



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de Pavimento Rígido Empleando Fibras de Vidrio al Concreto en el  
Grupo 1a, Sector 6, Villa El Salvador, 2019.

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Cabrera Huamani, Nathaly Sthefany (ORCID: 0000-0001-9630-0486)

Vivanco Alfaro, Bladimir (ORCID: 0000-0002-5087-916X)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

A mi madre y mis abuelos quienes me ayudaron a cumplir la meta. Los sabios consejos ayudaron a ser perseverante en este camino. A los docentes por confiar en nosotros como futuros profesionales de bien.

**Nathaly Sthefany**

A mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para que esto sea una realidad, sus valores me impulsaron a continuar en este buen camino del profesionalismo. A nuestro docente por los consejos y enseñarnos cada parámetro que ayudara a tener un mejor resultado en la investigación.

**Bladimir**

## **Agradecimiento**

Mi eterno agradecimiento a Dios por cuidar de mi familia y de mí. Por bendecirnos siempre y ayudarnos a superar cualquier obstáculo en la vida.

De la misma forma agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la facultad de Ingeniería por confiar en nosotros, a nuestros docentes por enseñarnos todo el conocimiento, para ser mejores profesionales.

**Nathaly Sthefany**

Estoy eternamente agradecido a mi Dios que siempre bendice a mi familia, agradecido a la facultad de ingeniería, los docentes que nos inculcaron una formación de calidad para ser mejores profesionales.

**Bladimir**

## Página del Jurado

## Página del Jurado

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

## Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, Bladimir Vivanco Alfaro con DNI N° 48437327 y Cabrera Huamani, Nathaly Estefany con DNI N° 76091165, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de La Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda 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

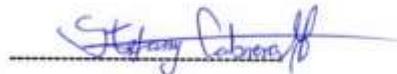
En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad cesar vallejo

Lima, 18 de diciembre del 2019



Bladimir Vivanco Alfaro

DNI: 48437327



Nathaly Estefany Cabrera Huamani

DNI: 76091165

## Índice

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	vi
Índice .....	vii
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I.Introducción .....	1
II.Método .....	15
2.1 Tipo y diseño de la Investigación .....	15
2.2 Variables y operalización de variables .....	16
2.3 Población,muestra y muestreo .....	17
2.3.1 Población .....	17
2.3.2 Muestra .....	17
2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	18
2.4.1 Técnica de recolección de datos .....	18
2.4.2 Instrumento de recolección de datos .....	18
2.5 Procedimiento .....	20
2.6 Método de análisis de datos .....	21
2.7 Aspectos éticos .....	21
III.Resultados.....	22
IV.Discusión .....	51
V.Conclusiones .....	52
VI.Recomendaciones .....	53
REFERENCIAS	
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalizacion .....	16
Tabla N° 2: Instrumentos de Recolección Datos .....	18
Tabla N° 3: Características Generales de las Vías sin Pavimentar .....	22
Tabla N° 4: Verificación y Conteo de Vehículos Diario en la Vía no Pavimentada .....	23
Tabla N° 5: IMD Promedio e IMD Proyectado .....	24
Tabla N° 6: Resultado Calicata 1 - California .....	25
Tabla N° 7: Resultado de Contenido de Humedad .....	25
Tabla N° 8: Resultado de Límites de Consistencia .....	26
Tabla N° 9: Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D422s .....	27
Tabla N° 10: Resultado de Clasificación según SUCS (ASTM D2487 -05) .....	28
Tabla N° 11: Método C - Pesos Específicos para Compactación .....	28
Tabla N° 12: Pesos Específicos para Contenido de Humedad .....	29
Tabla N° 13: Laboratorio de Mecánica de Suelos .....	30
Tabla N° 14: Compactación por Capa .....	30
Tabla N° 15: Estudio de Humedad .....	31
Tabla N° 16: Calicata 1 de Ensayos Proctor Modificado y CBR .....	31
Tabla N° 17: Calicata 2 de Ensayos Proctor Modificado y CBR .....	32
Tabla N° 18: Ensayos Proctor Modificado y CBR .....	33
Tabla N° 19: Resultados de Módulo de Rotura Con Concreto 210 Kg/Cm2 .....	35
Tabla N° 20: Resultados a los 7 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm2 .....	38
Tabla N° 21: Resultados a los 14 días con Dosificación de Concreto 210 kg /cm2... ..	40
Tabla N° 22: Resultados a los 28 días con Dosificación de Concreto 210 /cm2 .....	42
Tabla N° 23: Espesor de Losa Según el Diseño ASSTHO 93 .....	49

## Índice de figuras

Figura1: Dimensiones de Cilindros para Probetas de Concreto .....	7
Figura2: Ensayos de Flexión en Vigas .....	7
Figura3: Ensayo de Flexión en Vigas con Apoyo Central .....	8
Figura4: Fibratec Vidrio AR V-12AM .....	10
Figura5: Datos Técnicos de la Fibra de Vidrio AR .....	11
Figura6: Resultado Calicata 3 .....	32
Figura7: Resultado Calicata 2.....	33
Figura8: Resultado Calicata 3 .....	34
Figura9: Ensayo de Flexión a los 28 Días .....	36
Figura10: Ensayo de Flexión a los 28 Días .....	39
Figura11: Ensayo de Compresión los 14 Días .....	41
Figura12: Ensayo de Compresión - 28 Días .....	43
Figura13: Resultados del Ensayo a Compresión los 7, 14, 28 Días .....	44
Figura14: Monograma AASHTO 93 con el Software Convirtiendo los Daos a Psi	43
Figura15: Software Ecuación AASHTO 93 .....	48
Figura16: Dimensiones del Pavimento .....	49
Figura17: Levantamiento Topográfico .....	57
Figura18: Trazo y Replanteo .....	58
Figura19: Trazo de las 3 Calicatas .....	59
Figura 20: Excavación a 1.5m .....	59
Figura21: Limite Líquido y Plástico .....	60
Figura22: Granulometría Astm C. 117 – 95 .....	60

## Resumen

En el presente trabajo de investigación se muestra los resultados adquiridos durante el desarrollo del proyecto de investigación: “Diseño de un pavimento rígido empleando fibras de vidrio al concreto en el Grupo 1A, Sector 6 – Villa el salvador 2019”, se desarrolló en la Facultad de Ingeniería de la E.A.P de Ingeniería Civil, teniendo como objetivo primordial diseñar un pavimento rígido agregando la fibra de vidrio FIBRATEC VIDRIO AR V – 12 AM en un porcentaje de 10% y 12.75 % en el Grupo 1A, Sector 6 – Villa el Salvador. Se propone como alternativa solución para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto en el diseño de pavimento rígido, aumentar la ductilidad y resistencia a las cargas vehiculares en la carpeta de rodadura, para mantener el flujo del tránsito en un buen estado. Permitiendo alargar la vida útil del pavimento, debido que el empleo de la fibra permite mejorar la resistencia de la carpeta de rodadura e innovar al diseño del pavimento tradicional.

La zona de estudio actualmente no se encuentra pavimentada, el terreno natural permite realizar los estudios básicos (suelos y topográficos), conteo vehicular, con mayor facilidad e identificar la problemática, para así lograr aportar un diseño de pavimento utilizando la metodología AASHTO – 93 empleando la fibra de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Así mismo mejorar la calidad de vida de los pobladores, permitiendo que el transito sea con mayor normalidad y prolongar la vida útil del pavimento.

La mejora de la infraestructura vial empleando fibras de vidrio permite servir como base para futuras investigaciones que estén relacionadas con este nuevo agregado, considerando que los factores climáticos influyen en la zona de estudio y las características del material.

**Palabras Clave:** pavimento rígido, fibras de vidrio, método AASHTO -93.

## Abstract

This research work shows the results acquired during the development of the research project: "Design of a rigid pavement using glass fibers to concrete in Group 1A, Sector 6 - Villa el Salvador, 2019", is located in the Faculty of Engineering of the Civil Engineering EAP, whose main objective is to design a rigid pavement by adding the fiberglass FIBRATEC GLASS AR V - 12 AM in a percentage of 10% and 12.75% in Group 1A, Sector 6 - Villa el Salvador. As an alternative solution is proposed to improve the mechanical and physical properties of concrete in the design of rigid pavement, increase ductility and resistance to vehicle loads in the tread, to keep the traffic flow in a good condition. Allowing extending the useful life of the pavement, due to the use of the fiber it allows improving the resistance of the tread and innovating to the design of the traditional pavement.

The study area is currently not paved, the natural terrain allows basic studies (soil and topographic), vehicle counting, more easily and identify the problem, in order to provide a pavement design using the AASHTO - 93 methodology using fiberglass to improve the mechanical properties of concrete. It would also improve the quality of life of the inhabitants; we could improve maritime traffic more normally and prolong the life of the pavement.

The improvement of the road infrastructure using glass fibers allows to serve as a basis for future research that is related to this new aggregate, which affects the climatic factors that influence the study area and the characteristics of the material.

**Keywords:** rigid pavement, glass fibers, AASHTO -93 method.

## **I.Introducción**

### Realidad problemática

En la actualidad en Perú la infraestructura vial hemos avanzado a grandes niveles de investigación y aplicación con nuevas tecnologías para la mejora de pavimentos que permitan el acceso a la población al transporte urbano, y creen desarrollo sostenible al país, es decir que la utilización de un nuevo material nos ayudan a mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento es una buena alternativa de solución, frente al pavimento convencional, para así poder alargar la vida útil del pavimento y dar mejor servicio a la población.

Por ello en las fibras de vidrio inicialmente hemos tenido una alternativa para reemplazar al acero en 1940 en el país de Rusia, conocida con sus siglas en ingles GRC (Glass Reinforced Concrete), debido a que se pretendía reducir el espesor de las piezas de hormigón y emplearlas en aferramientos de fachadas. Surgió en Rusia propiamente dicho para sustituir la industria rusa.

Además el pavimento rígido trabaja a flexión ya que tiende a transmitir las cargas de los ejes de un vehículo automotor a un área más amplia en la capa inferior, por otro lado es usado en las construcciones viales, debido a esto la construcción del pavimento rígido es una buena opción, a esto le sumamos las fibras de vidrio que ayudan a aumentar la resistencia a la flexión, mejorando así las propiedades mecánicas del concreto que principalmente prolongara la vida útil de nuestro pavimento y ayudara a reducir los esfuerzos generados por la transmisión de cargas de vehículos pesados que transiten por la zona.

Por otra parte las fallas en los pavimentos rígidos tradicionales son muy entre ellas tenemos las fisuras longitudinales y transversales que aparecen en el trayecto de la vía causadas por varios factores, como la erosión, fatiga, o asentamientos diferenciales. Es decir que en la carpeta de rodadura está compuesta por concreto. El concreto es resistente a la compresión pero muy ineficiente a la tracción o flexión. Debido a esto las fibras de vidrio se emplearan como refuerzo para la flexión y así poder mejorar las propiedades mecánicas del concreto evitando así que en un futuro sean sometidas a esfuerzos mayores y causen fallas más críticas como el escalonamiento.

En el Grupo 1A Sector 6 de Villa el Salvado hemos identificamos la carencia de una vía pavimentada rural para la circulación de vehículos. Ya que ha generado una necesidad en la población, que debido al constante desarrollo socioeconómico se ha ido incrementando el tránsito vehicular por el crecimiento de los vehículos automotores. Los problemas en el tránsito de vehículos son perjudiciales, tanto para conductores como para los pobladores de la zona.

Uno de los principales problemas es la contaminación ambiental, debido a que levantamiento del polvo que ocasionan los vehículos al transitar por la zona. El polvo es un material muy fino que se encuentra en suspensión en condiciones de viento y es un peligro para la salud de los habitantes como también una molestia para personas que trabajan. Otro problema en el Grupo 1A, Sector 6 de Villa el Salvador que podemos identificar, es cuando en el trayecto de la zona muchos lotes invaden la vía y acortan la calle, por lo que como consecuencia ocasiona trafico cuando circulan los vehículos, además los pobladores de la zona que cuentan con vehículos han utilizado de estacionamiento dicha calle, acortando el ancho de la vía y generando una incomodidad para otros usuarios que transitan por el lugar.

La finalidad de la investigación es diseñar un pavimento rígido empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A Sector 6 – Villa el salvador, esta propuesta ayudara a disminuir los gastos en mantenimiento de vías como también prolongara la vida útil de la carpeta de rodadura.

Trabajos previos

Antecedentes internacionales

Las fibras de vidrio se han desarrollados a partir del año 1500 a 1200 antes de a .C. Donde los egipcios evolucionan algunos métodos para reforzar, además es económica y menos quebradiza.

Cortez y Hernández. (2016). Indico que en estados Unidos se emplean las fibras de vidrio en distintas construcciones de concreto mediante ensayos y trabajos ya realizados se ha demostrado ser un gran método que controla las grietas que son originadas por el secado rápido del concreto.

Por esto la investigación hace un buen aporte en las construcciones del concreto ya que se están empleando las fibras de vidrio donde gracias a este método se puede controlar las fisuras o grietas que se originan en un pavimento.

Rivera (2010). Explico que en el Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales, llego a la conclusión: Se ensayaron cilindros de concreto después de siete días de edad donde observamos todas las muestras con fibras y sin fibras, como alcanzan sus resistencias diseñadas en este caso la resistencia diseñada es de  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ .

Arango y Zapata (2013). Describió su proyecto Influencia de la fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto. Durante el desarrollo del proyecto se logró finalizar que la fibra de vidrio aporta de manera positiva a las mezclas de concreto ya que se realizaron ensayos de resistencia a la compresión con porcentajes de fibra de vidrio de 0.25% y 0.75% del peso total de la muestra dada.

Majundar (1967). Dijo que la investigación de las fibras de vidrio con circonio se logra demostrar la gran resistencia que tienen estas fibras al ser alteradas con alcalino concluyendo que las fibras de vidrio nos sirven de gran refuerzo en los cementos portland de esta manera fue solicitada y recomendada por (NRDC).

Shakor (1876). Explico que los ensayos presentan un volumen 1,5 % de fibras resultaron una gran resistencia a la compresión alta, por ello el peso de fibra de vidrio en el hormigón da un efecto a la cohesión al cemento además de flexión resistencia y compresión a la estructura.

Huamán (2015). Indico que el Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio que el concreto en estado sólido (seco) empleando fibras de vidrio no tiene una influencia considerable en la elevación de resistencia a la compresión, por el contrario, el aumento de la proporción de fibra de vidrio en la mezcla incide directamente en la resistencia a la tracción y flexión. Cumpliendo que mientras mayor sea el porcentaje de fibra de vidrio empleado, la resistencia a tracción y flexión puede llegar hasta el 30.74% y 36.20% de aumento respectivamente.

#### Antecedentes nacionales

Morales (2015). Nos dice que en el Perú muy pocos han aplicado la fibra, esto se debe a la poca expansión de todas las técnicas que son utilizados, esto representa una gran importancia en lo económico por ello este método se procura utilizar en pavimentos rígidos

Lubell y Tassew (2018). Indico que todos los ensayos que se a realizado con fibras de vidrio donde se estudiaron las matrices del hormigón, en esta se examinaron las fracciones de los porcentajes de la fibra de vidrio, donde la resistencia a la compresión y elasticidad fue poco en cambio a la resistencia a la flexión y al corte fue mejor .(p. 3).

Ates (2016). Para aumentar todas las propiedades mecánicas y estructurales de los suelos blandos se busca reforzar el cemento portland con fibras de vidrio, así de esta manera se disminuyó el desplazamiento al fallar, por ello el uso de fibra de vidrio es eficiente para la estabilización de suelos.

#### Pavimento rígido

Jugo (2014). Describió que los pavimentos rígidos trabajan en forma diferente que los asfálticos; la alta rigidez del concreto de cemento portland, hace que sea una losa la que prácticamente absorba los esfuerzos de las cargas y muy poco s trasmite a la subrasante. Por esta razón además de aspectos constructivos y de costos, estos pueden o no tener una base, bien granular o estabilizada. (p. 38)

## Diseño de pavimento

Según los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2017) se puede diseñar con cualquier método estructural afirmado teóricamente y experiencia a largo plazo, como Método AASHTO -93, Método PCA o Instituto del Asfalto, que empleamos en Perú, siempre y cuando se use la última versión vigente y que al PR se le aplique la realidad nacional. (p.24)

### Tipos de pavimento de rígidos:

Altamirano (2017) indico que el Concreto Hidráulico Simple no presenta armadura en su estructura y las juntas son pequeñas (cada 2.50 m a 4.50 m). Las juntas. Pueden presentar dovelas en las juntas como también no pueden tener conectores de transferencia de carga. (p.9)

Por lo cual el Concreto Hidráulico Reforzado presenta una armadura en la estructura que se presenta distribuida en la losa para disminuir y controlar las fisuras de contracción. Muestran juntas con mayor espaciamiento (cada 6.10 m a 36.60 m). (p. 9)

Pro tato el Concreto Hidráulico Reforzado Continuo presenta una longitudinal continua y no tienen juntas transversales. El propósito de las juntas trasversales es mantener un espacio adecuado para que las fisuras se mantengan cerradas. (p. 9)

### Juntas de Concreto

Según Suprenant (1995).Indico que las juntas son grietas de planificación previa y pueden ser elaboradas mediante molde, aserratos y herramientas para colocación de juntas. Sirven principalmente para que cuando el concreto se contraiga o expanda debido a los cambios de la humedad esta no pueda agrietarse debido a esto. (p.28)

### Calidad de Concreto

Según aceros Arequipa para Obtener un concreto de vuela calidad, es necesario contar con buenos materiales, que a la vez están combinados en las cantidades correctas; es obligatorio tener en cuenta como se realiza el mesclado, el transporte, el vaciado, la compactación y el curado. Los procesos influirán directamente en la calidad de este importante material. Si uno o varios procesos se realizan de manera deficiente, resultara un concreto de mala calidad, aun usando las cantidades exactas de cemento, arena, piedra y agua. (p.65).

## Curado

Según Naranjo (1997). Explico que el curado es un proceso busca mantener en el concreto una temperatura y un contenido de humedad adecuados durante los primeros días después del vaciado, para que puedan desarrollarse en las propiedades deseadas. (p.310).

## Concreto

Medina (2014). Dijo que el concreto está constituido por agregados finos y gruesos, constituido principalmente por cemento, que resiste de forma óptima a la compresión, pero débil a la tracción, se utiliza en edificaciones para formar una estructura que es otra a tracción. (p. 1)

## Agua

Según Altamirano (2007). Describió que el agua que se utilice para el proceso de elaboración del concreto, debe ser potable y estar libre de grasas, materias orgánicas, aceites y cualquier otro elemento que sea perjudicial. Apta para el consumo humano y contener estas especificaciones técnicas como los considera CEMEX. (p. 10)

## Levantamiento Topográfico

Casanova (2010). Indico que el fin de realizar un levantamiento topográfico es definir la configuración del terreno, todos lo que el hombre a construido con elementos naturales (p. 7).

## Resistencia a la compresión del concreto

Kosmatka (2004). Explico que la resistencia a la compresión del concreto es la medida máxima en resistencias ya que es común y es la s utilizada por os ingenieros para poder diseñar estructuras. (p.8).

**Figura 1**

***Dimensiones de Cilindros para Probetas de Concreto***

Tipo de espécimen	Dimensiones (cm)	Variación normal	Valor medio aceptable
Cilindro	15 x 30	-	1,00
	10 x 20	0,94 – 1,00	0,97
	25 x 50	1,00 – 1,10	1,05
Cubo	10	0,70 – 0,90	0,80
	15	0,70 – 0,90	0,80
	20	0,75 – 0,90	0,83
	30	0,80 – 1,00	0,90

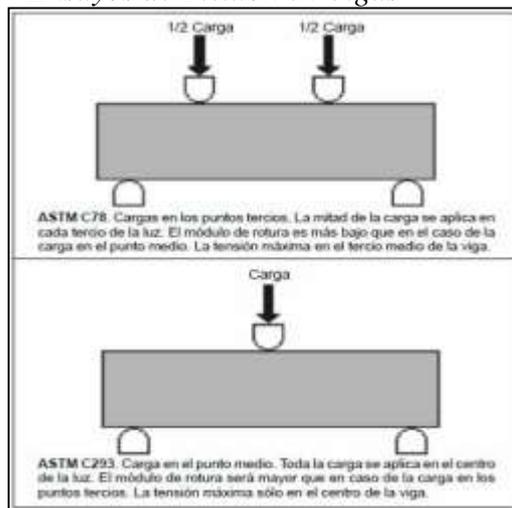
Fuente: Tesis de Kosmatka ,2004

Resistencia a la Flexión del concreto

Portilla (2014).Explico que la resistencia a flexión proviene de la resistencia a la tracción del concreto, esta resistencia se da desde la falla por momento de una losa de concreto que no está reforzada”

**Figura 2**

***Ensayos de Flexión en Vigas***



Fuente: Norma ATM C78 y ASTM C293

Figura 3

*Ensayo de Flexión en Vigas con Apoyo Central*



Fuente: Según la norma ASTM C293

### Calicata

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones menciona que se emplean para facilitar el reconocimiento de los suelos geotécnicos, es la inspección sumamente directa para poder estudiar los suelos además es el método más confiable y completo, y la sesión que se recomienda es de 0.80 m po 1.00 m así poder tener unas paredes adecuadas.(p.31)

### Granulometría

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones menciona afirma que la granulometría es la representación de estudios de los agregados, su fin es determinar toda la distribución del tamaño de los elementos que conforman la muestra. (p36).

## Ensayo de CBR

Botia (2015). Indico que el CBR es un procedimiento donde se realizan pruebas en el laboratorio, aquí se puede medir la resistencia al corte de un suelo mediante condiciones de densidad de concreto. (p.133).

## Diseño de mezcla

Osorio (2013). Describió que las propiedades del concreto son lo más primordial, el objetivo de este el lograr la resistencia a compresión, por ello se debe diseñar exactamente para las propiedades que el concreto debe requerir cuando una estructura ya está en función. (p. 27).

## Ensayo de Proctor modificado

Botia (2015).Explico que la evolución de la compactación del suelo hace que mejore sus propiedades como la reducción de deformabilidad, aumento de resistencia al corte y también en su peso específico. Los métodos que se están utilizando varían de acuerdo a las características de los suelos. . (p.145).

## Módulo de resiliencia

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones confirmo que el módulo de resiliencia se puede utilizar sin alguna conversión en pavimentos flexibles pero para pavimentos rígidos si es recomendable realizar una conversión a módulo de reacción de la subrasante. (p.40).

## Concreto de Fibra

El concreto de fibra está compuesta por cemento hidráulico y agregados finos y gruesos además de fibras discontinuas esto lleva a que la estructura tenga más resistencia así no se provoque un fisuramiento.

Loewenstein, K.L (1973).Indico The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers. Menciona, la fibra de vidrio está compuesto químicamente de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), en filamentos poliméricos extremadamente finos. (p 2-94).

#### **Figura 4**

##### *Fibratec Vidrio AR V-12AM*



Fuente: Tesis Loewenstein, K.L, 1973

#### Fibratec vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), son hebras de fibra, formadas por un determinado número de filamentos perfectamente calculados, contiene zirconio es utilizada para sustituir a os mallas de acero.

#### Propiedades mecánicas de Fibratec vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), las propiedades mecánicas son : la resistencia a la flexo tracción, resistencia a la tensión, resistencia a la elongación, y ayuda a la mayor hidratación del concreto, también mejora la resistencia a la abrasión.

#### Propiedades químicas de Fibratec vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), las propiedades químicas de la fibra de vidrio AR

- ✓ Resistencia a rotura por tracción: 1620 N/mm<sup>2</sup>,
- ✓ Resistencia al álcali: muy alta, SiO<sub>2</sub>: >58,7 ZrO<sub>2</sub> : 17,1.
- ✓ Límite de carga de rotura: 0,4N/TEX,
- ✓ Resistencia al acido: muy alta, CaO : 6,1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : <0.3.
- ✓ Límite elástico: 74.000 MPa, Punto de fusión: > 1500 °C, Na<sub>2</sub>O: 13,7 K<sub>2</sub>O: 1,67.
- ✓ Contenido de Zirconio: 17,1 %, Conductividad eléctrica: baja

### Características de la Fibra de vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), las características físicas de la fibra de vidrio AR son filamentos de 13 mm de largo y de un diámetro de 0.015 con un peso específico de 2.68 g/cm<sup>3</sup>, resistente a la tracción de 1620 N/mm<sup>2</sup>, resistente a la rotura de estiramiento de 2 %, con un total de 200 000 000 de filamentos por Kg.

#### Figura 5

##### *Datos Técnicos de la Fibra de Vidrio AR*

CARACTERÍSTICAS					
	UNIDAD	POLIPROPILENO	ACERO	FIBRATEC	HORMIGÓN
NÚMERO DE FIBRAS	por kg	200.000.000	3.200	200.000.000	-
RESISTENCIA A TRACCIÓN	N/mm <sup>2</sup>	80 - 300	1200	1620	4
ROTURA DE ESTIRAMIENTO	%	80	1,5	2	-
PESO ESPECÍFICO	g/cm <sup>3</sup>	0,9	9	2,68	-
RESISTENCIA YOUNG'S MODULUS	N/mm <sup>2</sup>	4500	20.000	80.000	3000
LARGO	mm	6-12	50	13	-
DIÁMETRO	mm	0,03	1	0,015	-

Fuente: Tesis Fibratec, 2019

## Formulación del Problema

### Problema General

¿De qué manera el diseño del pavimento rígido empleando fibras de vidrio ayuda a mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, ¿Villa el Salvador?

### Problemas Específicos

¿Cómo diseñar el pavimento rígido por el método AASHTO – 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador?

¿Cómo determinar las propiedades mecánicas del concreto en nuestro diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador?

¿Cómo determinar el comportamiento de la carpeta de rodadura empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador?

### Justificación de Estudios

El actual Proyecto de tesis se justifica a distintos aspectos. Justificación teórica, justificación metodológica, justificación tecnológica, justificación económica.

### Justificación Teórica

El proyecto de investigación que estamos elaborando tiene como objetivo conocer amplias teorías ya planteada para después sugerir nuevas teorías que nos ayuden a solucionar la problemática de la Ca A, Grupo 1A sector 6, Villa el Salvador, teniendo como base nuevos fundamentos podremos mejorar el pavimento rígido para poder alargar la vida útil de los pavimentos rígidos. Tal como lo expresa Cepeda (2015) “la indagación es el estudio abismal de una materia con la conclusión de ampliar el conocimiento, para resolver problemas”. (p.15)

Cabe resaltar que el presente proyecto será útil como antecedentes para las siguientes investigaciones.

### Justificación Metodológica

La metodología a este proyecto de investigación es aplicar un instrumento existente a la realidad problemática en la Ca A sector 6 Grupo 1A Villa el Salvador. Asimismo, esta

investigación proporcionara tener una base de datos de este problema para luego facilitar soluciones a las futuras construcciones empleando fibras de vidrio en los pavimentos rígidos. Los pavimentos rígidos que están contruidos en la Ca A sector 6 Grupo 1A, Villa el Salvador tiene fallas como fisuras longitudinales y transversales. Este trabajo nos ayudara a solucionar este problema mediante ensayos, ya que este problema padece los vehículos y vecinos de la zona, tal como lo expresa Bernal (2010), “la justificación metodológica al realizarse propone un nuevo método para originar un buen conocimiento”. (p.107).

#### Justificación Tecnológica

Durante el proceso de proyecto, se utilizarán técnicas cuantificables y esenciales con tecnología precisa a nuestros objetivos, evaluando y aplicando el conjunto proceso científicos considerando los recursos humanos y técnicos, para así tener buenos resultados.

#### Justificación Económica

El objetivo de este trabajo de investigación es prevenir reducir y conocer la problemática. Para que así más adelante en los siguientes proyectos tengan vida larga útil y no se esté gastando dinero en reparaciones y mantenimiento a corto tiempo, lo más principal es que las inversiones sean en una fase inicial y no cuando el pavimento rígido este deteriorado, para así otorgarles pavimentos rígido eficientes, seguros y modernos

#### Hipótesis

##### Hipótesis general

El diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio mejora las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

##### Hipótesis Específicas

El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio mejora el comportamiento mecánico del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador

La incorporación de fibra de vidrio al concreto mejora la resistencia a la flexión del concreto reforzado con 10% y 12.75% de fibra de vidrio en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador”

El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del concreto en el grupo 1A, sector 6 – Villa el Salvador”

#### ‘Objetivos

##### Objetivo General

Diseñar un pavimento rígido empleando la fibra de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

##### Objetivo Específicos

Diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio por el método AASHTO – 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

Someter a ensayos de resistencia a la compresión para determinar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

Someter a ensayo de resistencia a la flexión en vigas para determinar el comportamiento de la carpeta de rodadura con fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

## **II.Método**

### Tipo y Diseño de Investigación

#### Diseño

La metodología de diseño de investigación, es experimental – cuasi experimental porque se utiliza los equipos de laboratorio y manipulamos las variables para realizar los ensayos, mediante esto explicar:

Dónde:

V1: Diseño de pavimento rígido

V2: Fibras de Vidrio

D: Diseño de pavimento rígido

Variables de Operacionalización

Variables:

V1: Diseño de pavimento rígido

V2: Fibras de vidrio

**Tabla 1**

*Cuadro de Operacionalización*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO		Determinar los espesores de la losa que sean apropiados para soportar las cargas de tráfico en calles, caminos y carreteras. El propósito es alcanzar el diseño permitido según las normas técnicas de diseño y construcción dada por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial utilizando la metodología AASHTO -93.	METODOLOGÍA AASHTO -93  ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS  ENSAYO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA DE RODADURA	Periodo de análisis, carril de diseño, desviación normal estándar (Zr), Confiabilidad (R), Error estándar (So), serviciabilidad, coeficiente de drenaje(mi), coeficiente de transmisión de cargas (J), Modulo de ruptura del concreto (Mr), Factor de perdida de soporte (Ls), Modulo de reacción (K), Juntas de pavimentos, diferencia entre los índices inicial y final (PSI), espesor del pavimento (D). Ensayo de resistencia a la Comprensión después de 7 días ,14 días y por ultimo después de 28 días.  Resistencia a la flexión, (Ensayo de módulo de rotura con vigas simplemente apoyadas) a los 7 días, 14 días y 28 días.	
	FIBRAS DE VIDRIO	"Las fibras de vidrio es un material compuesto por filamentos poliméricos muy finos que están basados en dióxido de silicio ( SiO2) que se entrelazan para emplearse una estructura fuerte , por su estructura y características, son reconocidos por tener alta resistencia a la comprensión, bajas deformaciones y alta capacidad de flujo, ideal para uso en suelos con altos contenidos de materiales nobles. Sus principales aplicaciones son el refuerzo de pavimentos ,rampas , puertos y cimentación"		DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO  PROPIEDADES MECÁNICAS  PROPIEDADES QUÍMICAS	Porcentaje de fibras de vidrio en el diseño de mezcla para carpeta de rodadura (10 %) Porcentaje de fibras de vidrio en el diseño de mezcla para carpeta de rodadura (12.75 %) Tenacidad, Fuerza a la tracción, Elongación Absorción de humedad, Resistencia a los disolventes, Resistencia a la intemperie
				Se aplica la fibra de vidrio al diseño de infraestructura vial para la reducción y control de fisuración.	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE VIDRIO

Fuente: Elaboración Propia, 2019

## Población y Muestra

### Población

Para la presente investigación se considera el grupo 1A, Sector 6 de Villa el Salvador.

Levin y Rubín (1996). Indico que la población es un conjunto finito o infinito de personas, animales o cosas que estamos estudiando estas tienen características comunes en la cual se efectúa el estudio determinado para así sacar conclusiones “. (p.125).

### Muestra

La muestra es probabilística por lo que comprende las calles A, B, C del grupo 1A Sector 6 de Villa el Salvador.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2003). Dijo que la muestra probabilística da alusión a un subconjunto de la población en el que los elementos simples se seleccionan de forma aleatoria para que cada elemento tenga la misma posibilidad de ser seleccionado “. (p.54).

Hernández (2003). Describió las muestras no probabilísticas tienen un procedimiento de selección informal, las muestras no probabilísticas se sugieren en muchas investigaciones y a origen de ellas se realizan inferencia sobre las poblaciones “. (p.326).

Para Borja (2016). Describió las muestras no probabilísticas no se calcula el error estándar, tampoco el nivel de confianza con el que se estima. El proceso de selección no depende de la probabilidad sino del criterio propio del autor.

Para Borja (2016). Describió la Muestra espontánea se usa cuando no se conoce la población total o no se tiene referencias precisas. Selecciona de manera informal el objeto de estudio con mejor acceso. Es decir que el resultado es de bajo valor predictivo, quiere decir que no se generaliza la población total. Consiste en seleccionar en forma informal los objetos de estudio de mejor acceso. Sus resultados son de escaso valor predictivo, es decir no se pueden generalizar a la población.

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad técnicos

### Instrumentos

**Tabla 2**

*Instrumentos de Recolección Datos*

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
(IMD) índice medio diario	Formato MTC conteo vehicular
Estudio de mecánica de suelos	Formato Laboratorio mecánica de suelos
Estudio de cantera y agregados	Formato Laboratorio de ensayo de agregados
ensayo de resistencia a la compresión	Formato laboratorio de concreto
ensayo de resistencia a la flexión	Formato laboratorio de concreto
entrevistas a pobladores	Formato propio

Fuente: Elaboración propio, 2019

Para la recolección de datos se realizará la técnica de observación, técnica de ensayo (campo y laboratorio), fase principal para el juicio y análisis de los elementos del pavimento rígidos realizará el siguiente orden para la etapa de inspección.

- Elaboración del resumen de antecedentes
- Inspección visual de la estructura del pavimento
- Levantamiento del deterioro
- Selección de medición y análisis (técnicas de ensayo)

Las técnicas que estamos utilizando nos ayudaran a ordenar, seleccionar y poder analizar nuestra problemática, para poder realizar un análisis con todos los resultados y concluir resolviendo el problema.

Rojas (1996).Indico que al referirse de técnicas e instrumentos para la recopilación de información en el campo, sugiere que el volumen y tipo de investigación cualitativa – cuantitativa deben estar acreditados por la hipótesis y los objetivos. (p. 106)

Para ello se ha valido y confiable la información se debe analizar bien los objetivos del estudio. Debido a eso nosotros mismos realizaremos la técnica de observación.

### Instrumentación

La fuente de instrumento es la ficha de observación donde tendremos todos los datos de los daños que hemos identificado en el pavimento rígido, el campo y los instrumentos del laboratorio se realizara en la segunda etapa para así obtener los resultados, de esta manera poder corroborar nuestra hipótesis planteada

Pardinas (2005) manifestó que:

Que la observación es mirar concentradamente es un sentido amplio, también significa un conjunto de cosas, datos que se está observando, dando saber que la observación corresponde a datos o hechos. (p.89).

Sabino (1992) manifestó que:

El hombre a través de sus sentidos capta todo lo que le rodea, es directa cuando el investigador asume sus conductas, y cuando el investigador no esta presente en la información se le toma como observación simple. (p.111).

### Validez

Nuestra variable en nuestro trabajo de investigación es diseño de pavimento rígido con geo textiles tejidos, de acuerdo a nuestro objetivo nos enfocaremos con documentos que están aceptados por juicios de expertos, también nuestros elementos que estamos utilizando están validadas por las mismas empresas que los fabrican.

Baechle y Earle (2016). Menciono que, la validez es la característica más importante de un prueba de investigación, es el grado de un instrumento de prueba que mide lo que realmente pretende medir. (p.84).

## Confiabilidad

Para tener un resultado confiable todos nuestros instrumentos deben encontrarse en un buen estado para que nos sirva para nuestra investigación.

Hernández (2011) indico:

La confiabilidad es un instrumento de medición donde se da a repetir el mismo objeto dando resultados iguales, en pocas palabras es la precisión que un instrumento mide lo que desee medir. (p.277)

Sampieri (2006) menciona:

La medición es un recurso importante para todo investigador porque de ahí parte toda la información de las variables que se están trabajando. (p.276).

## Procedimiento

### Diseño de pavimento rígido

Según la Norma AASHTO (American Association of State Highway and transportation Officials), hay dos conceptos de definición de pavimento: el de la ingeniería y del usuario.

Desde el punto de vista de la ingeniería decimos que el pavimento es un componente estructural que está sobre la superficie del terreno, esta capa tiene que estar preparada para poder soportar los distintos espesores que está diseñado para que pueda soportar las cargas en su ciclo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario el pavimento es un componente que debe tener seguridad y comodidad cuando circulen sobre ella, el pavimento debe brindar un buen servicio de calidad para que mejore el estilo de vida de las personas.

Según Pérez y Gardey (2015). Concluyo que el pavimento es la capa o base que establece el suelo de la construcción o de una superficie no natural. El pavimento actúa como sustento de los seres vivos y de las cosas. Es considerable tener en cuenta que el pavimento puede reintegrarse con diferentes materiales, como piedras o maderas. El término, sin embargo, suele asociarse en algunos países al asfalto, el material utilizado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación.

## Métodos de Análisis de Datos

En el presente proyecto de investigación se desarrolló la recolección de datos a través de una ficha de evaluación aplicada en el pavimento rígido en la A.V Arriba Perú. Los datos obtenidos se presentarán en gráficos y tablas según nuestras dimensiones y también variables, y así tener el resultado para llevarlo a campo y laboratorio.

### Aspectos éticos

#### A. Ética en la recolección de datos

En el momento de analizar y tomar nuestra información debemos ser veraces y muy responsables, de esta manera tendremos como resultado un buen proyecto.

#### B. Ética para el inicio de la evaluación

Para poder realizar el trabajo respectivo debemos conceder el permiso a la municipalidad distrital de Villa el Salvador para poder evaluar ordenadamente con los instrumentos adecuados la avenida Arriba Perú, teniendo esto en cuenta podemos proceder a nuestro trabajo de investigación.

#### C. Ética en la solución de resultados

Debemos lograr tener todos los resultados de nuestras muestras, teniendo en cuenta la claridad de nuestros elementos que hemos adquirido en el campo y en el laboratorio, para después poder comprobar con todo criterio si lo que hemos analizado coincide con lo encontrado en el lugar de trabajo.

### III.RESULTADOS

#### Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico vehicular es una parte fundamental en la ingeniería sujeta a la razón del tráfico para que de esta manera se pueda dar a conocer todos los comportamientos que se van desarrollando y así disponer el flujo de cargas vivas de todos los vehículos estos estudios nos ayudan a la rehabilitación, mantenimiento, construcción para así realizar el diseño de la vía, en esta oportunidad nos ayudara en nuestro proyecto a diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio en el Grupo 1A, Sector 6 – Villa el Salvador.

**Tabla 3**

*Características Generales de las Vías sin Pavimentar*

<b>TRAMO</b>		<b>LONGITUD</b>	<b>VÍA</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>
GRUPO	1A	1000 m	Sin pavimentar	Mala
SECTOR 6				

Fuente: Elaboración propio, 2019

**Tabla 4***Verificación y Conteo de Vehículos Diario en la Vía no Pavimentada*

FECHA	DÍA	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYLER
		B2	C2	C3	C4	T2S1
07-10-19	LUNES	17	33	18	6	9
08-10-20	MARTES	17	34	18	7	9
09-10-21	MIERCOLES	16	35	17	6	10
10-10-22	JUEVES	16	28	14	5	9
11-10-23	VIERNES	17	33	16	8	12
12-10-24	SABADO	17	28	19	6	8
13-10-25	DOMINGO	12	12	10	4	6
	<b>TOTAL</b>	<b>112</b>	<b>203</b>	<b>112</b>	<b>42</b>	<b>63</b>
	<b>IMDS</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia,2019

Periodo de diseño (años) = 20

Tasa de crecimiento poblacional (%) = 2.92

Tasa de crecimiento PBI departamental (%) = 4.0

**Tabla 5***IMD Promedio e IMD Proyectado*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>NOMENCLATURA</b>	<b>IMD</b>	<b>DISTRIBUIDO</b>	<b>IMD (proyectado)</b>
BUS	B2	16	21.05	28
	C2	29	38.15	50
CAMIÓN	C3	16	21.05	28
	C4	6	7.89	10
SEMI TRAYLER	T2S1	9	11.84	16
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>	<b>100</b>	<b>131</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Ubicación y Descripción del Área de estudio**

La investigación se realiza en la ciudad de Lima, en el distrito de villa el salvador precisamente en la calle “a” del sector 6 grupo 1 A , aquí se propone realizar un diseño de pavimento rígido empleando la fibra de vidrio para enriquecer la resistencia del concreto para brindar un mejor servicio y calidad a los ciudadanos de la zona .

**Exploración del Suelo**

Para estudiar el suelo debemos reconocer el terreno para así poder identificar todos los tipos de estratos que se puedan reemplazar, en este proceso de exploración se va a incluir la ejecución de calicatas en la cual tendrá una profundidad de 1.5 m, de las calicatas vamos a obtener estratos diferentes en cantidades suficientes de suelo. El tamaño y tipo de la muestra va a depender va depender de los ensayos que va a realizar en el laboratorio. Con las muestras obtenidas

procedemos a efectuar los ensayos para así pasarlo a gabinete para obtener de manera graficas los resultados.

**Tabla 6**

*Ubicación de Calicatas*

<b>Calicata</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Ubicación</b>
C - 1	1.5	Calle A cdra. 1 Grupo 1A
C - 2	1.5	Calle B cdra. 2 Grupo 1A
C - 3	1.5	Calle C cdra. 3 Grupo 1A

**Fuente:** Formato de ensayos del laboratorio de Geotecnia.

**CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM 2216**

El contenido de humedad es una de las características más importante de los suelos. Tiene como objetivo ver el porcentaje de agua que contiene el cuerpo del suelo, este permitirá comparar la humedad natural y la humedad optima que se extrae del ensayo Proctor , si se logra concluir que la humedad natural es igual o inferior a la humedad optima el proyectista planteara la compactación que se sugiere para el suelo si es lo contrario se sugiere aumentar la energía de compactación ,o también reemplazar el material que a sido saturado por un mejor material.

**Tabla 7**

*Resultado de Contenido de Humedad*

<b>Contenido de Humedad ASTM D-2216-05</b>	
Humedad (%)	3.4

Fuente: Elaboración Propia.2019

## LÍMITE DE LÍQUIDO ASTMD-4318 – LÍMITE PLÁSTICO ASTM D- 4318

Para poder determinar los porcentajes de cada elemento es necesario saber la estabilidad que presenta cada tipo de suelo para ello realizamos el análisis granulométrico, también determinamos los límites de consistencia y el de atterberg esto decreta la relación entre contenido de humedad -plasticidad en distintos límites como: limite plástico (LP), limite líquido y límite de contracción (LC).

Límite de contracción (retracción), cuando el suelo no sufre ningún cambio al reducir el volumen del agua, pero al incrementar el agua amplifica a la vez el volumen del suelo

Limite Plástico (LP), cuando el suelo con humedad deja de tener una conducta suelta para convertirse en plástica, es el límite entre un estado sólido y plástico.

Limite liquido (LL), cuando el suelo está en estado semilíquido y pasa a un estado plástico.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad depende sólo de la cantidad de arcilla existente e indica la finura del suelo y su capacidad para cambiar de configuración sin alterar su volumen. Un IP elevado indica un exceso de arcilla o de coloides en el suelo. Siempre que el LP sea superior o igual al LL, su valor será cero. El índice de plasticidad también da una buena indicación de la compresibilidad. Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo.

### Tabla 8

#### *Resultado de Límites de Consistencia*

<b>Límites de consistencia</b>	
Limite liquido (%) ASTM D-4318 - 05:	<b>NP</b>
Limite Plástico (%) ASTM D-4318 - 05:	<b>NP</b>
Índice Plástico (%): ASTM D- 4318 - 05 :	<b>NP</b>

Fuente: Elaboración Propia.2019

## GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico determina la distribución de los diferentes tamaños del agregado fino y grueso, mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). Es un indicativo para determinar ciertas características de los diferentes suelos para posteriormente proceder a su clasificación.

**Tabla 9**

*Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D422*

TAMIZ	ABERTURA (mm)	(% PARCIAL RETENIDO	(% PARCIAL ACUMULADO	
			RETENIDO	PASA
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4 "	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	
1/4"	6.350	-	-	
Nro 4	4.760	-	-	100
Nro 10	2.000	0.1	0.1	99.9
Nro 20	0.840	0.1	0.2	99.8
Nro 30	0.590	0.5	0.6	99.4
Nro 40	0.426	3.9	4.5	95.5
Nro 60	0.250	46.6	51.1	48.9
Nro 100	0.149	35.2	86.4	13.6
Nro 200	0.017	10.5	96.9	3.1
- Nro 200		3.1		

Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Tabla 10**

*Resultado de Clasificación según SUCS (ASTM D2487 -05) y AASHTO (ASTM – D3282)*

<b>Clasificación</b>	
Clasificación SUCS (ASTM D2487 -05):	<b>SP</b>
Clasificación AASHTO (ASTM D3282):	<b>A - 3 (0)</b>

Fuente: Elaboración Propia.2019

### **PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557**

Se determina el peso del volumen del suelo seco, también la humedad al cual deberá estar sometida la compactación. Se pretende mejorar la resistencia, el esfuerzo a la deformidad y la compresibilidad, el compactado está vinculado a la densidad máxima del suelo. Para esto se adhiere una humedad proporcionada.

**Tabla 11**

*Método C - Pesos Específicos para Compactación*

<b>COMPACTACIÓN</b>				
<b>Prueba N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5869	5919	5982	5995
Peso del Molde (gr)	4190	4190	4190	4190
Peso suelo compacto (gr)	1679	1729	1792	1805
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	943.2	943.2	943.2	943.2
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.833	1.9	1.914
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.711	1.723	1.684

Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Tabla 12**

*Pesos Específicos para Contenido de Humedad*

<b>HUMEDAD</b>				
<b>Tara N.º</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Tara + suelo 29 húmedo (gr)	206	211	150.2	186
Tara + suelo seco (gr)	200	200.3	137.9	165.9
Peso del agua (gr)	6	10.7	12.3	20.1
Peso de tara (gr)	52.9	49.9	18.1	18.2
Peso suelo seco (gr)	147.1	150.4	119.8	147.7
Contenido de humedad (%)	4.1	7.1	10.3	13.6

Fuente: Elaboración Propia.2019

### **3.3.6 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

El presente ensayo determina la relación entre los apoyos del suelo que están sometidos ante el esfuerzo cortante, y evaluar la condición del suelo para la subrasante, que esta descrito al 95% de la máxima densidad seca y a perforación de cargas en 2.54 mm. Están evaluadas bajo condiciones controladas de densidad y humedad.

El rango de los valores CBR según categoría subrasante:

**Tabla 13***Laboratorio de Mecánica de Suelos.*

<b>categoría subrasante</b>	<b>CBR</b>
s0: subrasante inadecuada	CBR < 3%
s1: subrasante pobre	CBR ≥ 3 %
	A CBR <6%
	A CBR ≥6%
s2: subrasante regular	A CBR <10%
	A CBR ≥10%
s3: subrasante buena	A CBR <20%
	A CBR ≥20%
s4: subrasante muy buena	A CBR <30%
s4: subrasante excelente	A CBR ≥30%

Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Tabla 14***Compactación por Capa*

<b>Nº molde</b>	<b>A-2</b>		<b>D-1</b>		<b>C-2</b>	
<b>Nº de golpes por capa</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>10</b>	
<b>Condición de la muestra</b>	<b>No saturado</b>	<b>Satura do</b>	<b>No saturado</b>	<b>Satura do</b>	<b>No saturado</b>	<b>Satura do</b>
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11962	12042	10522	10712	12168	12393
Peso del Molde (gr)	7910	7910	6600	6600	8412	8412
Peso suelo compacto (gr)	4052	4132	3922	4112	3756	3981
Volumen del Molde (cm3)	2129	2129	2121	2121	2126	2126
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.904	1.941	1.849	1.938	1.767	1.873
Densidad seca (gr/cm3)	1.723	1.722	1.673	1.705	1.599	1.683

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Tabla 15***Estudio de Humedad*

<b>Tara N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Tara + suelo húmedo (gr)	450.1	545.9	533.6	575	548.3	531
Tara + suelo seco (gr)	412.5	490.6	488.5	512.6	502.2	472
Peso del agua (gr)	37.6	55.3	45.1	62.4	46.1	59
Peso de tara (gr)	53.5	55.5	60.2	55.9	62.2	60.5
Peso suelo seco (gr)	359	435.1	428.3	456.7	440	411.5
Contenido de humedad (%)	10.5	12.7	10.5	13.7	10.5	14.3

Fuente: Elaboración Propia.2019

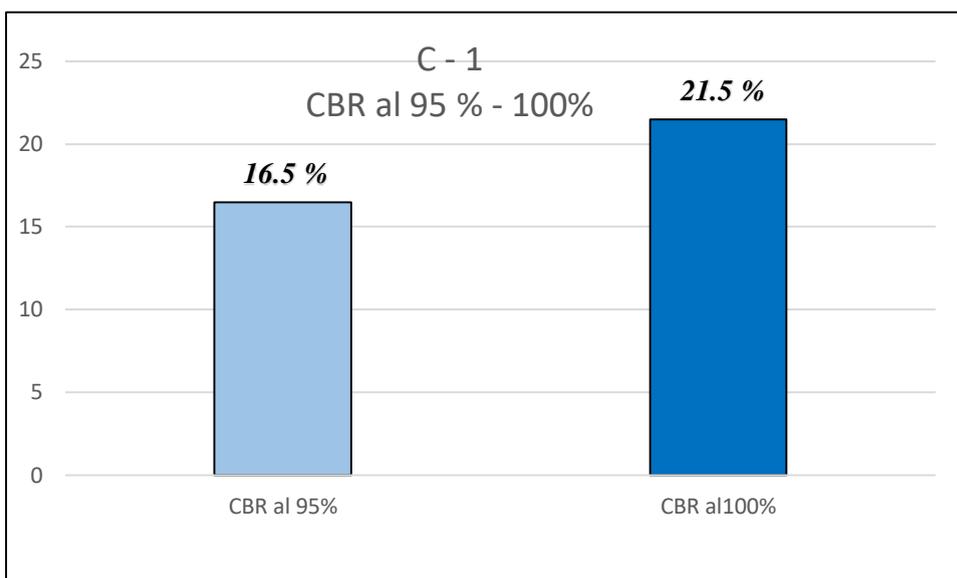
**Tabla 16***Calicata 1 de Ensayos Proctor Modificado y CBR*

<b>Calicata</b>	<b>C -1</b>	
Proctor modificado	Densidad máxima (grs /cm3)	1.723
	Humedad optima %	10.5
CBR	95%	16.5
	100%	21.5

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Figura 6**

*Resultado Calicata 1 - California Bearing Ratio (CBR 95% - 100%)*



**Interpretación:** Con una compactación al 95 % nos arroja un CBR de 16.5 %, y al 100% nos da un CBR de 21.5%.

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Tabla 17**

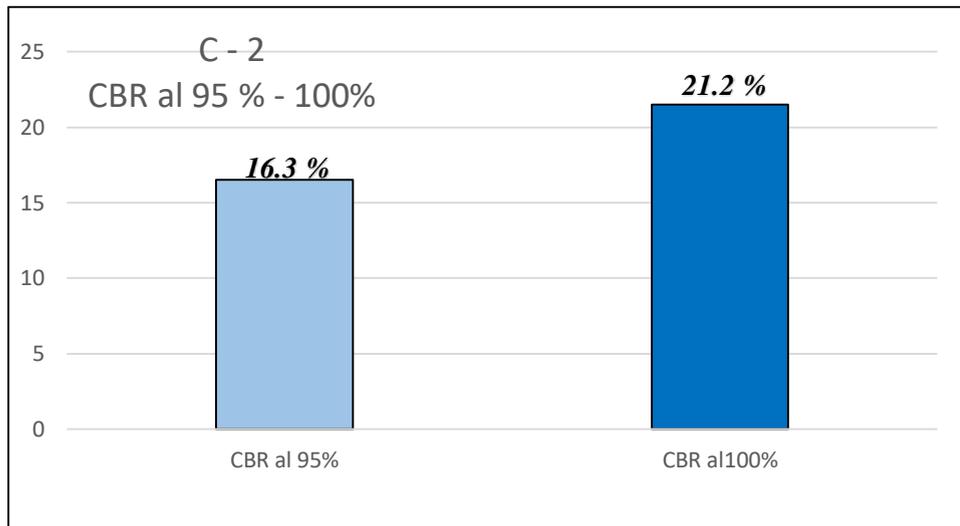
*Calicata 2 de Ensayos Proctor Modificado y CBR*

<b>Calicata</b>		<b>C -2</b>
Proctor modificado	Densidad máxima (grs /cm <sup>3</sup> )	1.721
	Humedad optima %	10.2
CBR	95%	16.3
	100%	21.2

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Figura 7**

*Resultado Calicata 2 - California Bearing Ratio (CBR 95% - 100%)*



**Interpretación:** Con una compactación al 95 % nos arroja un CBR de 16.3 %, y al 100% nos da un CBR de 21. 2%.

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Tabla 18**

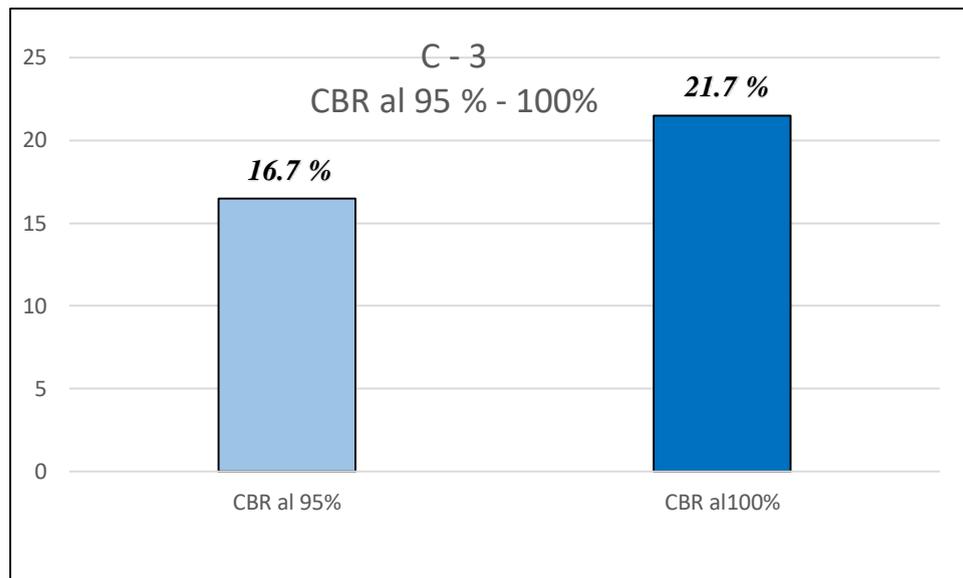
*Ensayos Proctor Modificado y CBR*

<b>Calicata</b>		<b>C -2</b>
Proctor modificado	Densidad máxima (grs /cm <sup>3</sup> )	1.725
	Humedad optima %	10.2
CBR	95%	16.7
	100%	21.7

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Figura 8**

*Resultado Calicata 3 - California Bearing Ratio (CBR 95% - 100%)*



Interpretación: Con una compactación al 95 % nos arroja un CBR de 16.3 %, y al 100% nos da un CBR de 21. 2%.

Fuente: Elaboración Propia,2019

Resultado evaluando la fibra de vidrio

Módulo de rotura del concreto

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

**Tabla 19**

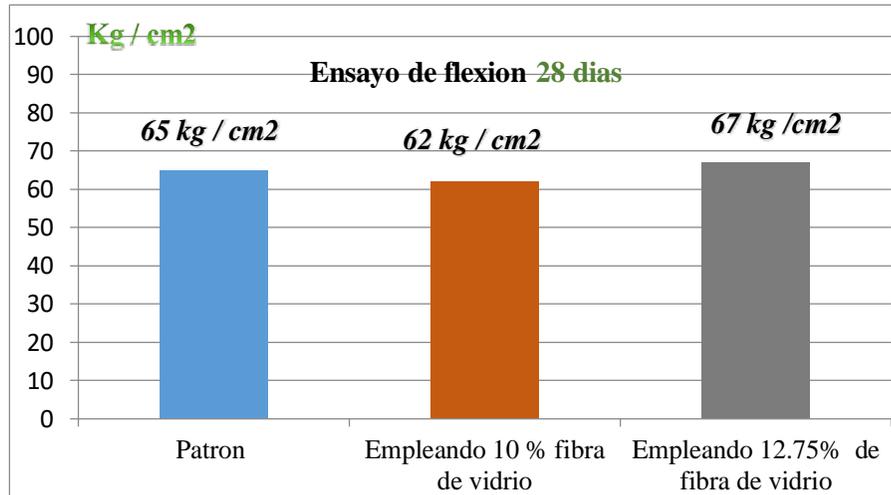
*Resultados de Módulo de Rotura Con Concreto 210 Kg/Cm2.*

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>UBICACIÓN DE FALLA</b>	<b>LUZ LIBRE</b>	<b>MODULO DE ROTURA</b>
Patrón	10 -11-19	09 – 11 -19	28	Tercio central	45	65 kg/cm2
Empleando 10 %	10 -11-19	09 – 11 -19	28	Tercio central	47	62 kg/cm2
Empleando 12.5%	10 -11-19	09 – 11 -19	28	Tercio central	42	67 kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia,2019

**Figura 9**

*Ensayo de Flexión a los 28 Días Con Dosificación de Concreto 210 Kg*



**Interpretación:** En el ensayo de flexo tracción se determinó que, a los 28 días, empleando el 10% de fibra de vidrio por m<sup>3</sup> nos dio una resistencia de 62 kg /cm<sup>2</sup>, y empleando el 12.75 % de la fibra de vidrio por m<sup>3</sup> no da un valor de 67 kg / cm<sup>2</sup> con una diferencia entre el mayor valor y el patrón de 8 % de incremento de resistencia.

Para el presente diseño el módulo de rotura se determinó a través de ensayos de laboratorio tomando como muestra el diseño de mezcla para un concreto de la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de fibra de vidrio aumentara la resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración Propia,2019

**Tabla 20***Resultados a los 7 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm2*

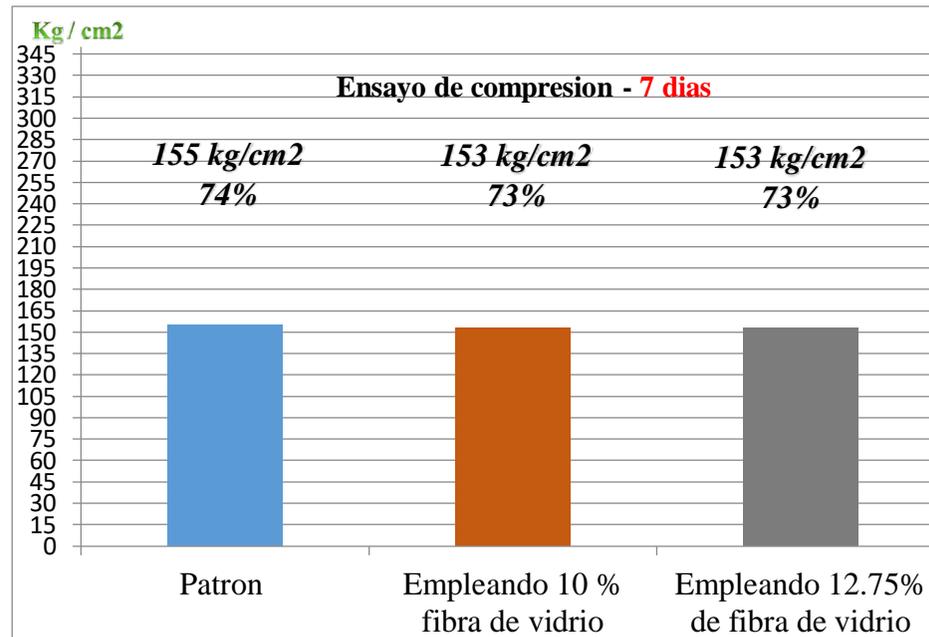
Fuente:

N° Probeta	Identificación De Muestras de Tipo de Elemento	Fecha de Obtención (Moldeo)	Fecha de Ensayo (Rotura)	Edad (días)	Resistencia de Diseño (kg/cm2)	Tipo de Falla	Área (Cm2)	Carga Max. de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia (< %)
1		11/11/2019	09/12/2019	7	210	I	80.4	12500	155	74%
2	210 KG/CM2	11/11/2019	09/12/2019	7	210	I	80.1	12250	153	73%
3		11/11/2019	09/12/2019	7	210	I	80.6	12300	153	73%

Elaboración Propia,2019

**Figura 10**

*Ensayo de Compresión los 28 Días con Dosificación de Concreto 210 Kg / Cm2*



**Interpretación:** En el diagrama observamos que utilizando el 10 % de la fibra de vidrio a los 7 días sometemos a ensayo y nos arroja 153 kg/cm<sup>2</sup>, y con el 12.75% de fibra de vidrio por m<sup>3</sup> no da un resultado igual por lo que la variación con el patrón disminuyo un 1% la resistencia.

Fuente: Elaboración Propia.2019

**Tabla 21**

*Resultados a los 14 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm2*

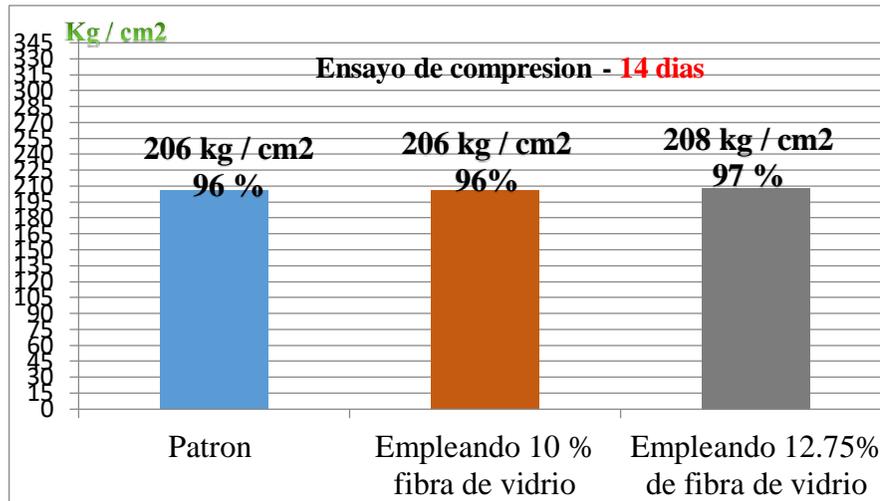
Fuente:

<b>N° Probeta</b>	<b>Identificación De Muestras Tipo de Elemento</b>	<b>Fecha de Obtención (Moldeo)</b>	<b>Fecha de Ensayo (Rotura)</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Resistencia de Diseño (kg/cm2)</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>Área (Cm2)</b>	<b>Carga Max. de Rotura (kg)</b>	<b>Resistencia a la Compresión (kg/cm2)</b>	<b>Porcentaje Resistencia (&lt;%)</b>
1	Diseño de	15/11/2019	06/12/2019	14	210	I	80.4	1650	206	98%
2	concreto 210 Kg/Cm2 +	15/11/2019	06/12/2019	14	210	I	80.1	1650	206	98%
3	Fibra	15/11/2019	06/12/2019	14	210	II	80.6	1650	205	97%

Elaboración Propia.2019

**Figura 11**

*Ensayo de Compresión los 14 Días con Dosificación de Concreto 210 Kg / Cm2*



**Interpretación:** En el diagrama observamos que utilizando el 10 % de la fibra de vidrio a los 7 días sometemos a ensayo y nos arroja 206 kg/cm<sup>2</sup>, y con el 12.75% de fibra de vidrio por m<sup>3</sup> no da un resultado igual por lo que la variación con el patrón disminuyo un 1% la resistencia.

Fuente: Elaboración Propia.2019

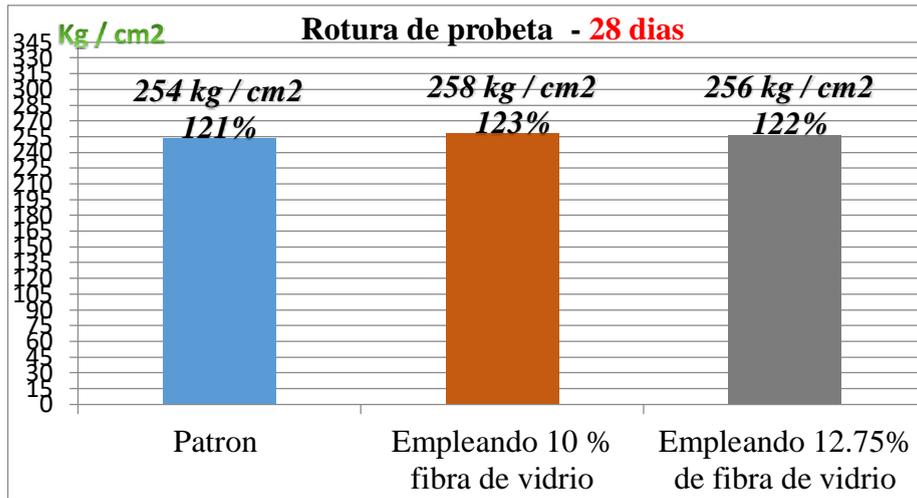
**Tabla 22***Resultados a los 28 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm<sup>2</sup>*

<b>N° Probeta</b>	<b>Identificación De Muestras Tipo de Elemento</b>	<b>Fecha de Obtención (Moldeo)</b>	<b>Fecha de Ensayo (Rotura)</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Resistencia de Diseño (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Max. de Rotura (kg)</b>	<b>Resistencia a la Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje Resistencia &lt;%}</b>
1	Diseño de	11/11/2019	09/12/2019	28	210	I	80.4	20450	254	121%
2	concreto 210	11/11/2019	09/12/2019	28	210	III	80.1	20700	258	123%
3	Kg/Cm <sup>2</sup> + Fibra	11/11/2019	09/12/2019	28	210	III	80.6	20650	256	122%

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Figura 12**

*Ensayo de Compresión - 28 Días con Dosificación de Concreto 210 Kg / Cm2*



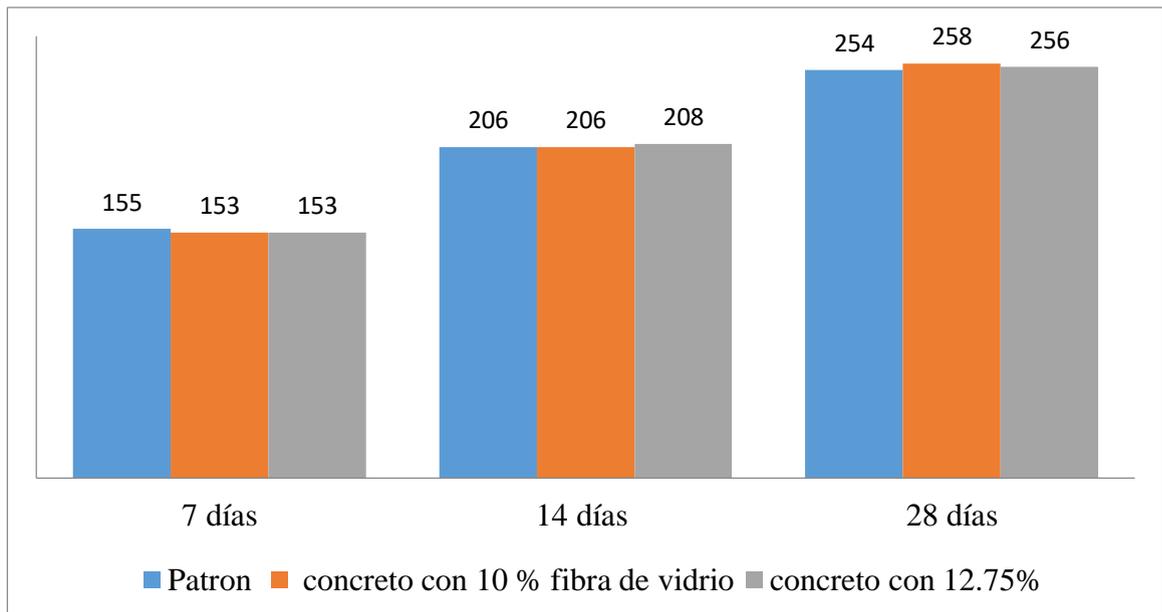
**Interpretación:** En el diagrama observamos que utilizando el 10 % de la fibra de vidrio a los 7 días sometemos a ensayo y nos arroja 206 kg/cm<sup>2</sup>, y con el 12.75% de fibra de vidrio por m<sup>3</sup> no da un resultado igual por lo que la variación con el patrón disminuyo un 1% la resistencia.

Fuente: Elaboración propia

### Figura 13

Resultados del Ensayo a Compresión los 7, 14, 28 Días con una % De Fibra de Vidrio

Patrón, 10% Y 12.75%



**Interpretación:** En el diagrama observamos el resumen de las resistencias máximas obtenidas con la dosificación nula (patrón), con dosificación de 10 % de la fibra de vidrio AR, y 12.75% de la fibra de vidrio AR. Se llegó a determinar que la máxima resistencia se da con el 10% de fibra de vidrio AR a los 28 días.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Desviación estándar

Este varía según la metodología AASHTO 93 que es de 0.30 a 0.40. Pero en el manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) sugiere utilizar 0.35.

En la presente investigación se emplea  $S_o = 0.39$

Factor de crecimiento acumulado:

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

r = tasa de crecimiento anual

n = Periodo de diseño

$$Fca = \frac{(1+0.05)^{20} - 1}{0.05} = 33.06$$

$$ESAL = ESALo \times 365 \times FD \times FC \times Fca$$

$$ESAL = 384 \times 365 \times 1.00 \times 0.80 \times 33.06$$

$$ESAL = 3708777.93 \quad Tn \approx 3.7E + 6$$

Propiedades de materiales

Resistencia a la compresión del concreto

$$F'c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Módulo de elasticidad del concreto

$$E = 57000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ec = 57000 \times (210 \text{ kg/cm}^2 \times 14.23)^{0.5}$$

$$Ec = 3115191 \text{ psi} = 21478.4 \text{ Mpa}$$

$$Mr = a \sqrt{f'c} \quad (\text{Valores en kg/cm}^2), \text{ según el ACI 363}$$

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'c = 2.4(210 \text{ kg} - \text{cm}^2)^{0.5}$$

$$S'c = 535.9 \text{ psi} = 3.69 \text{ Mpa}$$

Datos de tráfico y otras propiedades

Numero de ejes equivalentes EE= 3708777.93 Tn

METODO AASHTO 93

Datos de la SUB – BASE

$$CBR = 78 \%$$

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

SI CBR <10

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG}(\text{CBR})$$

SI CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG}(\text{CBR}))^{4.34}$$

$$K = 190.55 \text{ Mpa/m} = 695.5071451 \text{ pci/m}$$

Datos del Suelo de Fundación

CBR= 16.5 %

si CBR < 10

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

SI CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

$$K = 67.33 \text{ Mpa/m} == 245.76 \text{ pci/m} == 6.87 \text{ kg/cm}^2 == 248.37 \text{ lib/pulg}^3$$

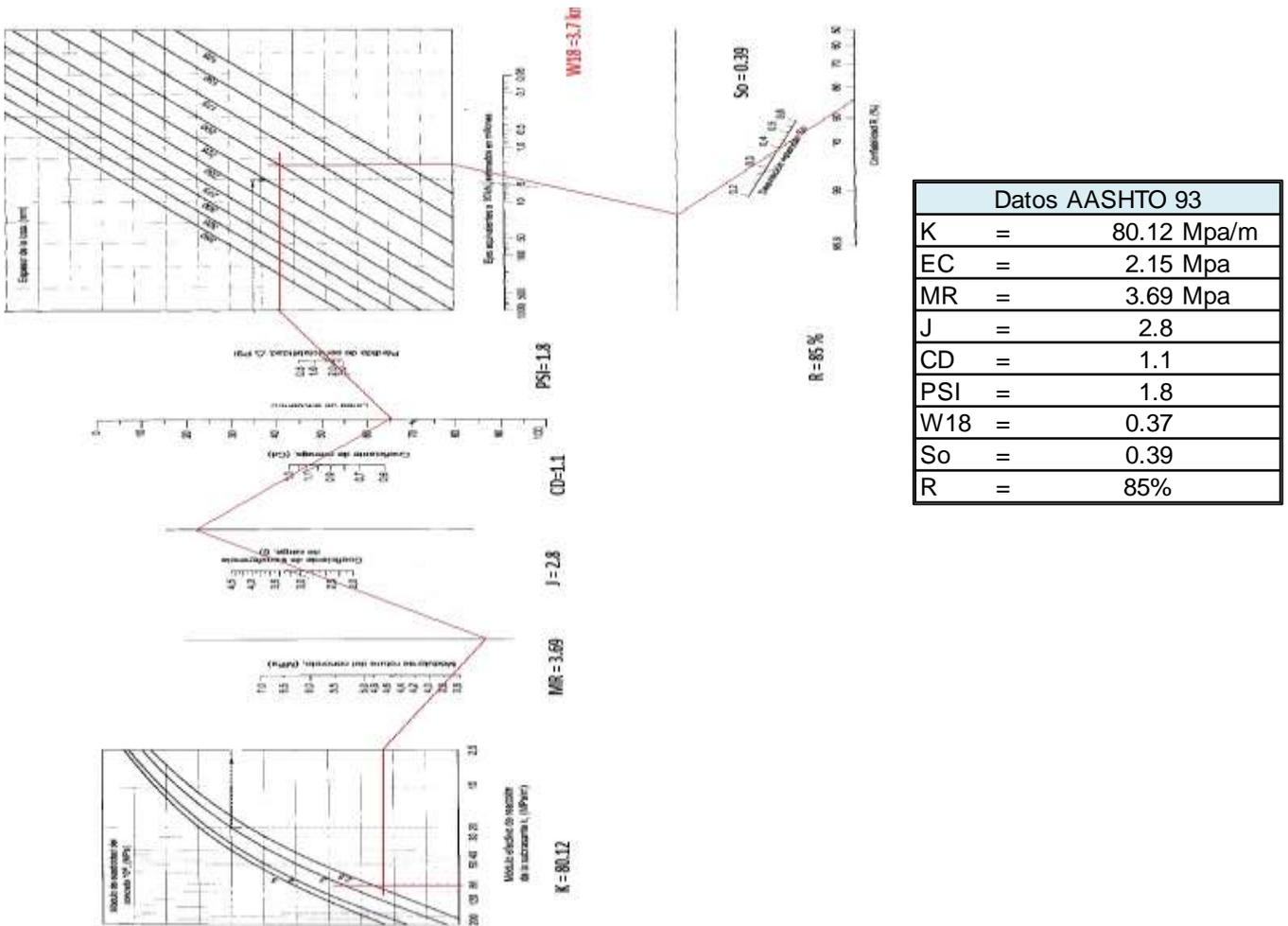
Módulo de reacción compuesto de la Sub rasante

$$K_{ep} = (1 + (h/38)^2 (k_1/k_2)^{2/3})^{0.5} * k_1$$

$$K_{ep} = (1 + (15/38)^2 (190.55/67.3)^{2/3})^{0.5} * 67.3$$

**Figura 14**

Monograma AASHTO 93 con el Software Convirtiendo los Daos a Psi



Fuente: Elaboración Propia ,2019

Se procede a comprobar el espesor de la carpeta de rodadura con el donde obtenemos un espesor de losa de 7.8 pulg = 19.81 cm == 20 cm

**Figura 15**

Software Ecuación AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia, 2019

$L = 1230 \text{ m} \approx 1.23 \text{ km}$

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Datos de la vía = 5.7 m

Longitud de la vía = 1000 m

Espesor de la losa = 0.20 m

**Tabla 23**

*Espesor de Losa Según el Diseño ASSTHO 93*

---

Ancho de carril (M)=	Longitud de Losa (M)	rango máximo 1.25
2.70	3.30	1.22
3.00	3.70	1.23
3.30	4.10	1.24
3.60	4.50	1.25

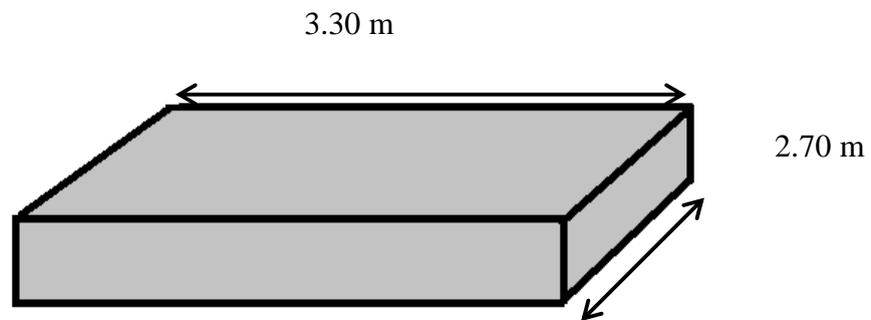
---

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Las dimensiones del pavimento se realizará la separación por juntas de ancho 2.70

**Figura 16**

*Dimensiones del Pavimento*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

## Características de pasadores

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIAMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Longitud del pasador (dowells) = 460 mm === 4.60 cm

Separación entre pasadores = 300 mm === 3.00 cm

#### **IV. Discusión**

**H1:** “El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio mejora el comportamiento mecánico del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador

Según Criado, que en su tesis que se tituló “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades físico - mecánicas del hormigón” (2005). Los investigadores analizaron mezclas de concreto con distintos tipos de dosificaciones de fibras de vidrio, aparte analizaron un diseño de mezcla que lo utilizaron como concreto patrón, en esta investigación se realizó las pruebas con fibra de vidrio de 24 mm, con una cantidad de 11 kg/m<sup>3</sup> y 22 kg/m<sup>3</sup>, realizando 3 diferentes ensayos por cada cantidad aplicada, aparte realizaron pruebas con fibra de polipropileno de 19 mm con 11 kg/m<sup>3</sup> para que se pueda comparar, se llegó a la conclusión que al adicionarle estos porcentajes, disminuye la trabajabilidad del concreto, también se dio a conocer que dichas cantidades empleadas en este estudio aumentan considerablemente a resistencia del concreto a los 28 días.

**H2:** “La incorporación de fibra de vidrio al concreto mejora la resistencia a la flexión del concreto reforzado con 10% y 12.75% de fibra de vidrio en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador”

Según Quispe en su investigación que se tituló: “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio” (2015). El autor realizó investigaciones utilizando distintos porcentajes de fibra de vidrio utilizando la fibra de vidrio tipo E – MAT450, también se utilizó el cemento Pacasmayo Portland Tipo 1, realizaron comparaciones entre un concreto patrón y concretos reforzados con 0.125% 0.25% y 0.5%, cantidad que se dio de acuerdo al volumen de concreto utilizado por M<sup>3</sup>. El autor llegó a la conclusión que el concreto reforzado con los porcentajes mencionados anteriormente mejoran significativamente la resistencia del concreto a la tracción y a la flexión, hasta un 30.74% y 36.20% respectivamente en comparación al concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>, también llegaron a la conclusión de que a mayor cantidad de fibra de vidrio menor será su trabajabilidad, pero en cuanto al peso unitario, la fibra no influye en el aumento o disminución de esta.

**H3:** “El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador”

Zapata, en su trabajo de investigación que se tituló, “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto” (2013). Trabajó y analizó con un tipo de mezcla que lo tomo como referencia, con un diseño de mezcla que le permitiera que, al agregarle porcentajes de fibra de vidrio, este sea trabajable, y también que se pueda obtener una mejora sus propiedades físicas y mecánicas del concreto, se utilizó cantidades de: 0.5%, 1%, 1.5%. 2% y 2.5%, del total de concreto elaborado Tras realizar diversos ensayos al concreto, en esa investigación, se llegó a la conclusión que, al adicionarle diversos porcentajes de fibra de vidrio al concreto influye de manera positiva a las propiedades del concreto.

## V.CONCLUSIONES

- En esta investigación, tras haber realizado diversos ensayos de las propiedades del concreto, se llegó a la conclusión que al añadir la fibra de vidrio en las dosificaciones de 10% y 12.75% al concreto, aumenta la resistencia, esta varía de acuerdo al porcentaje que se le coloque, por ejemplo, realizando el ensayo a los 28 días tomando como referencia el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> a compresión, salió que al adicionarle el 10% de fibra de vidrio colocado, da una resistencia de 258 kg/cm<sup>2</sup>, y para el 12.75% salió una resistencia de 256 kg/cm<sup>2</sup> en comparación al concreto patrón utilizado de 210 kg/cm<sup>2</sup> que al ser ensayado a los 28 días llegó a 254 kg/cm<sup>2</sup>.
- También se puede determinar en el ensayo de flexión que a los 28 días, empleando el 10% de fibra de vidrio por m<sup>3</sup> nos dio una resistencia de 62 kg /cm<sup>2</sup>, y empleando el 12.75 % de la fibra de vidrio por m<sup>3</sup> no da un valor de 67 kg / cm<sup>2</sup> con una diferencia entre el mayor valor y el patrón de 8 % de incremento de resistencia.
- Se elaboró 3 calicata para determinar el CBR de la subrasante que sirve como parámetro para el diseño del pavimento dando como resultado promedio 16.5%.
- Se calculó la cantidad de ejes equivalentes por el método AASHTO 93 para el grupo 1A, sector 6 – V.E.S, que sirve para realizar el diseño de pavimento, dando como resultado 708777.93 de ejes equivalentes para un periodo de diseño de 20 años.
- Al Obtener una mejora en la resistencia del concreto a compresión, y flexión, las fibras de vidrio también ayuda a evitar que empiecen a aparecer fisuras en el pavimento, y le permite que este siga comportándose con una resistencia adecuada y así cumpla su periodo de diseño proyectado.
- En este estudio se elaboró el diseño con la metodología Aastho, dando como resultado 0.20 m el espesor de la carpeta de rodadura, y 0.15 cm la sub base.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al momento de excavar las calicatas, buscar un lugar donde no pasen vehículos para que durante el día no allá interrupciones.
- Es recomendable llevar las herramientas para poder excavar como el pico, barreta, lampas como también bolsas para la muestra, este material deberá estar hecho para aguantar la muestra de las calicatas.
- Se recomienda que al momento de hacer el diseño de mezcla que los agregados este limpios y libre de desmontes tanto el agregado grueso como el agregado fino como también el agregado de esta tesis que es la fibra de vidrio que están hechas de filamentos de vidrio deberán implementarse protección como guantes y lentes.
- Cuando se diseñe el molde donde ira la viga, tener cuidado con las medidas, ya que deberán estar normadas por lo contrario los resultados tendrán alteraciones. Como también al momento de llevar las pruebas al momento de ensayo tener mucho cuidado en su transporte puesto cualquier golpe puede afectar los resultados.
- Es recomendable que el momento de colocar la mezcla a los moldes, tener importancia el cálculo de diseño generado según su dosificación y el día donde se va a curar, para poder realizar los ensayos en el día y hora correspondiente por la ASTM C39/C39M-C18.
- Se recomienda que para la prueba a flexión según ASTM C78/C293, seguir con los pasos y normas establecidas como también los ensayos a tracción con los pasos a seguir según su norma ASTM C496/C496M-17.
- Se recomienda que para el diseño de mezcla se utilice la norma ACI 211, y realizar reajustes en la medida de agregado fino mediante cálculos de volúmenes absolutos, al instante de hacer los el diseño de mezcla emplear el agregado grueso con un máximo de  $\frac{1}{2}$  “de tamaño nominal, porque este tipo de material se obtiene los resultados cuando esta endurecido, en otro caso si se usa una mezcladora de concreto, solo se incorpora las fibras de vidrio y los demás materiales.

## REFERENCIAS

- Rodríguez, M. y Ruiz, M. (2016). *Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. Artículo de investigación, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*
- García, F. (2017). *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno.* Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Afa, Y. y Loyola, M. (2016). *Influencia del porcentaje en peso de fibra de vidrio AR y aditivo plastificante Copreplast 102, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (grc).* Tesis para optar el título profesional de: ingeniero de materiales. Universidad Nacional de Trujillo
- Huamán, A. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú
- Cortez y Hernández. (2016). *Evaluación de la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina utilizando diferentes tratamientos de superficie.* Tesis para obtener el título profesional de ingeniero Civil, Universidad de los andes de Chimbote, Perú.
- Sosa y Rivera (2010). *Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales.* Tesis para Obtener el título profesional de Ingeniero. Civil. Universidad Andina de Huánuