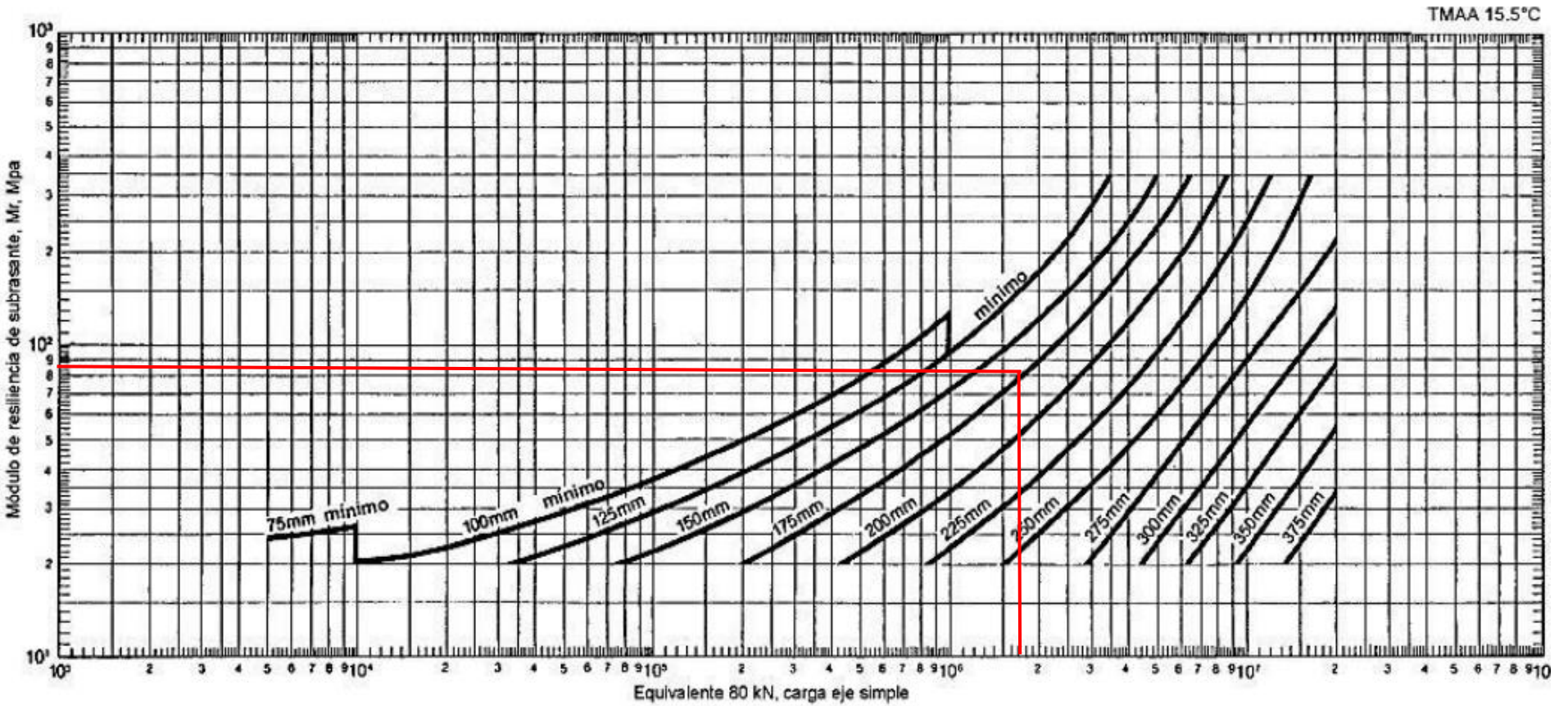
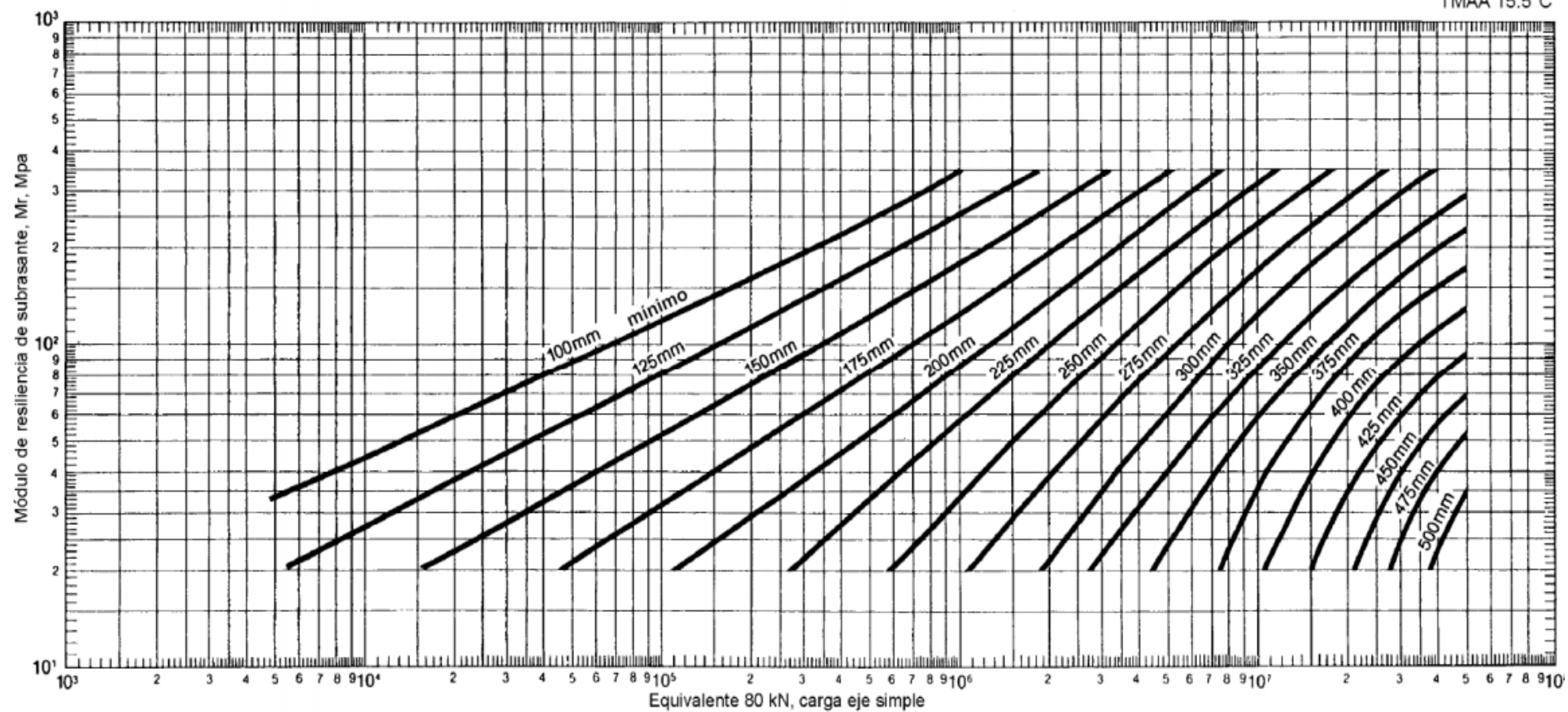


Figura 7-15
Agregado de base de 300 milímetros de espesor

Figura N° 85: Ábaco del método del Instituto del Asfalto

Fuente: (Montejo, 2002).



Esesor completo de concreto asfáltico

Figura N° 86: Ábaco del método del Instituto del Asfalto de esesor completo.

Fuente: (Montejo, 2002).

Comparación estructural mediante flexión directa.

(Mr) de pavimento asfáltico.

Ref. ASTM C293-16

CÁLCULOS

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Se calculará el módulo de la ruptura como sigue:

Dónde:

R = Será el Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²).

P = Es la carga máxima aplicada que será adecuada por el aparato de ensayo, N (lbf).

L = Luz será la longitud entre soportes, mm (pulg).

b = Será el ancho promediado según el espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio según el espécimen, en la fractura, mm (pulg).

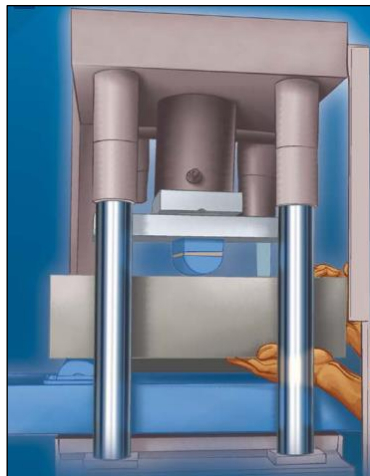


Figura N° 87: Aparato de medición de los ensayos de flexión.

Fuente: editado por el instituto mexicano del cemento y del concreto, A.C. 2013.

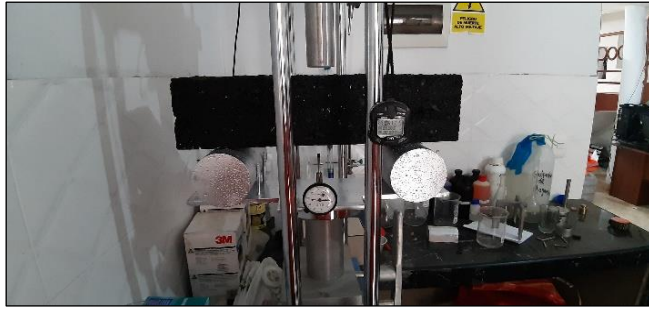


Figura N° 88: Gráfico de la viga en el aparato de flexión.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 89: Gráfico de toma de datos de la viga de flexión.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 90: Gráfico de proceso del ensayo de flexión

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 91: Gráfico de la viga con geomalla fibra de vidrio en el ensayo de flexión.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 92: Gráfico de corte y flexión de la viga sin geomalla.

Fuente: Propia del investigador.



Figura N° 93: Gráfico de corte y flexión de la viga con geomalla fibra de vidrio.

Fuente: Propia del investigador.

Módulo de rotura de la carpeta asfáltica del pavimento flexible.

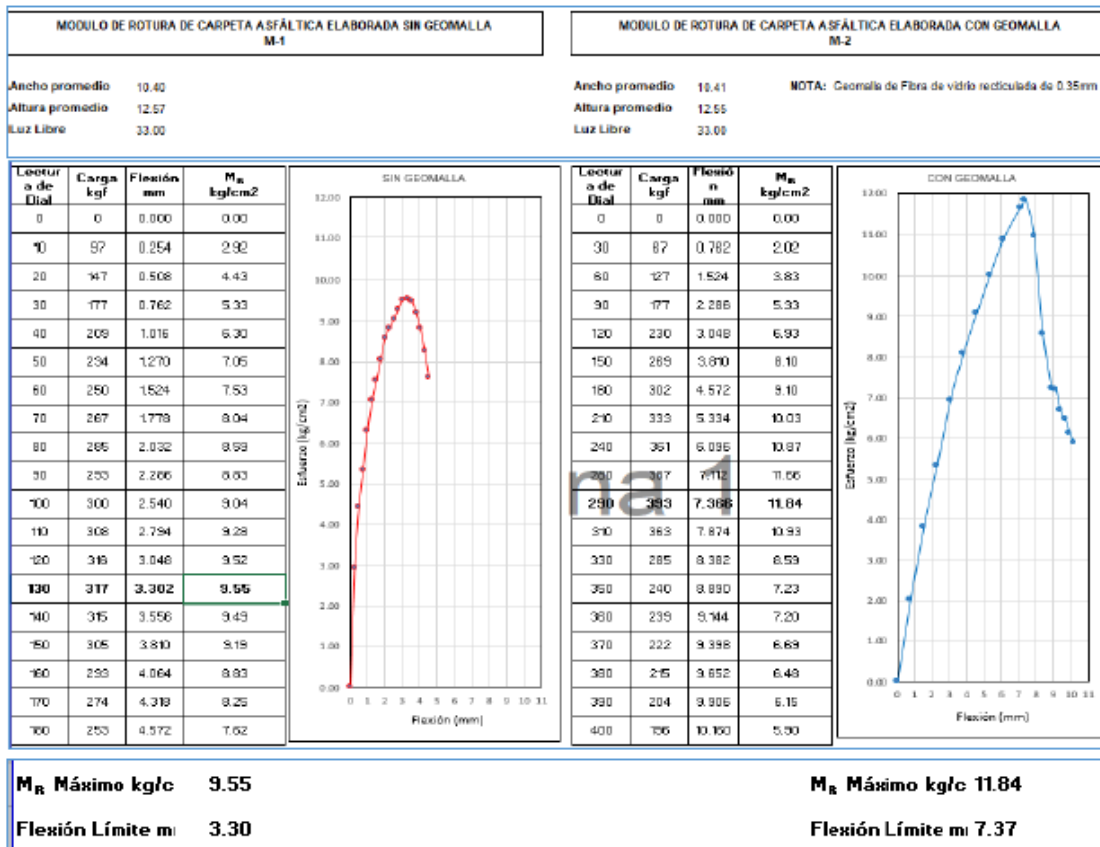


Figura N° 94: Módulo de rotura de la carpeta asfáltica del pavimento flexible

Fuente: Propia del investigador.

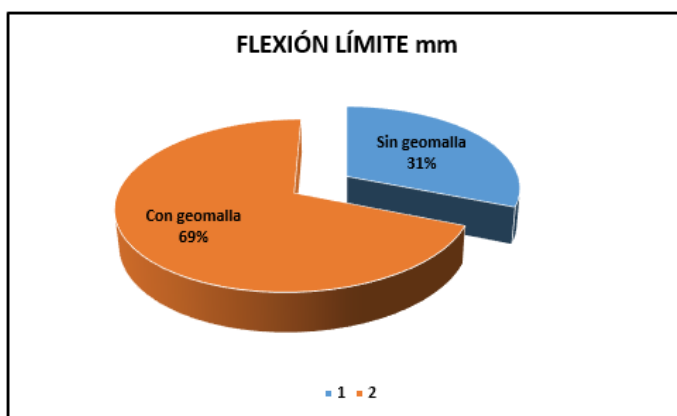


Figura N° 95: Porcentaje de flexión límite de la carpeta asfáltica

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según el gráfico N° 54 se observa que la viga de concreto asfáltico sin la incorporación de la geomalla alcanza una flexión límite de 31%, mientras la viga de concreto asfáltico reforzado con geomalla fibra de vidrio alcanza una flexión límite de 69%, superando en 38% de flexión límite a la vida de concreto asfáltico sin la incorporación de geomalla.

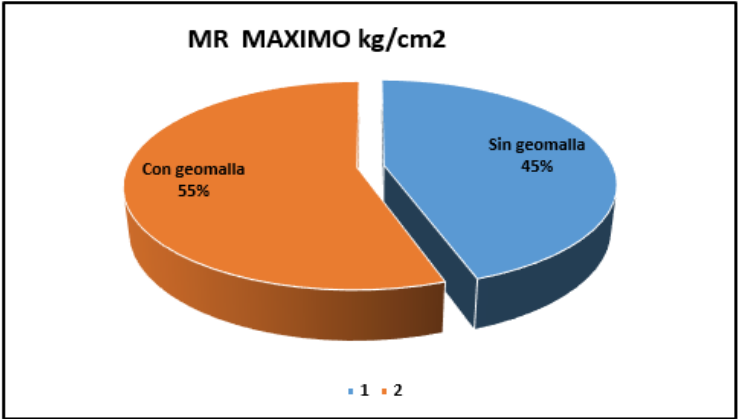


Figura N° 96: Porcentaje MR máximo de la carpeta asfáltica

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según el gráfico N° 55 se observa que la viga de concreto asfáltico sin la incorporación de la geomalla alcanza módulo de rotura máximo en 45%, mientras la viga de concreto asfáltico reforzado con la geomalla fibra de vidrio alcanza su módulo de rotura máximo de 55%, donde la viga de concreto asfáltico reforzado con geomalla fibra de vidrio incrementa su resistencia de rotura en un 10% a la viga asfáltica sin refuerzo.

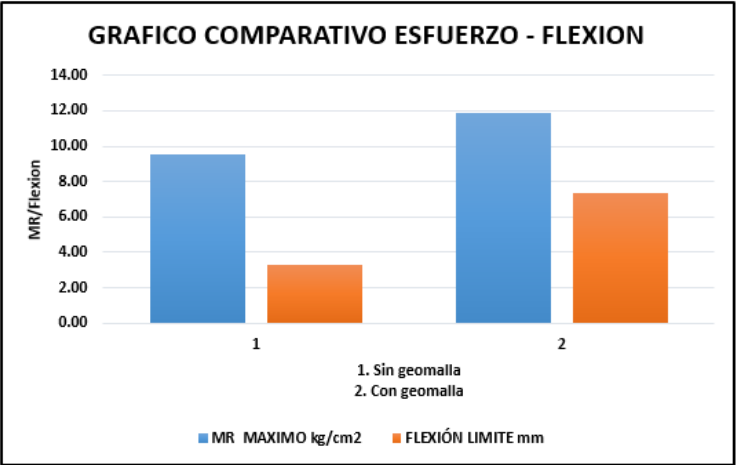


Figura N° 97: Gráfico comparativo de flexión de la viga

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según el gráfico estadístico se muestra que la viga sin geomalla fibra de vidrio llega a un esfuerzo máximo de 9.55 kg/cm², y la viga con geomalla llega 11.48 kg/cm², donde la viga con fibra de vidrio supera en 2.29 kg/cm² de esfuerzo máximo. Por otro lado, la viga con geomalla fibra de vidrio llega a una flexión límite de 3.3, mientras la viga con geomalla alcanza a 7.37 de flexión límite, superando en 4.07 flexión límite a la viga sin geomalla.

Deflexiones admisibles.

Tabla N° 41

Deflexiones admisibles de leyes de fatiga.

Autor	Ley de fatiga (mm)
Criterio del instituto	$\Delta_{z adm} = 25.64 N^{-0.2383}$ (Asphalt Institute, 1969)
Criterio Checoslovaco	$\Delta_{z adm} = 8.035 N^{-0.16}$
Criterio de yang H. Huang	$\Delta_{z adm} = 26.3 N^{-0.2438}$ $\Delta_{z adm} = 65.024 N^{-0.3}$
Criterio de la RTAC de Canada	(Transportation Association of Canada, 1997)
Criterio de Ivanow	$\Delta_{z adm} = 5.248 N^{-0.12}$
Criterio de Ruiz	$\Delta_{z adm} = 24.76 N^{-0.2523}$
Criterio de la AASHTO Road Test (Pt=2.5)	$\Delta_{z adm} = 63.735 N^{-0.2383}$
Criterio de la CGRA de Canada	$\Delta_{z adm} = 52.275 N^{-0.237}$
Criterio Belga	$\Delta_{z adm} = 242 N^{-0.334}$

Fuente: Armando, 2015.

Tabla N° 42

Tabla de comparación de leyes de fatiga sobre el diseño del estudio.

Autores	Deflexiones Admisibles						
	Delta 1	Sin geomalla N1	Delta 2	Con geomalla N2	N1/N2	Esal	T=R*Esal
Criterio del instituto de asfalto	3.3	5451.1	7.37	187.13	29.13	1718006	50.0
Criterio chacoslovaco	3.3	260.3	7.37	1.72	151.34	1718006	260.0
Criterio de Yang H. Huang	3.3	4982.7	7.37	184.7	26.98	1718006	46.3
Criterio de RTAC de Canada	3.3	20663.3	7.37	1419.12	14.56	1718006	25.0
Criterio de Ivanow	3.3	47.8	7.37	0.06	796.67	1718006	1368.7
Criterio de Ruiz	3.3	2944.6	7.37	121.9	24.16	1718006	41.5
Criterio de la AASHTO Road Tes (Pt=2.5)	3.3	248879.12	7.37	8543.64	29.13	1718006	50.0
Criterio de la CORA de Canada	3.3	115441.9	7.37	3890.32	29.67	1718006	51.0
Criterio Belga	3.3	384357.01	7.37	34670.8	11.09	1718006	19.0

Fuente: propio del investigador.

Análisis: Según la Ley de fatiga para el calculo de las deflexiones admisibles de las estructura del pavimento flexible, calculados mediante las formulas de criterios de instituto del asfalto resultando 50.0 millones EE de transito, en cambio con el criteiro de Belga resultó 19.0 millones EE, considerando el resultado mínimo según nuestro Esal de EE de la Av. Lima se proyecta un incremento de Esal a 19.0 millones (Criterio Belga) por la ley de fatiga, donde el empleo de la geomalla fibra de vidrio incrementa la resistencia a la flexion por fatiga, factor de crecimiento y la vida utilde pavimento.

Dial indicador.

El reloj comparador de un cuadrante será un sistema de medición, muy utilizado en ensayos en la requiera obtener la comparación de cotas, ya que mediante esta medición indirecta dará lectura con los desplazamientos de la punta hacia contacto esférica cuando el aparato se adecue en modo fijo al soporte. (MTC, 2013)



Figura N° 98: Gráfico del dial indicador de medición

Fuente: Propia del investigador

Evaluación estructural por deflectometría.

Esta evaluación de forma superficial esta complementado mediante la evaluación estructural siguiendo las mediciones de las deflexiones analizados por equipos. Ya que en otros casos es muy necesario de recurrir a realizar las calicatas, sondeos, así como llevar muestras al hacer los ensayos en el laboratorio, lo cual esto nos puede verificar según las hipótesis que se deduce de una evaluación superficial. (MTC, 2013)

La deflectometría se basa según los estudios mediante deformaciones verticales formadas en el área superficial de la calzada, por la derivación de una determinada carga o sollicitación.

Esta deflexión llega a ser la medida de respuesta como conjunto de “pavimento - subrasante” ya que, frente a la sollicitación definitiva indicara la adecuabilidad según el pavimento dado los puntos de vista de forma estructural. (MTC, 2013)

Tabla N° 43

Característica de la deflexión según tipo de carretera

Tipo de Carretera	Deflexión Característica Dc	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$Dc = Dm + 1.645xds$	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	$Dc = Dm + 1.645xds$	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	$Dc = Dm + 1.645xds$	Deflexión característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 – 401 veh/día, de una calzada.	$Dc = Dm + 1.282xds$	Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400 – 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	$Dc = Dm + 1.282xds$	Deflexión característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	$Dc = Dm + 1.036xds$	Deflexión característica, para una confiabilidad de 85%

Nota: Dc = Deflexión característica, Dm = Deflexión media, ds = desviación estándar

Fuente: MTC 2013.

Estas deflexiones son comparadas con valores límites admisibles, originando una deflexión tolerable que trata de garantizar el comportamiento más satisfactorio de un pavimento en la que estará relacionado con dicho tráfico que deberá resistir. Según el manual se adoptará una relación según propuesta para el paquete estructural de los pavimentos, según el CONREVIAl (Estudio de Rehabilitación de Carreteras del País. MTC-Perú):

$$Dadm = (1.15/N)0.25$$

Dónde: Dadm = Sera la Deflexión admisible en mm (lo cual serán comparados con las deflexiones de viga Benkelman) N = Es el número de repeticiones de los ejes equivalentes en millones.

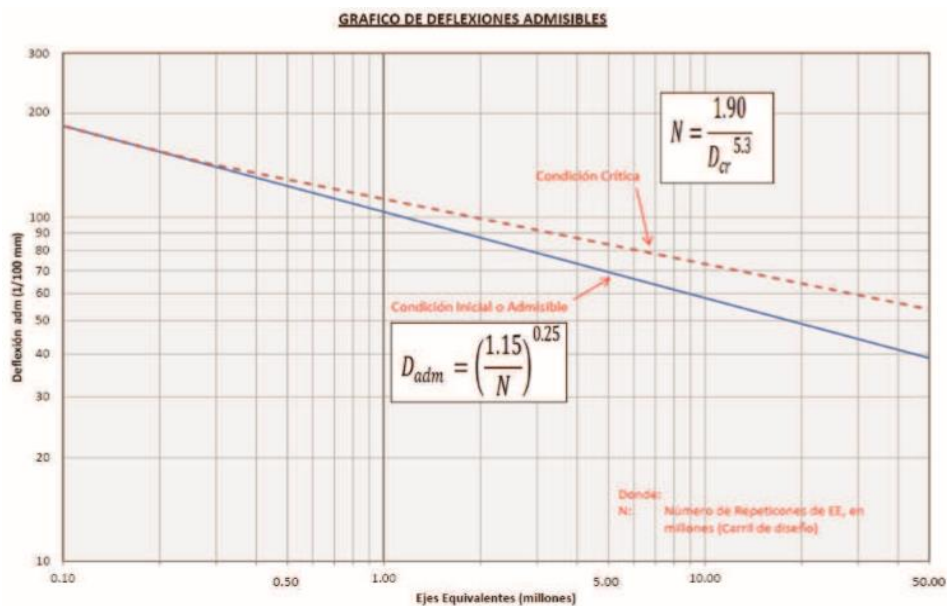


Figura N° 99: Gráfico de deflexiones admisibles

Fuente: MTC (2013).

Presupuesto de comparación de precios del pavimento flexible.

Sin Geomalla fibra de vidrio.

HOJA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE						
PROYECTO: BENEFICIO TECNICO ECONOMICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO						
METODO: Diseño de Pavimento Flexible con el Instituto del Asfalto						
LUGAR: Av. Lima			DISTRITO: San Juan de Lurigancho			
PROVINCIA: Lima			HECHO POR: HPA y MPV			
ITEM	DENOMINACION	UMD	METRADO	P. UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES					3369.60
01.01.00	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL					
01.01.01	Tramo: Av. Lima	m2	2160	1.56	3369.60	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRA					45485.86
02.01.00	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE					
02.01.01	Corta a nivel subrasante, con tractor material suelto 140-160	m3	1015.2	9.79	9938.81	
02.02.00	CONFORMACION DE LA SUBRASANTE					
02.02.01	Conformación de la subrasante	m2	2160	2.85	6156.00	
02.03.00	ELIMINACION DE EXCEDENTES					
02.03.01	Eliminación de material excedente c/volg. 12m3 d=10km	m3	1319.76	22.27	29391.06	
03.00.00	PAVIMENTOS					42415.92
03.01.00	BASE GRANULAR					
03.01.01	Conformación de Base Granular e=0.30 m.	m3	648	7.97	5164.56	
03.01.02	Escarificado y rodillado de base existente	m2	2160	1.46	3153.60	
03.02.00	IMPRIMACION					
03.02.01	Imprimación Asfáltica	m2	2160	3.6	7776.00	
03.03.00	CARPETA ASFALTICA					
03.03.01	Carpeta Asfáltica en caliente e=6.0"	m2	367.2	24.8	9106.56	
03.03.02	Conformación y compactación de carpeta asfáltica	m2	2160	7.97	17215.20	
TOTAL DE PRECIO UNITARIO						91271.38
GASTOS GENERALES 5%						4563.57
UTILIDAD (10%)						9127.14
GASTOS DE SUPERVISION 2.1%						1916.70
EXPEDIENTE TECNICO 2.1%						1916.70
SUBTOTAL						108795.49
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)						19583.19
TOTAL PRESUPUESTO						128378.68

Figura N° 100: Hoja de metrados del diseño de pavimentos flexibles

Fuente: Propia del investigador.

Con Geomalla fibra de vidrio.

HOJA DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE						
PROYECTO: BENEFICIO TECNICO ECONOMICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO						
METODO: Diseño de Pavimento Flexible con el Instituto del Asfalto						
LUGAR: Av. Lima			DISTRITO: San Juan de Lurigancho			
PROVINCIA: Lima			HECHO POR: HPA y MPV			
ITEM	DENOMINACION	UND	METRADO	P.UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES					3369.60
01.01.00	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL					
01.01.01	Tramo: Av. Lima	m2	2160	1.56	3369.60	
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRA					45485.86
02.01.00	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE					
02.01.01	Corte a nivel subrasante, con tractor material suelto 140-160	m3	1015.2	9.79	9938.81	
02.02.00	CONFORMACION DE LA SUBRASANTE					
02.02.01	Conformación de la subrasante	m2	2160	2.85	6156.00	
02.03.00	ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES					
02.03.01	Eliminación de material excedente c/volq. 12m3 d=10km	m3	1319.76	22.27	29391.06	
03.00.00	PAVIMENTOS					42415.92
03.01.00	BASE GRANULAR					
03.01.01	Conformación de Base Granular \approx 0.30 m.	m3	648	7.97	5164.56	
03.01.02	Escarificado y rodillado de base existente	m2	2160	1.46	3153.60	
03.02.00	IMPRIMACION					
03.02.01	Imprimación Asfáltica	m2	2160	3.6	7776.00	
03.03.00	CARPETA ASFALTICA					
03.03.01	Carpeta Asfáltica en caliente \approx 6.0"	m2	367.2	24.8	9106.56	
03.03.02	Conformación y compactación de carpeta asfáltica	m2	2160	7.97	17215.20	
04.00.00	GEOMALLA DIBRA DE VIDRIO					15120.00
04.01.00	Geomalla fibra de vidrio 1x50M	m2	2160	7	15120.00	
TOTAL DE PRECIO UNITARIO						106391.38
GASTOS GENERALES 5%						5319.57
UTILIDAD (10%)						10639.14
GASTOS DE SUPERVISION 2.1%						2234.22
EXPEDIENTE TECNICO 2.1%						2234.22
SUBTOTAL						126818.53
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)						22827.34
TOTAL PRESUPUESTO						149645.86

Figura N° 101: Hoja de metrados con geomalla fibra de vidrio

Fuente: Propia del investigador

Análisis: Según el cálculo de análisis de costo se observa que el costo de inversión sin geomalla fibra de vidrio alcanza la suma S/. 128,378.68 ciento veintiocho mil trecientos setenta y ocho con sesenta y ocho céntimos, mientras el presupuesto con la incorporación de la geomalla fibra de vidrio haciendo a la suma de S/. 149,645.86 ciento cuarenta y nueve mil seiscientos cuarenta y cinco con ochenta y seis céntimos.

Tabla N° 44

Presupuesto de mantenimiento periódico

COSTOS Y PRESUPUESTOS							
Presupuesto: Beneficio técnico económico del pavimento flexible empleando la geomalla Fibra de vidrio Av. Lima, San Juan de Lurigancho - Lima - 2019.							
Lugar:	San Juan de Lurigancho – Lima					08/07/2019	
Item	Descripción	Unidad	Metrados	Precio	Parcial	Total	
02.00.00	Pavimentos					41,133.00	
02.01.00	Limpieza general (Pistas)	ML	300.00	1.26	378.00		
02.02.00	Carpeta Asfáltica	M2	2,160.00	7.50	16,200.00		
02.03.00	Tratamiento de fisuras (Long. y Transv.)	ML	300.00	4.66	1,398.00		
02.04.00	Sello Asfáltico (Agrietamiento en bloque)	ML	300.00	3.75	1,125.00		
02.05.00	Pinturas en Pavimentos	M2	2,160.00	10.20	22,032.00		
	Costo Directo					41,133.00	
	Gastos Generales (5%)					2056.65	
	Utilidad (10%)					205.67	
	Subtotal					43,395.32	
	IGV (18%)					7811.16	
	Presupuesto Total					51,206.47	

Fuente: Propia del investigador

Análisis: Según el presupuesto de costo por mantenimiento periódico haciende a la suma de S/. 51,206.47 cincuenta y uno mil doscientos seis con cuarenta y siete céntimos durante un año de mantenimiento en la carpeta asfáltica sin el empleo de la geomalla fibra de vidrio.

Comparación económica.

Tabla N° 45

Comparación económica anual del diseño del pavimento flexible.

COMPARACIÓN ECONÓMICA					
AÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO	ESAL	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	MANTENIMIENTO PERIÓDICO
1	4.1%	S/1,718,006.00	S/128,378.68	S/149,645.86	S/51,206.47
			S/179,585.15	S/149,645.86	

Fuente: Propia del investigador



Figura N° 102: Comparación económica del diseño con y sin Geomalla fibra de vidrio.

Fuente: Propia del investigador.

Análisis: Según el gráfico N° 77 nos muestra la comparación económica del diseño del pavimento flexible con y sin refuerzo de geomalla fibra de vidrio, donde el pavimento sin refuerzo genera un costo por mantenimiento anual que asciende a 55%, mientras el pavimento con geomalla fibra de vidrio se mantiene su costo de 45%; resultando un ahorro económico de 10% que equivalente a S/. 29,939.29 nuevos soles, por un periodo anual.

Impacto en el medio ambiental.

Según (Alza, 2015) quien trabaja en la empresa Vialidad y Transporte Latinoamericano del Perú; menciona la importancia de la geomalla fibra de vidrio, lo cual reduce la contaminación del medio ambiente, este material justifica en los siguientes aspectos: reduce el uso de agregados naturales, reduce los volúmenes de excavación, y la energía de compactación de camiones. Es importante revisar su cálculo porcentual de la disminución de emisiones del carbono al usar la geomalla que optimiza el medio.

Fresado: El pavimento reciclado mediante la técnica de fresado de la carpeta de rodadura, este material contiene agregados, betún y la geomalla fibra de vidrio, correctamente adheridos y envejecidos por el soporte de las cargas vehiculares, de tal manera esto requiere un análisis granulométrico, así saber el porcentaje de materiales que se requiere agregar para rejuvenecer el material envejecido (Rodríguez, 2015).

Contrastación de la hipótesis.

Hipótesis general:

El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San de Juan de Lurigancho, 2019.

Al emplear el material de geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica del pavimento beneficia en el aspecto técnico incrementando mayor soporte a la carga ejercida por el tráfico, de tal manera se distribuye las cargas en forma horizontal en la superficie del pavimento, en el aspecto económico nos muestra la figura N°102, donde el diseño de con geomalla fibra de vidrio es más costoso al diseño del pavimento sin el empleo de geomalla fibra de vidrio. Al respecto se concluye que la hipótesis es aceptable ya que la geomalla influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible, dotándole mayor durabilidad y confort al tránsito vehicular a futuro por sus características físicas y propiedades mecánicas de la geomalla fibra de vidrio prolonga mayor tiempo de duración que el pavimento sin geomalla. (revista de Miraflores).

Hipótesis específica 1.

El empleo de la geomalla fibra de vidrio reduce positivamente las fallas por flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San de Juan de Lurigancho, 2019

Al emplear la geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica del pavimento, muestra mayor soporta de esfuerzos y a las cargas verticales de la carpeta de rodadura, proporcionando mayor resistencia a la flexión y esfuerzo a rotura. Al respecto la hipótesis planteada se acepta, puesto que la geomalla fibra de vidrio reduce positivamente las fallas por flexión del pavimento, en el figura N° 94, la viga sin geomalla fibra de vidrio llega a un esfuerzo máximo de 9.55 kg/cm², y la viga con geomalla llega 11.48 kg/cm², donde la viga con fibra de vidrio supera en 2.29 kg/cm² de esfuerzo máximo. Por otro lado, la viga sin geomalla fibra de vidrio llega a una flexión límite de 3.3, mientras la viga con geomalla alcanza a 7.37 de flexión límite, superando en 4.07 flexión límite a la viga sin geomalla.; demostrando mayor soporte y resistencia a los esfuerzos de carga y flexión, esto permite la reducción de las fallas y deformaciones de la carpeta asfáltica del pavimento.

Hipótesis específica 2.

El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en la reducción del costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible de la Av. Lima, San de Juan de Lurigancho, 2019

La aplicación de la geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica del pavimento reduce los costos por mantenimiento periódico en comparación de con el diseño convencional sin geomalla que requieren mayor mantenimiento periódico, al respecto se acepta la hipótesis del empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en la reducción del costo por mantenimiento periódico del pavimento, esto se observa claramente al comparar el cuadro de costos por mantenimiento y cuadro del costo del pavimento con el empleo de la geomalla fibra de vidrio, los pavimentos que tengan aplicaciones de geomalla en la carpeta asfáltica muestra una durabilidad mayor a los pavimentos convencionales, por otro lado los pavimento con geomalla fibra de vidrio requieren menor mantenimiento, siendo una obra ejecutada para mayor tiempo de duración de vida útil de la vía.

Hipótesis específica 3.

El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye positivamente en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San de Juan de Lurigancho, 2019.

El empleo de la geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica mejora las condiciones ambientales disminuyendo volúmenes de excavaciones de las canteras, agua y la reducción de gases en las plantas de fabricación de concreto asfáltico, al respecto se acepta la hipótesis del empleo de la geomalla fibra de vidrio influye positivamente en el beneficio ambiental del pavimento; las normas peruanas reafirman el pacto de protocolo de Kioto y dar mayor énfasis a proyectos que defiendan el cuidado ambiental y contribuir en la reducción del calentamiento global.

Evaluación de la vida útil de las geomallas a lo largo del tiempo atreves de experiencias en la construcción.

Tabla N° 46

Aplicación y ventajas de la geomalla fibra de vidrio en la construcción.

EMPRESA	EXPERIENCIAS EN LA APLICACIÓN DE GEOMALLAS.
Revista especializada de PERUVIAS. Especialistas del sector en el Perú.	El Ing. Gonzalo Correa, proyectista de la empresa Quinimar, comenta que las geomallas fibras de vidrio es un material que tiene alto módulo de elasticidad, contribuyendo de forma decisiva en refuerzo de las capas asfálticas, de esta manera aumenta la durabilidad de las vías de carreteras, por otro lado, retrasa la aparición de fisuras reflexiva, aparición de roderas, entre otros. Así mismo menciona que el costo de mano de obra en la implementación de geomallas es diminuto, aumentando el control de figuración y de la vida útil de las carreteras.
Revista de la Municipalidad de Miraflores: año 2012 N° 4 / abril Lima, Perú	La Municipalidad de Miraflores el año 2012, realizó trabajos de rehabilitación de 5,466 m ² del pavimento flexible, en ella se empleó la nueva técnica, donde colocaron la geomalla fibra de vidrio biaxial, este material resiste alta carga vehicular, retrasando las apariciones de grietas por fatiga, siendo los primeros en utilizar la geomalla fibra de vidrio en Lima.
<u>Geosoluciones ANDEX</u>	Esta empresa menciona que los geosintéticos como geomalla fibra de vidrio son químicamente inertes y son resistentes a las deformaciones plásticas de pavimento, su composición química y biológica permite que pueden tener alta resistencia a las tenciones y degradaciones a rayos ultra violeta, teniendo una vida útil a más de 30 años.

IV. DISCUSIÓN.

Según las investigaciones realizadas por los autores Serna y Telles, en su investigación “Evaluación de la adherencia geo sintético – mezcla asfáltica mediante la realización del ensayo Leutner”, obtuvo un resultado óptimo de corte o cizalladura soportando las pruebas de deformación, mientras Armijos, en su investigación “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico reforzado con geosintético (geotextil no tejido y fibra de vidrio) para un pavimento de primer orden”, se logró analizar mediante el método de AASHTO 93 y método racional analizando el comportamiento de deformaciones y flexiones, llegando a una conclusión donde la fibra de vidrio incrementa la vida útil de la carpeta de rodadura, y disminuye el espesor. Esta investigación también utilizará el empleo de la geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica del pavimento flexible, para el cual se realizó la prueba de flexión en viga, obteniendo un resultado óptimo al soporte a flexión y deformaciones frente a las cargas aplicadas.

Por otro lado, Orrego, en su tesis titulado “Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles”, el resultado obtenido menciona que la geomalla disminuye costos, tiempos, instalación en su aplicación, Núñez, en sus tesis de investigación titulada “Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geosintéticos”, menciona que la aplicación de geosintéticos disminuye costo y tiempo en su ejecución. En tal sentido esta investigación utilizara la geomalla fibra de vidrio en la carpeta asfáltica, que permite optimizar su vida útil y costo, así mismo las propiedades de la fibra de vidrio permite el soporta de cargas aplicadas por tráfico vehicular.

V. CONCLUSIÓN.

1.- El tránsito vehicular en distrito de San Juan de Lurigancho tiene un factor de crecimiento poblacional de 4.6%, que conlleva al incremento del parque automotor, por otro lado, la restricción vehicular en la Av. Próceres de Independencia origina el desplazamiento de vehículos a las avenidas paralelas, esto ocasionando múltiples problemas y daños del pavimento flexible; se concluye que el diseño de la carpeta asfáltica con el empleo de la geomalla fibra de vidrio, influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, este material de geomalla fibra de vidrio por su composición física y mecánica incrementa su resistencia y soporte a los esfuerzos verticales producidas por el tráfico, al mismo tiempo disminuye los daños y deformaciones que se originan en la carpeta asfáltica, prolongando la vida útil del pavimento.

2. El incremento del tránsito vehicular en la Av. Lima genera el deterioro y desgaste de la carpeta asfáltica antes que cumpla su vida útil de diseño, se concluye al emplear la geomalla fibra de vidrio en el diseño del pavimento flexible se comprobó la reducción a la flexión de la carpeta asfáltica, demostrando mayor soporte en esfuerzos a 2.2 Kg/cm² que el diseño convencional, mientras en flexión supera en 4.07 flexión límite a la diseño del pavimento flexible sin geomalla; demostrando que la geomalla fibra de vidrio mejora el pavimento flexible, incrementando su resistencia a la tracción y compresión, reduce los daños por fatiga y deformaciones plásticas.

3. El pavimento flexible de la Av. Lima sin la incorporación de la geomalla fibra de vidrio muestra múltiples fallas originados por la crecida del tráfico, deteriorando el pavimento en menor tiempo posible antes que cumpla su diseño; finalmente se llega a la conclusión, que al emplear la geomalla fibra de vidrio en diseño del pavimento flexible disminuye el costo por mantenimiento periódico del pavimento a comparación de un pavimento sin geomalla que si requiere su mantenimiento rutinario, esto ocasiona mayor inversión en su mantenimiento por la autoridades responsables.

4. La Av. Lima del distrito de San Juan de Lurigancho es una zona de alto flujo vehicular, donde se emiten gases de dióxido de carbono que contaminan el medio ambiente, Finalmente se concluye que el empleo de la geomalla fibra de vidrio en el diseño de carpeta asfáltica mejora positivamente las condiciones ambientales, a su vez disminuye volúmenes de excavaciones de las canteras, agua y la reducción de gases en las plantas de fabricación de concreto asfáltico y en marco de las normas peruanas y pacto de protocolo de Kioto contribuye en cuidado del medio ambiente y calentamiento global.

VI. RECOMENDACIONES.

Se recomienda a las autoridades gubernamentales de nuestro país a innovar proyectos con la incorporación de la geomalla fibra de vidrio en el diseño de la carpeta asfáltica del pavimento, y seguir el ejemplo de la Municipalidad de Miraflores como un hecho referente, de tal manera mejorar la vida útil del pavimento para un futuro.

Se recomienda la implementación de la normativa peruana en el empleo de la geomalla fibra de vidrio en proyectos de pavimentación, para mejorar las condiciones mecánicas del pavimento flexible.

Se recomienda la implementación del laboratorio para ensayos de pavimento flexible por la casa de estudio César Vallejo, de esta manera realizar investigaciones que contribuyan al desarrollo experimental en el campo de la ingeniería civil.

Realizar más investigación acerca de la geomalla fibra de vidrio, para reducir los espesores del diseño de pavimentos; así de esta manera reducir la contaminación del medio ambiente, puesto que estos materiales son reciclables y su aplicación es muy sencillo que otros materiales.

REFERENCIAS

- Orrego Cabanillas, D. A. (2014). Tesis "Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles". Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ .
- Alvaro. (2012). Beneficios tecnicos economicos (2 ed.). Costa Rica: Ms.
- Alza Vilela, A. (2015). Geomalla de fibra de vidrio en pavimentos.
- Armando Orobio, J. G. (2015). Leyes de comportamiento de la deflexión admisible en pavimentos flexibles. Colombia: Facultad de Ingeniería UPTC.
- Armijos, I. (2018). Tesis “Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico reforzado con geosintético (geotextil no tejido) y fibra de vidrio para un pavimento de primer orden”. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolqui - Ecuador.
- Beana Paz, G. (2014). Metodología de la investigación (1er ed.). Mexico: Grupo iditorial patria.
- Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la investigacion, administración economia, humanidades y ciencias sociales (Tercera ed.). Colombia: PEARSON EDUCACIÓN.
- Chenzhou. (2018). Caracteristicas de la geomallas fibra de vidrio. Tokio. Obtenido de <http://www.petgeogrid.com/info/caracteristica-of-glass-fiber-geogrid-19623098.html>
- Cruz Vargas, E. (2013). Tesis "Influencia de geomalla en los parametros mecánicos de materiales para la vías terrestres" . Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Diaz, W. (2017). Tesis “Influencia de la geomalla en el diseño del pavimento flexible en la vía de Evitamiento Norte – Cajamarca”. Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú.
- Flores Laura, R. (25 de Febrero de 2016). Obtenido de <https://es.slideshare.net/roflorla/reciclado-de-pavimentos-flexibles-en-bolivia>
- Gomez Bastar, S. (2012). Metodoloffía de la investigación (segunda ed.). Mexico: RED TERCER MILENIO S.C.
- Group, M. (2015). Obtenido de <http://www.morrison-construction.com/en/projects/show/73>
- Hernandez Martin, Z. (2012). Metodos de analisis de datos. España: Universidad la Rioja.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Batista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). Mexico: Interamericana Editores S.A.
- Higuera, C. (2011). Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Tunja - Colombia: Imprenta y Publicaciones de la Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia .
- Ing. Bustamante, A. (2016). Tesis “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil”. (Master en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Universidad de Cuenca, Cuenca - Ecuador.

- Ing. Orduz, E. (2017). Tesis “Simulación de una estructura de pavimento apoyada en una subrasante arcillosa fracturada por desecación. Estudio de aplicación en vías de la sabana del occidente de Bogotá”. (Magister en Infraestructura Vial). Universidad Santo Tomás, Bogotá.
- Kika, P. (2019). Diccionario de arquitectura y construcción. España. Obtenido de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia+a+la+tracci%F3n>
- Lerma Gonzales, H. D. (2012). Metodología de la investigación (Cuarta ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Lizárraga López, J. (2013). Diseño y construcción de pavimentos flexibles aplicando geomallas de polipropileno como sistema de reforzamiento estructural. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO .
- Menéndez Acurio, J. R. (2013). Ingeniería de pavimentos (1° ed.). Lima-Perú: Fondo editorial Instituto de la Cconstrucción y Gerencia ICG.
- Mera, J. (2017). Tesis “Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera santa Cruz-Bellavista, distrito Bellavista-Jaén-Cajamarca”. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú.
- Miranda y Sanches, F. E. (2015). Tesis "Evaluación del modulo resilente y deformación permanente de una base granular mecánicante estabilizada con geomalla". Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- Montejo, A. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogota - Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTC. (2013). Manual de carreteras "suelos, geología, geotecnia y pavimentos". Perú: Ministerio de Transportes y comunicación.
- Nuñez Condori, A. (2016). tesis “Optimización de espesores de pavimentos con la aplicación de geo-sintéticos” . Puno-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
- PAVCO. (2012). Manual de diseño de geosintéticos (Novena edición ed.). Colombia: Mexichem.
- Robles Vives, D. (2016). Geomallas alternativa adecuada para reforzar suelos. Revista especializada PERUVIAS, 8. Obtenido de <http://peruvias.pe/geomallas-alternativa-adecuada-para-reforzar-suelos/>
- Rodriguez Torres, J. (2015). Estudio de materiales reciclados y firmes. Madrid.
- Sanchez Sabogal, F., & Campagnoll Martinez, S. X. (2016). Pavimnetos asfálticos de carreteras, guía practica para lo estudios y diseños (Primera ed.). Colombia: Escuela colombia de ingeniería.
- Serna, N., & Telléz, J. (2018). Tesis "Evaluacion de la adherencia Geosintético- mezcla asfáltica mediante la realización del ensayo de Leutner". Universidad Militar Nueva Granada, Bogota.

Sicha Flores, G. (2018). Tesis "Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles". Lima-Perú: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ .

Taype Sarmiento, W., & Tovar Choccelahua, E. (2012). tesis "Comportamiento del pavimento flexible con el uso de geomallas en el distrito de Lircay Km 00 a 010 camino a Ocopa departamento de Huancavelica". Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

UNICEF. (2014). Métodos de recolección y análisis de datos en la evaluación de impacto. Italia: Centro de Investigaciones Innocenti de UNICEF.

Vargas Cordero, Z. R. (2009). La Investigación aplicada. Costa Rica.

ANEXOS

Matriz de operacionalización de variables




















Beneficio técnico económico del pavimento flexible empleando la geomalla fibra de vidrio Av. Lima, San Juan de Lurigancho – Lima -2019

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Definición conceptual	Indicadores	Escala
V.I Geomalla fibra de vidrio	La geomalla es un material flexible que son usadas entre las distintas capas del concreto asfáltico e hidráulico con fines de poder controlar los daños de agrietamiento, flexión, fatiga y deformaciones plásticas del revestimiento del pavimento flexible en vías de bajo y alto tráfico, aeropuertos, autopistas parqueaderos y así como las plataformas (Pavco, 2012).	La geomalla fibra de vidrio, son materiales flexibles excelentes que se emplean en el diseño de los pavimentos asfálticos nuevos y rehabilitaciones, debido a sus propiedades mecánicas, alto grado módulo de elasticidad, alta resistencia a la tensión y baja elongación, que permite controlar las fallas de carpeta de rodadura, incrementando resistencia a la tracción y garantizar una distribución uniforme de los esfuerzos horizontales del concreto asfáltico (Pavco, 2012).	Propiedades físicas y químicas	La geomalla fibra de vidrio se fabrica mediante el proceso de tejido a punto, mediante el uso de filamentos derivados de fibra de vidrio formando estructuras de tejido, estos filamentos están revestidos por polímeros que permite una adherencia buena hacia las capas asfálticas, asimismo tiene alta resistencia a cambios de temperatura por ser de origen mineral (Pavco, 2012).	ASTM D-6637 ASTM D-276	RAZÓN
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la tensión, tendrá un módulo elástico alto, así como una elongación baja en la carpeta asfáltica lo cual esto garantizará bajo una carga de dirección vertical, así como la distribución uniforme las cargas y esfuerzos horizontales en una superficie mayor, ya que incrementará su vida útil de esta por varios años (Pavco, 2012).	ASTM D-6637 CDDRG 01 Ensayo de viga	RAZÓN
V.D Beneficio Técnico económico del pavimento flexible	El beneficio técnico y económico permite establecer la viabilidad en los proyectos o cualquier plan que este dentro de la cuantificación de los costos, incrementando o reduciendo de tal manera que beneficie a la sociedad (Alvaro, 2012).	La importancia del pavimento flexible en un proyecto y la puesta en marcha del análisis técnico sobre el uso de geomallas para mejorar el refuerzo de pavimentos asfálticos en vías de mayor tránsito, esta inclusión de geomalla requiere un procedimiento técnico, económico y ambiental que beneficie a incrementar la vida útil del pavimento y reducir costo por mantenimiento (Alvaro, 2012).	Beneficio técnico	Las geomallas fibras de vidrio son materiales que incrementa la resistencia a tracción en la carpeta asfáltica y el soporte de la carga vertical, este material permite distribuir en forma uniforme en los esfuerzos horizontales en toda el área superficial, que beneficie en reducir las fallas del pavimento, agrietamiento flexivo por esfuerzos a tensión y cambios de temperatura, por otro lado, incrementa la resistencia a fatiga de pavimentos sometidos a la acción de cargas cíclicas (Pavco, 2012)	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la fatiga	RAZÓN
			Beneficio económico	Proporciona beneficio económico de costo reduciendo el mantenimiento periódico de los pavimentos flexibles, instalación rápida, fácil y duradera (Pavco, 2012)	Presupuesto APU Costo por mantenimiento periódico.	RAZÓN
			Beneficio ambiental	La geomalla fibra de vidrio tiene un impacto ambiental positivo, siendo un material reciclable compuesto de origen mineral y arenas de cuarzo, su función entre 300 a 850 °C, lo que permitirá trabajar en grupo con distinto tipo de asfalto (Pavco, 2012).	Reutilización	RAZÓN

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables/indicadores	Metodología										
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general												
¿En qué medida el empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar la influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019	El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en el beneficio técnico económico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	Variable independiente 1: Geomalla fibra de vidrio <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D1 Propiedades físicas y químicas</td> <td>ASTM D-6637 ASTM D-276</td> </tr> <tr> <td>D2 Propiedades mecánicas</td> <td>ASTM D-6637 CDDRG-01 Ensayo de viga</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensión	Indicadores	D1 Propiedades físicas y químicas	ASTM D-6637 ASTM D-276	D2 Propiedades mecánicas	ASTM D-6637 CDDRG-01 Ensayo de viga	Método: Científico Tipo investigación: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño investigación: Experimental Población: Av. Lima Muestra: Cuadra 10, 11 y 12				
Dimensión	Indicadores													
D1 Propiedades físicas y químicas	ASTM D-6637 ASTM D-276													
D2 Propiedades mecánicas	ASTM D-6637 CDDRG-01 Ensayo de viga													
¿En qué medida influye el empleo de la geomalla fibra de vidrio para reducir la flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar la influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en la reducción de la flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019	El empleo de la geomalla fibra de vidrio reduce positivamente las fallas por flexión del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	Variable dependiente 2: Beneficio técnico económico del pavimento flexible <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensión</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D3: Beneficio técnico</td> <td>Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la fatiga</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">D4: Beneficio económico</td> <td>Presupuesto</td> </tr> <tr> <td>APU</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Costo por mantenimiento periódico.</td> </tr> <tr> <td>D5: Beneficio ambiental</td> <td>Reutilización</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensión	Indicadores	D3: Beneficio técnico	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la fatiga	D4: Beneficio económico	Presupuesto		APU		Costo por mantenimiento periódico.	D5: Beneficio ambiental
Dimensión	Indicadores													
D3: Beneficio técnico	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la fatiga													
D4: Beneficio económico	Presupuesto													
	APU													
	Costo por mantenimiento periódico.													
D5: Beneficio ambiental	Reutilización													
¿En qué medida el empleo de geomalla fibra de vidrio influye en el costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Analizar el costo de mantenimiento periódico empleando la geomalla fibra de vidrio del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye en la reducción del costo por mantenimiento periódico del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019												
¿Cuál es grado de influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar el grado de influencia del empleo de la geomalla fibra de vidrio en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.	El empleo de la geomalla fibra de vidrio influye positivamente en el beneficio ambiental del pavimento flexible de la Av. Lima, San Juan de Lurigancho, 2019.												

Formato de aforo vehicular

2	HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1 2S2	2S3	3S1 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3
3	DIAGRA. VEH.																				
4	06:00																				0
5	07:00																				0
6	08:00																				0
7	09:00																				0
8	10:00																				0
9	11:00																				0
10	12:00																				0
11	13:00																				0
12	14:00																				0
13	15:00																				0
14	16:00																				0
15																					0
16																					0
17																					0

Fuente: (MTC, 2013)



Cifras

- Principales Rubros:**
- 2,420 m² de zócalo colocó la Municipalidad en forma directa desde enero hasta marzo del 2012.
 - 21,398.66 m² de reconstrucción "ras" de las vías realizó la Municipalidad en las zonas 3A, 5A y 6B del distrito.
 - 8,498.66 m² de veredas rehabilitó en diversas calles y avenidas del distrito.



Pavimento cuenta con moderna técnica de Geomalla Biaxial.

ESTE AÑO SIGUEN LAS OBRAS...

Pistas nuevas y más resistentes

Continuando con los trabajos de infraestructura vial que inició la actual gestión la Municipalidad de Miraflores dispuso, para el primer trimestre del 2012, la rehabilitación y mejoramiento de 33,504.93 m² de pavimento en diferentes calles y avenidas del distrito.

Se trata de las calles Retiro (cuadra 1), Lord Cochran (cuadras 4 y 5) y Jorge Vandenghen (cuadras 1, 2, 3 y 4) cuyas obras culminaron en febrero pasado y consistieron en la rehabilitación y mejoramiento de veredas (621 m²), bermas (183 m²) y sardineles (129 m).

Para la rehabilitación de los 5,466 m² del pavimento flexible se empleó una nueva técnica colocando una capa tejida en fibra de vidrio denominada Geomalla Biaxial, que resiste alta carga vehicular y retrasa la aparición de grietas, fisuras o huellas de los neumáticos en la superficie.

En el 2011 la Municipalidad fue el primer gobierno local en utilizar la Geomalla Biaxial en construcción en vías locales. Asimismo, el año pasado ejecutó el mantenimiento de 27,755 m² de pistas, la rehabilitación de 3,283 m² de veredas y el mejoramiento de 2,698 m² de sardineles.

Dato

Retiro de Albas
Ante la presencia de exceso de grava así como irregularidades en la Grava Verde, que originan congestión al tránsito vial, la Municipalidad realizó 2 obras a la altura de la playa La Rambla.





FORMATO

Código **AE-FO-16**

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

Versión **01**

Fecha **30-04-2018**

Página **1 de 3**

Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°:	IGC19-LEM-214-01
Propietario	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	31/5/2019
Material	: Subrasante	Turno:	Diurno
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	1.50
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

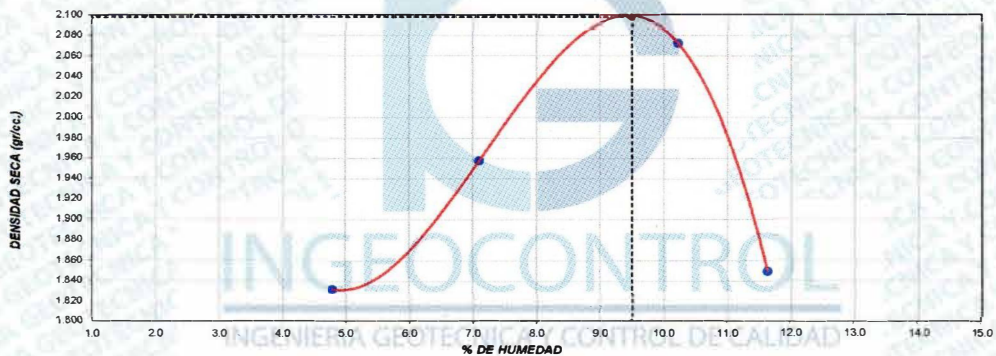
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.920	2.097	2.284	2.065
Contenido de agua	%	4.8	7.1	10.2	11.6
Densidad Seca	gr/cc	1.832	1.958	2.072	1.850

Densidad Máxima Seca:	2.098	gr/cm³.	Contenido Humedad Optima:	9.50	%
------------------------------	--------------	---------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D	OQC - LEM	D
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martin de Porres - Lima

Tel.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299

www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



FORMATO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

Código	AE-FO-15
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 3

Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°:	IGC19-LEM-214-02
Propietario	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por	: Solicitante
Código del Proyecto	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por	: B. Meigar
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	31/5/2019
Material	: Subrasante	Turno:	Diurno
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	1.50
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

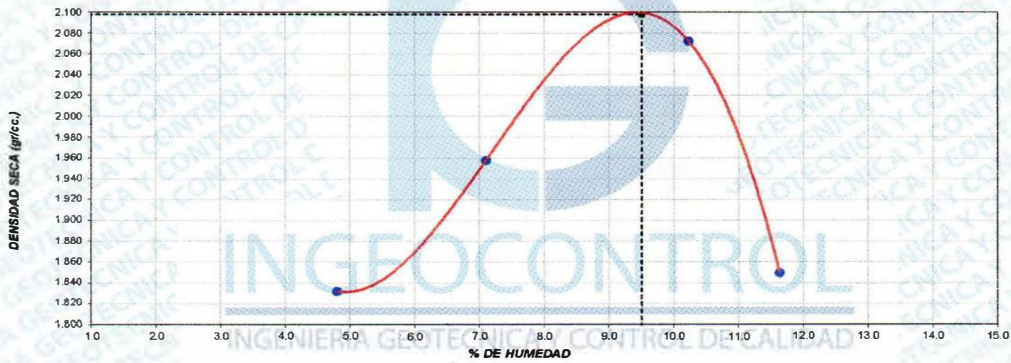
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.920	2.097	2.284	2.065
Contenido de agua	%	4.8	7.1	10.2	11.6
Densidad Seca	gr/cc	1.832	1.958	2.072	1.850

Densidad Máxima Seca: 2.098 gr/cm³ **Contenido Humedad Óptima:** 9.50 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA







OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	OQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO				Código	AE-FO-15							
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR				Versión	01							
					Fecha	30-04-2018							
					Página	2 de 3							
Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho				Registro N°:	IGC19-LEM-214-01							
Propietario	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				Muestreado por :	Solicitante							
Código del Proyecto	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				Ensayado por :	B. Meigar							
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima				Fecha de Ensayo:	4/6/2019							
Material	: Subrasante				Turno:	Diurno							
Identificación	: Subrasante				Profundidad:	1.50 m							
Procedencia	: C-1				Norte:	---							
N° de Muestra	: M-1				Este:	---							
Progresiva	: ---				Cota:	---							
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	19		12		27								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		10								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12,660		11,741		11,874								
Peso molde (gr.)	7,755		7,105		7,619								
Peso suelo compactado (gr.)	4,905		4,636		4,255								
Volumen del molde (cm³)	2,130		2,134		2,123								
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,303		2,172		2,004								
Densidad Seca (gr./cm³)	2,102		1,982		1,831								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	101.9		103.6		52.0								
Tara + suelo húmedo (gr.)	400.7		525.6		321.3								
Tara + suelo seco (gr.)	374.6		486.6		298.0								
Peso de agua (gr.)	26.1		37.0		23.3								
Peso de suelo seco (gr.)	272.7		385.0		246.0								
Humedad (%)	9.6		9.6		9.5								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
31-may	14:00	0	32	0.00	0.00	49	0.00	0.00	66	0.00	0.00		
1-jun	14:00	24	34	0.05	0.04	54	0.13	0.11	79	0.33	0.29		
2-jun	14:00	48	38	0.15	0.13	62	0.33	0.28	86	0.51	0.45		
3-jun	14:00	72	46	0.36	0.31	73	0.61	0.52	98	0.81	0.72		
4-jun	14:00	96	49	0.43	0.37	87	0.97	0.83	120	1.37	1.21		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 19				Molde N° 12				Molde N° 27			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		13	0.6			14	0.7			9	0.4		
0.050		45	2.2			56	2.8			35	1.7		
0.075		84	4.2			114	5.6			71	3.5		
0.100	70.307	130	6.4	8.8	12.5	173	8.6	8.0	11.4	107	5.3	5.0	7.1
0.150		234	11.6			286	13.2			165	8.2		
0.200	105.460	329	16.3	18.6	17.6	342	16.9	16.8	15.9	212	10.5	10.5	10.0
0.300		496	24.6			445	22.0			276	13.7		
0.400		648	32.1			520	25.7			322	15.9		
0.500		777	38.5			596	29.5			370	18.3		
OBSERVACIONES:													
* Muestra provista e identificada por el solicitante													
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL													

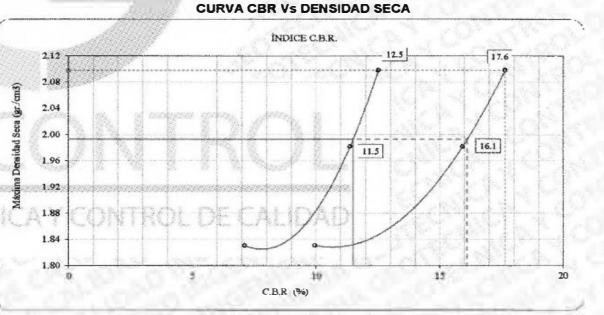
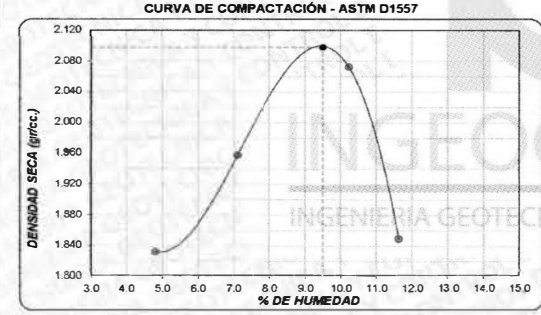
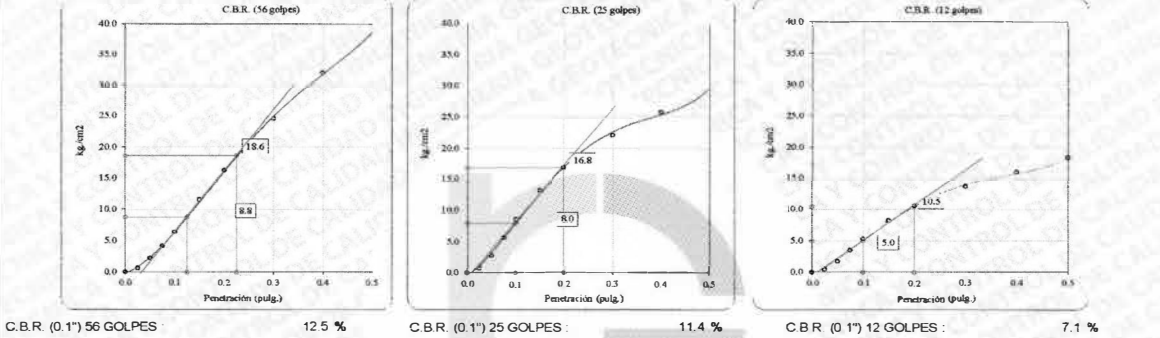
INGEOCONTROL SAC													
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:	CQC - LEM		D:					
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:					
		A:			A:			A:					
			Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S			Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S							

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima



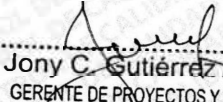
	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3
Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°:	IGC19-LEM-214-01	
Propietario	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por	Solicitante	
Código del Proyecto	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por	B. Melgar	
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	4/6/2019	
Material	: Subrasante	Turno:	Diurno	
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	1.50 m	
Procedencia	: C-1	Norte:	---	
N° de Muestra	: M-1	Este:	---	
Progresiva	: ---	Cota:	---	

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


Datos de muestra
Máxima Densidad Seca _____ 2.098 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad _____ 9.50 %
Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.993 gr./cm³


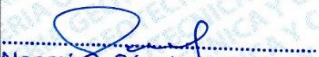



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
* ---

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
		A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.			

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO				Código	AE-FO-15								
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR				Versión	01								
					Fecha	30-04-2018								
					Página	2 de 3								
Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho				Registro N°:	IGC19-LEM-214-02								
Propietario	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				Muestreado por :	Solicitante								
Código del Proyecto	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				Ensayado por :	B. Melgar								
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima				Fecha de Ensayo:	4/6/2019								
Material	: Subrasante				Turno:	Diurno								
Identificación	: Subrasante				Profundidad:	1.50 m								
Procedencia	: C-3				Norte:	---								
N° de Muestra	: M-1				Este:	---								
Progresiva	: ---				Cota:	---								
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883														
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)														
Molde N°	19		12		27									
Número de capas	5		5		5									
Número de golpes	56		25		10									
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO								
Peso suelo + molde (gr.)	12.620		12.554		12.023									
Peso molde (gr.)	7.835		7.911		7.675									
Peso suelo compactado (gr.)	4.785		4.643		4.348									
Volumen del molde (cm ³)	2.130		2.123		2.124									
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.246		2.187		2.047									
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.019		1.963		1.839									
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Peso de tara (gr.)	175.5		83.4		102.0									
Tara + suelo húmedo (gr.)	465.9		542.4		593.2									
Tara + suelo seco (gr.)	436.5		495.4		543.3									
Peso de agua (gr.)	29.4		47.0		49.9									
Peso de suelo seco (gr.)	261.0		412.0		441.3									
Humedad (%)	11.3		11.4		11.3									
EXPANSIÓN														
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %							
31-may	14:00	0	227	0.00	0.00	64	0.00	0.00						
1-jun	14:00	24	229	0.05	0.04	66	0.05	0.04						
2-jun	14:00	48	230	0.08	0.07	68	0.10	0.09						
3-jun	14:00	72	233	0.15	0.13	70	0.15	0.13						
4-jun	14:00	96	234	0.18	0.15	72	0.20	0.17						
PENETRACIÓN														
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 19				Molde N° 12				Molde N° 27				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	
0.025		14	0.7			15	0.7			9	0.4			
0.050		47	2.3			59	2.9			37	1.8			
0.075		88	4.4			120	5.9			75	3.7			
0.100	70.307	137	6.8	9.0	12.8	182	9.0	8.3	11.8	112	5.5	5.3	7.5	
0.150		246	12.2			279	13.8			173	8.6			
0.200	105.460	345	17.1	19.6	18.6	359	17.8	18.0	17.1	223	11.0	11.0	10.4	
0.300		521	25.8			467	23.1			290	14.4			
0.400		680	33.7			548	27.0			338	16.7			
0.500		816	40.4			628	31.0			389	19.3			
OBSERVACIONES:														
* Muestra provista e identificada por el solicitante														
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.														

INGEOCONTROL SAC														
TECNICO LEM			D:	JEFE LEM			D:	CQC - LEM			D:			
Nombre y firma:			M:	Nombre y firma:			M:	Nombre y firma:			M:			
			A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.			A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.			A:			
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com														



FORMATO

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

Código AE-FO-15

Versión 01

Fecha 30-04-2018

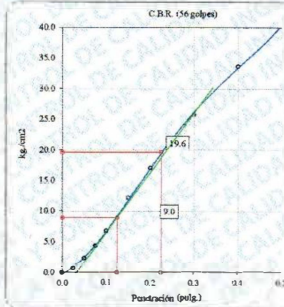
Página 3 de 3

Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°:	IGC19-LEM-214-02
Propietario	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	4/6/2019
Material	: Subrasante	Turno:	Diurno
Identificación	: Subrasante	Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

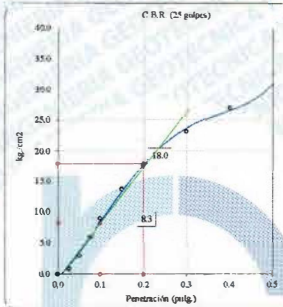
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de muestra

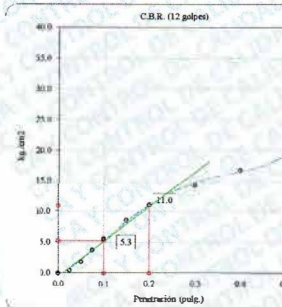
Máxima Densidad Seca : 2.098 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.993 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 9.50 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 12.8 %

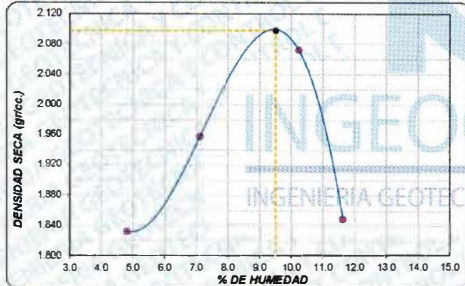


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 11.8 %



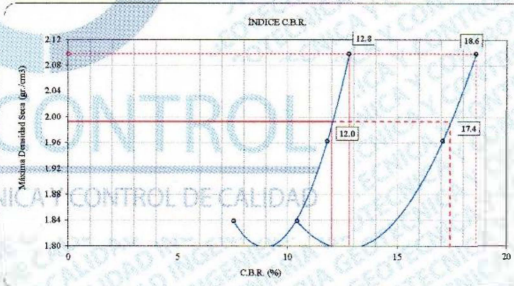
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 7.5 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 12.8 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.0 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 18.6 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 17.4 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGENIOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

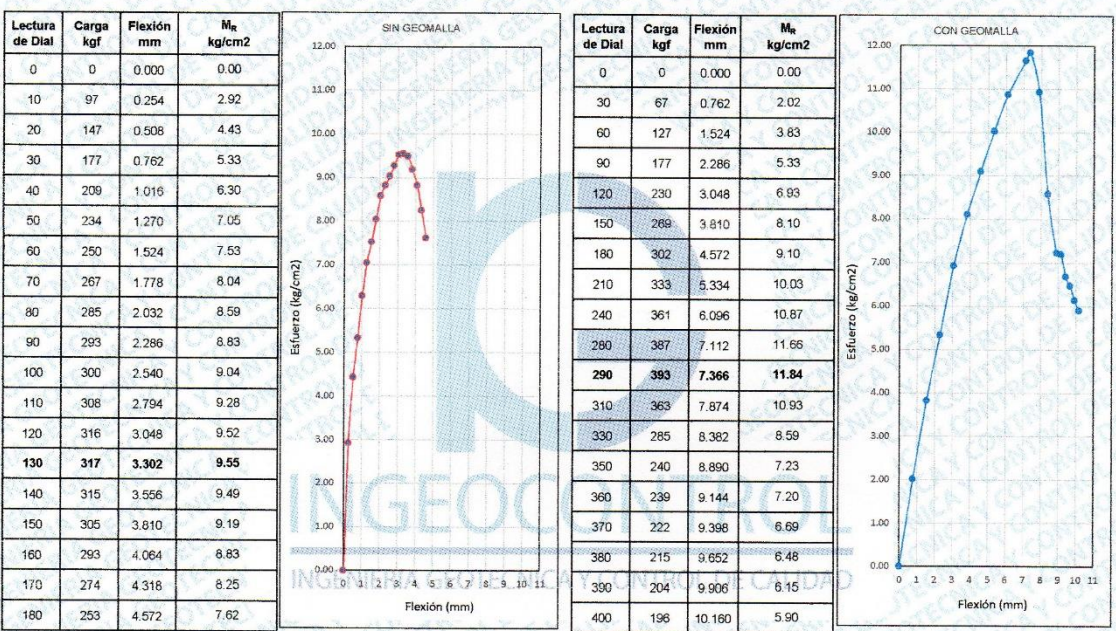
	INFORME	Código	AE-FO-96
	COMPARACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE FLEXIÓN DIRECTA (MR) DE PAVIMENTO ASFÁLTICO REF. ASTM C293-16	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho
 Registro N°: **IGC18-LEM-214-04**
 Solicitante : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
 Elaborado por : Solicitante
 Atención : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
 Ensayado por : J. Gutierrez
 Ubicación de Proyecto : San Juan de Lurigancho, Lima
 Fecha de Ensayo: 18/6/2019

Tipo de muestra : Carpeta asfáltica elaborada
 Procedencia : ---
 N° de Muestra : M-1 y M-2
 Progresiva : ---


MODULO DE ROTURA DE CARPETA ASFÁLTICA ELABORADA SIN GEOMALLA M-1	MODULO DE ROTURA DE CARPETA ASFÁLTICA ELABORADA CON GEOMALLA M-2
---	---

Ancho promedio 10.40 Altura promedio 12.57 Luz Libre 33.00	Ancho promedio 10.41 Altura promedio 12.55 Luz Libre 33.00 NOTA: Geomalla de Fibra de vidrio recticulada de 0.35mm
---	---



M_R Máximo kg/cm² 9.55 Flexión Límite mm 3.30	M_R Máximo kg/cm² 11.84 Flexión Límite mm 7.37
---	--

Ensayado en marco de carga CBR con celda de carga y panel digital

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

Código AE-FO-176

Versión 01

Fecha 30-04-2018

Página 1 de 20

PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho
SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima

REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05

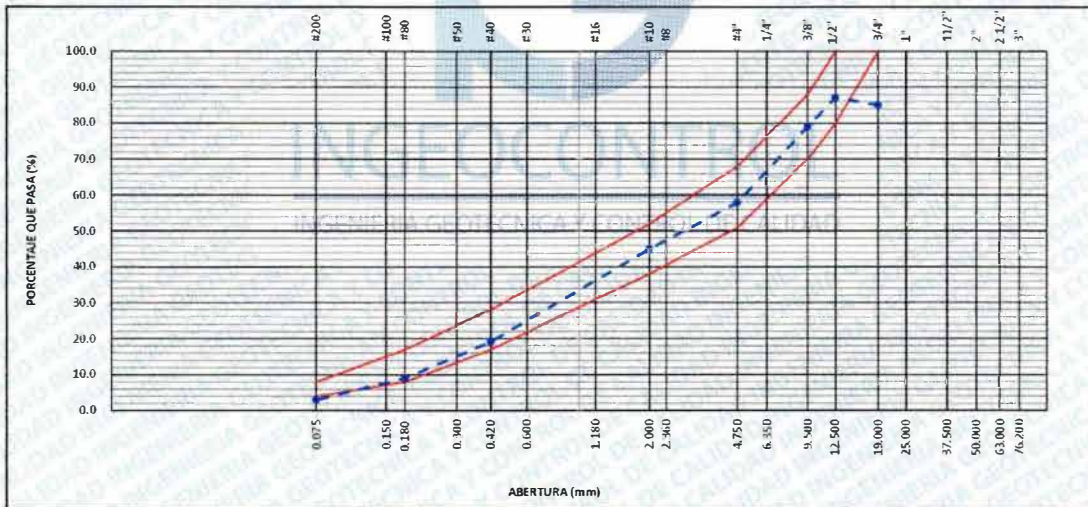
REALIZADO POR : M. Alfaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)





TAMIZ	ABERTURA	Peso	Porcentaje			Formula de trabajo	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasante		MAC-2	
3"	76.200							Peso total 7989.0 g
2 1/2"	63.000							Fración finos : 0.0 g
2"	50.000							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000				85.0	100	100	
1/2"	12.500	1032.2	12.9	12.9	87.1	80	100	
3/8"	9.500	634.5	7.9	20.9	79.1	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	1695.2	21.2	42.1	57.9	51	88	Observaciones :
# 6	2.360							Según especificación técnica MTC EG -2013 (Sección 423)
# 10	2.000	1034.9	13.0	55.0	45.0	38	52	Pavimento de concreto asfáltico en caliente.
# 16	1.180							Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 30	0.800							
# 40	0.420	2066.9	25.9	80.9	19.1	17	28	Arena zarandeada 49.0 %
# 50	0.300		0.0		100.0			Grava triturada 35.0 %
# 100	0.150							Cemento portland 1.0 %
# 200	0.075	487.4	6.1	97.0	3.0	4	8	
>200		237.5	3.0	100.0				


CURVA GRANULOMÉTRICA






INGECONTROL SAC





TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCC - LEM	D:
Nombre y firma	M:	Nombre y firma	M:	Nombre y firma	M:
	A:		A:		A:
		Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - EIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C		Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	


	INFORME				Código	AE-FO-176				
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL				Versión	01				
					Fecha	30-04-2018				
					Página	2 de 20				
PROYECTO	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho				REGISTRO N°:	IGC19-LEM-214-05				
SOLICITANTE	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				REALIZADO POR	: M. Alfaro				
CLIENTE	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				REVISADO POR	: J. Gutiérrez				
UBICACIÓN DE PROYECTO	: San Juan de Lurigancho, Lima				FECHA DE ENSAYO	: 3/5/2019				
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)									
Identificación	: Mezcla de agregados									
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRQUETA N°					1	2	3	PRC MEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.5				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.19				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.36				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.95				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745				
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1190.8	1193.6	1195.2			
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1193.7	1195.5	1198.6			
14	Peso de la briqueta resquejada (gr)				689.7	690.1	689.3			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.0	505.4	509.3			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.363	2.362	2.347	2.357		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.553				
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.5	7.5	8.1	7.7	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.748				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.45				
22	% de Asfalto Efectivo					3.12				
23	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3	
24	V.M.A.				14.7	14.7	15.3	14.9	14	
25	% Vacíos llenos con C.A.				49.2	49.0	47.0	48.4		
26	Flujo 0.01"(0,25 mm)				13.0	13.0	12.0	12.7	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1952	1686	1001			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.00			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2030	1753	1001	1595	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo				6248	5394	3338	4993	1700 - 4000	
INGEOCONTROL SAC										
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:	CQC - LEM		D:		
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:		
		A:	 Noemy C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C		A:	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C		A:		
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com										

 INGEOCONTROL <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	INFORME					Código	AE-FO-176		
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL					Versión	01		
						Fecha	30-04-2018		
						Página	3 de 20		
PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho					REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05				
SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura					REALIZADO POR : M. Alfaro				
CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura					REVISADO POR : J. Gutiérrez				
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima					FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)									
Identificación : Mezcla de agregados									
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Máximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.	CQC - LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí E. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME				Código	AE-FO-176				
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL				Versión	01				
					Fecha	30-04-2018				
					Página	4 de 20				
PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho				REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05						
SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				REALIZADO POR : M. Alfaro						
CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura				REVISADO POR : J. Gutiérrez						
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima				FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)										
Identificación : Mezcla de agregados										
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)										
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.5				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.77				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.79				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.94				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.698				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745				
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1192.9	1190.4	1192.9			
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1194.9	1190.8	1194.6			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.0	694.0	693.7			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				501.0	496.8	500.9			
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.381	2.396	2.382	2.386		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vacios = ((17-16)x100/17) (ASTM D 3203)				4.6	4.0	4.6	4.4	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.725				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.14				
22	% de Asfalto Efectivo					4.42				
23	Relacion Filler/Betun					1.4			0.6 - 1.3	
24	V.M.A.				14.9	14.4	14.9	14.7	14	
25	% Vacios llenos con C.A.				69.2	72.2	69.3	70.2		
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	15.0	14.0	14.3	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1398	1434	1282			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1389	1491	1333	1404	MIN 815	
30	Estabilidad / Flujo				3968	3976	3809	3918	1700 - 4000	
INGEOCONTROL SAC										
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:	COC - LEM		D:		
Nombre y firma		M:	Nombre y firma		M:	Nombre y firma:		M:		
		A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:	 Jony C. Gutiérrez Asanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:		
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com										
									1	

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	5 de 20

PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05
SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.56			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.50			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1192.6	1191.9	1192.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1192.9	1192.1	1193.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				692.3	692.2	693.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.6	499.8	499.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.382	2.385	2.386	2.384	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.474			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.7	3.6	3.5	3.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.722			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.10			
22	% de Asfalto Efectivo					4.97			
23	Relacion Filler/Betun					1.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.3	15.2	15.2	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				75.8	76.2	76.6	76.2	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				16.0	15.0	15.0	15.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1398	1314	1327		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1389	1367	1380	1379	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3473	3645	3680	3599	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



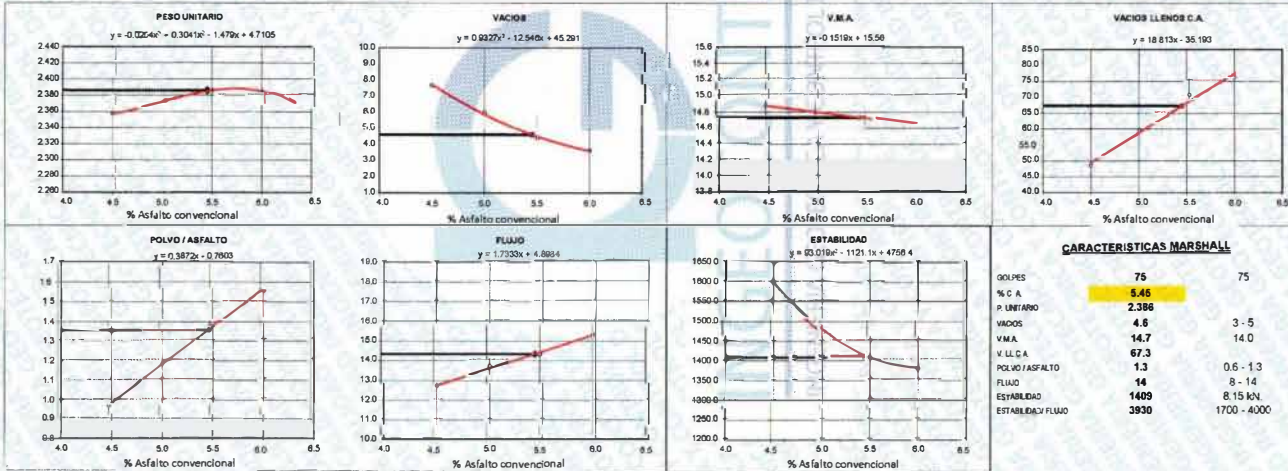
INFORME

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

Código	AE-FO-176
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	6 de 20

PROYECTO	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-214-05
SOLICITANTE	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	REALIZADO POR	: M. Alfaro
CLIENTE	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: San Juan de Lurigancho, Lima	FECHA DE ENSAYO	: 3/5/2019
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	: Mezcla de agregados		
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)		


DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE



INGENIOCONTROL SAC

Nombre y firma		D:	JEFE LEM	D:	COC - LEM	D:
M:		M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:		A:	 Néstor C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

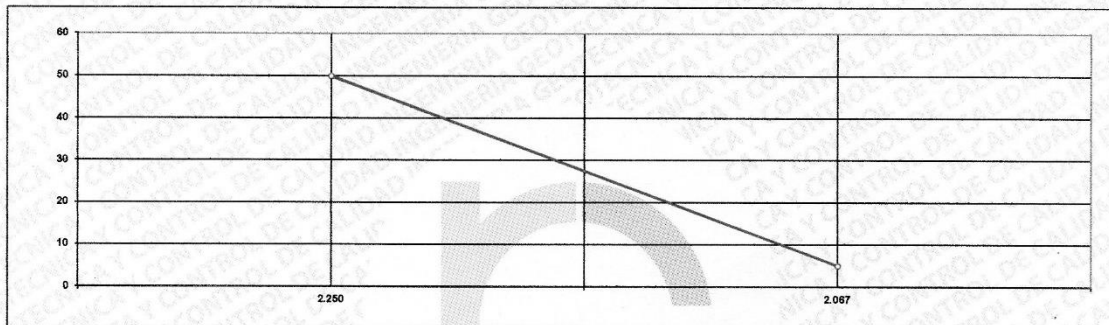
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
www.ingeniocontrol.com / informes@ingeniocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-176
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	7 de 20

PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05
SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura REALIZADO POR : M. Alfaro
CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD


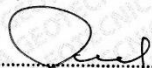








Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1193.0	1185.1	1188.6	1189.9
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1199.9	1190.2	1201.5	1201.6
3.- Peso por Desplazamiento	669.4	663.9	624.5	627.9
4.- Volumen de la Briqueta	530.5	526.3	577.0	573.8
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.249	2.252	2.060	2.074
PROMEDIOS	2.250		2.087	

2.250	2.087
50	5

1
0.183
GER(50) - GER(5)

IC =	5.45
------	------

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME			Código	AE-FO-176	
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL			Versión	01	
				Fecha	30-04-2018	
				Página	8 de 20	
PROYECTO	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho			REGISTRO N°:	IGC19-LEM-214-05	
SOLICITANTE	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura			REALIZADO POR :	M. Alfaro	
CLIENTE	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura			REVISADO POR :	J. Gutiérrez	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: San Juan de Lurigancho, Lima			FECHA DE ENSAYO :	3/5/2019	
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)					
Identificación	: Mezcla de agregados					
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)					
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
		Grupo seco			Grupo húmedo	
N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	10.15	10.17		10.15	10.15	
2	6.69	6.68		6.70	6.70	
3	5.45	5.45		5.45	5.45	
4	1189.0	1187.0		1187.0	1191.0	
5	1190.0	1188.0		1188.0	1192.0	
6	680.0	678.0		678.0	679.0	
7	510.0	510.0		510.0	513.0	
8	2.331	2.327		2.327	2.322	
9	6.6	6.7		6.7	7.0	
10	276	289		221	228	
11	1.00	1.00		1.00	1.00	
12	276	289		221	228	
13	2.6	2.7				
14	80	79				
15		282				
16					225	
17	Resistencia conservada (%)			80		
Observaciones :						
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD						
INGEOCONTROL SAC						
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCC - LEM	D:	
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299						



INFORME

Código AE-FO-176

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL**

Versión 01

Fecha 30-04-2018

Página 9 de 20

PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho
SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima

REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05

REALIZADO POR : M. Alfaro
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	
3- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7720.0	7714.0	7708.0	7705.0	
4- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8915.0	8911.0	8905.0	
5- PESO NETO DE LA MUESTRA	1200.0	1201.0	1203.0	1200.0	
6- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470.0	476.0	482.0	485.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.553	2.523	2.496	2.474	
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.	CQC - LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



INFORME

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL**

Código	AE-FO-176
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	10 de 20

PROYECTO : Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho
 SOLICITANTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
 CLIENTE : Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura
 UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan de Lurigancho, Lima

REGISTRO N°: IGC19-LEM-214-05
 REALIZADO POR : M. Alfaro
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % optimo de asfalto residual : 5.45 %

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	-0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	6.45	6.65	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.381	2.386	2.389	
VACIOS %	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A %	14.8	14.7	14.7	14
V.L.L.C.A %	63.6	67.3	71.1	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1434.5	1409.3	1391.8	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4099.0	3929.8	3788.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

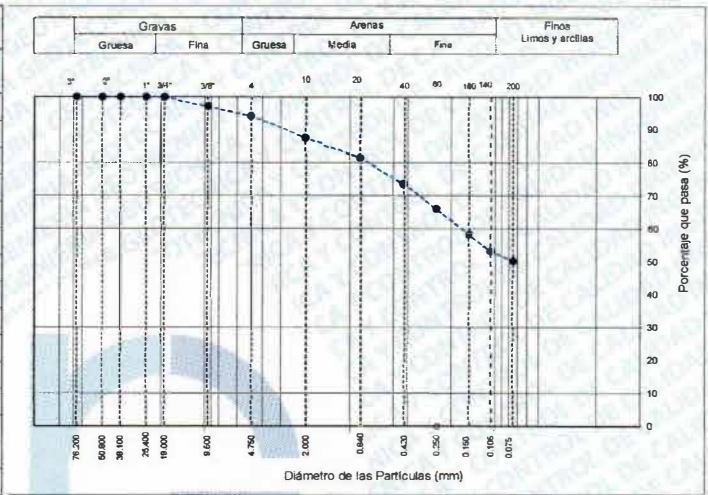
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°: IGC19-LEM-214-03
Solicitante Henry Pizarro Acon / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por Solicitante
Atención Henry Pizarro Acon / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por L. Matos
Ubicación de Proyecto San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo: 20/05/2019
Código de Proyecto Subrasante	Turno: Diurno

Código de Muestra Subrasante	Profundidad: --- m
Sondaje / Calicata : C-1	Norte: ---
N° de Muestra : M-1	Este: ---
Progresiva ---	Cota: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	97.1	
Nº 4	4.750	94.2	
Nº 10	2.000	87.7	
Nº 20	0.840	81.4	
Nº 40	0.425	73.6	
Nº 60	0.250	66.0	
Nº 100	0.150	58.2	
Nº 140	0.106	53.2	
Nº 200	0.075	50.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.6
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de material ajeno al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	22
LÍMITE PLÁSTICO	14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.8
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-1.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	5.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	44.0
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	50.2

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma: 	D: M: A:
COC - LEM Nombre y firma: 	D: M: A:	INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



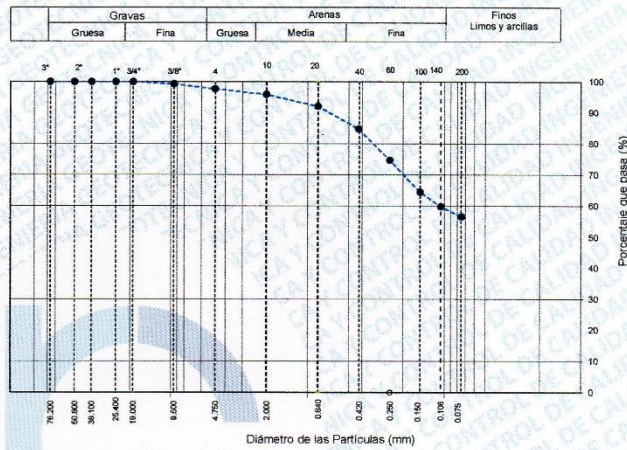
FORMATO

ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Código	AE-FO-01
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

Proyecto	: Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°:	IGC19-LEM-557-05
Solicitante	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Henry Pizarro Acori / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por :	L. Matos
Ubicación de Proyecto	: San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	20/05/2019
Código de Proyecto	: Subrasante	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: Subrasante	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

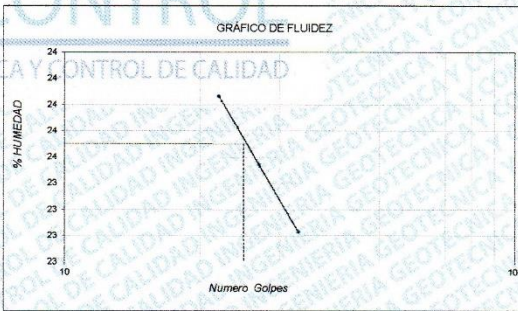
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	96.3	
N° 4	4.750	97.8	
N° 10	2.000	95.9	
N° 20	0.840	92.1	
N° 40	0.425	84.8	
N° 60	0.250	74.7	
N° 100	0.150	64.4	
N° 140	0.106	59.8	
N° 200	0.075	56.6	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad, en condición parcialmente húmedo
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	sin presencia de material ajeno al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	*Secada al horno a 110 +/- 5°C
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITE LÍQUIDO	24
LÍMITE PLÁSTICO	14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.3
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-1.3
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	2.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	41.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	56.6

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
COC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:		D:

	FORMATO		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	Beneficio técnico - económico del pavimento flexible empleando la geomalla de fibra de vidrio, Av. Lima, San Juan de Lurigancho	Registro N°	IGC19-LEM-214-04	
Solicitante	Henry Pizarro Aconi / Miguel Pacheco Ventura	Muestreado por	Solicitante	
Atención	Henry Pizarro Aconi / Miguel Pacheco Ventura	Ensayado por	L. Matos	
Ubicación de Proyecto	San Juan de Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo	20/05/2019	
Código de Proyecto	Subrasante	Turno:	Diuño	
Código de Muestra	Subrasante	Profundidad	--- (m)	
Sondaje / Calicata	C-2	Notas	---	
N° de Muestra	M-1	Este	---	
Progresiva	---	Cota	---	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	97.1	
Nº 4	4.750	91.6	
Nº 10	2.000	86.5	
Nº 20	0.840	82.2	
Nº 40	0.425	76.8	
Nº 60	0.250	68.6	
Nº 100	0.150	58.5	
Nº 140	0.106	53.0	
Nº 200	0.075	51.2	

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.3
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



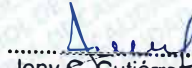
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	23
LÍMITE PLÁSTICO	14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.5
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-1.5
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	8.4
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	40.4
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	51.2

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	
CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de material ajeno al suelo

GRÁFICO DE FLUIDEZ	
% HUMEDAD	Numero Golpes

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.





PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

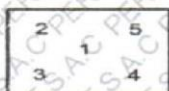
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

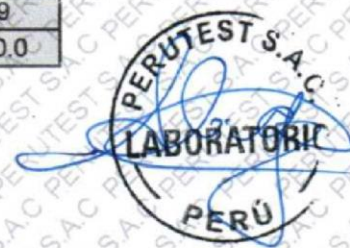
Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 20.0	Error Máximo Permissible			± 30.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C



Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec					
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	0.9	-0.4	-0.3	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.2	0.3	0.3	
5		10	0.5	0.0		10,000	0.3	0.2	0.2	
					Error máximo permisible					± 20.0

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	-0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	SE602F
Número de Serie	B824537017
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA-QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

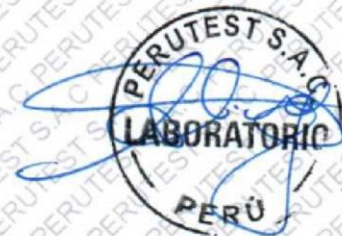
9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.





PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300.00	5	0	600.00	5	0
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7
6	300.00	5	0	600.00	5	0
7	300.00	7	-2	600.00	4	1
8	300.00	5	0	600.00	6	-1
9	300.01	8	7	600.01	8	7
10	300.01	9	6	600.00	6	-1
	Diferencia Máxima		9	Diferencia Máxima		15
	Error Máximo Permissible		100	Error Máximo Permissible		200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	22.0 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0.10	5	0		200.00	5	0	0
2		0.11	8	7		200.00	4	1	-6
3	0.10	0.10	6	-1	200.00	200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
					Error máximo permisible				100

* Valor entre 0 y 10e





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \text{ g}^2 + 0.0000000015 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000018 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 74,57 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 75,39 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 51,55 μm
AVERAGE DIAMETER

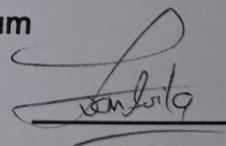
MALLA No. 200
MESH No.

SERIE No. 62281
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 1,69 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 15
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15

BUREAU VERIT
Certification

N° CP/5633 - 2016



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

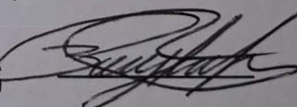
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	150,94 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	155,71 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	100,95 μm
MALLA No. MESH No.	100
SERIE No. SERIAL No.	61772
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 2,54 \mu\text{m}$

FECHA 2018 - 01 - 22
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
N° 09/5033 - 2016



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 247,38 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 254,34 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 150,19 μm
AVERAGE DIAMETER

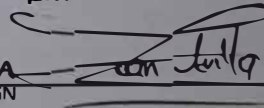
MALLA No. 60
MESH No.

SERIE No. 59958
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 3,90 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2017 - 10 - 04
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



N° CP-5633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 430,93 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 436,84 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 260,31 μm
AVERAGE DIAMETER

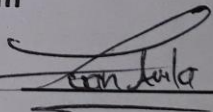
MALLA No. 40
MESH No.

SERIE No. 62021
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 4,57 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 02
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



Nº 07/5633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 853,39 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 852,92 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 512,91 μm
AVERAGE DIAMETER

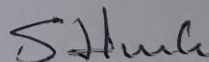
MALLA No. 20
MESH No.

SERIE No. 62193
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 10,84 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 12
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



Nº CP:5633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 2011,78 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2042,80 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 828,96 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 10
MESH No.

SERIE No. 62293
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 17,33 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 16
DATE

FIRMA
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454565
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



N° CP/6633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 4,77 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 4,90 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 1,46 mm
AVERAGE DIAMETER

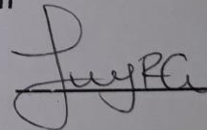
MALLA No. 4
MESH No.

SERIE No. 62646
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 03 - 07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



N° CP/5033 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 12,61 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 12,85 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,66 mm
AVERAGE DIAMETER

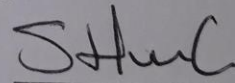
MALLA No. 3/8"
MESH No.

SERIE No. 62027
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 02
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



N° 015633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

**CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 19,07 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 19,20 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,22 mm
AVERAGE DIAMETER

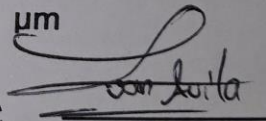
MALLA No. ¾"
MESH No.

SERIE No. 62015
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2018 - 02 - 02
DATE

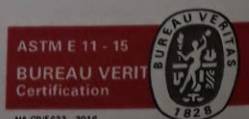
FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

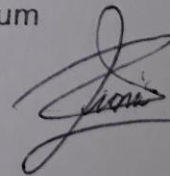
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	24,84	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	25,08	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,50	mm
MALLA No. MESH No	1"	
SERIE No. SERIAL No	61465	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA 2017 - 12 - 26
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification



N° CP/5633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

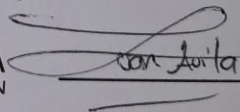
Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	37,88	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	38,11	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,52	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	60393	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm

FECHA 2017 - 10 - 25
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



1^o CP-5633 - 2016

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 49,88 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 49,80 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 4,94 mm
AVERAGE DIAMETER

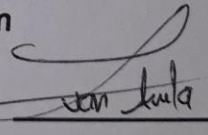
MALLA No. 2"
MESH No.

SERIE No. 62140
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2016 - 02 - 07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)
Alcance de indicación	0 pulg. a 1.00 pulg.
División de Escala / Resolución	0.001 pulg.
Marca	INSIZE
Modelo	2307-1
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	LL-036
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	80%	81%



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL DM/LLA-138-2018	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg)
(mm)	(pulg)		
2.0	0.0787	0.0789	-0.0002
4.0	0.1575	0.1578	-0.0003
5.0	0.1969	0.1971	-0.0002
8.0	0.3150	0.3151	-0.0001
12.0	0.4724	0.4724	0.0000
16.0	0.6299	0.6300	-0.0001
18.0	0.7087	0.7090	-0.0003
20.0	0.7874	0.7878	-0.0004
22.0	0.8661	0.8663	-0.0002
25.0	0.9843	0.9848	-0.0005

Alcance del error de indicación (f_e) : 0.000

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg.)
(mm)	(pulg)		
18.0	0.98425	0.9844	-0.0001
		0.9847	-0.0004
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002

Error de Repetibilidad (f_w) : 0.00 mils

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para ($k=2$)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μm .

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Expediente | 800-2019 |
| 2. Solicitante | INGEOCONTROL S.A.C. |
| 3. Dirección | MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES |
| 4. Equipo | HORNO |
| Alcance Máximo | 300 °C |
| Marca | PERUTEST |
| Modelo | PT-H |
| Número de Serie | 0105 |
| Procedencia | PERÚ |
| Identificación | NO INDICA |
| Ubicación | NO INDICA |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2019-02-13**

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MIZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.2
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	10.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	10.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	10.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



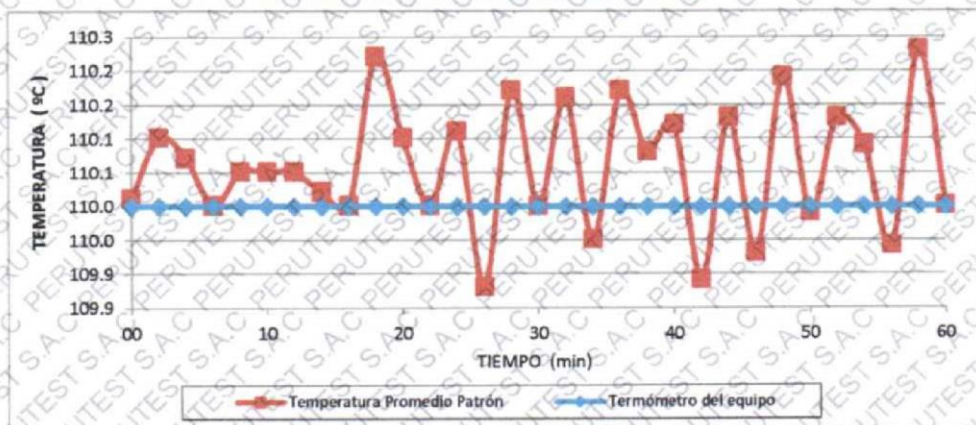


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

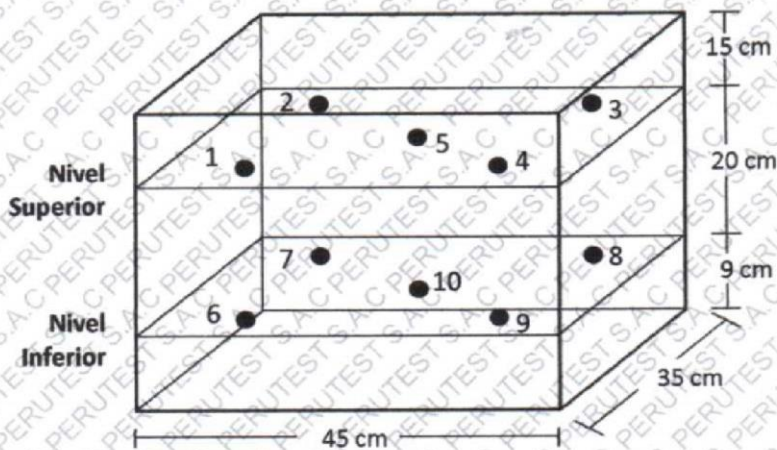
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE, 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo	PRENSA CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	RUMISTON
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-037
Indicación	DIGITAL
Marca	HIWEIGHT
Modelo	315X5
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA -LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA OAP MOD: ZSF-A SERIE: 55P4331 F-10-A F	INF-LE 092 -19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500	501.6	500.6	501.6	501.4
20	1000	1002.2	1001.2	1002.2	1001.9
30	1500	1504.4	1505.4	1505.4	1504.9
40	2000	2008.2	2007.2	2007.2	2007.2
50	2500	2505.5	2504.4	2505.5	2505.5
60	3000	3005.2	3007.2	3006.2	3006.4
70	3500	3505.2	3504.2	3505.2	3504.9
80	4000	4007.6	4008.7	4008.7	4008.2
90	4500	4508.2	4510.3	4510.3	4509.5
100	5000	5010.1	5009.0	5010.1	5009.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud ϵ	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	-0.27	0.20	-0.20	0.02	0.58
1000	-0.19	0.10	-0.10	0.01	0.58
1500	-0.32	0.07	0.07	0.01	0.58
2000	-0.36	0.05	0.05	0.01	0.58
2500	-0.22	0.04	-0.08	0.00	0.58
3000	-0.21	0.07	0.00	0.00	0.58
3500	-0.14	0.03	-0.03	0.00	0.57
4000	-0.20	0.03	0.03	0.00	0.57
4500	-0.21	0.05	0.02	0.00	0.58
5000	-0.20	0.02	-0.02	0.00	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p>
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA	
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)	
Alcance de indicación	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
División de Escala / Resolución	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
Marca	UBERMAN	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	<p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

171

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	mínima	máxima
Temperatura	22.3 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	61 %	68 %



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabada en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

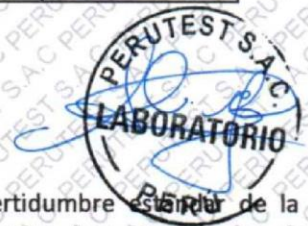
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ENCONTRADO (± μm)	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS (± μm)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)		
10.000	10.000	10.000	10.000	0	20
20.000	20.004	20.003	20.000	4	20
40.000	40.002	40.000	40.000	2	20
80.000	80.002	80.003	80.000	3	20
100.000	100.002	100.000	100.002	2	20
150.000	150.002	150.000	150.000	2	20

INCERTIDUMBRE DE MEDICION : 1.5 μm ; para k=2

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe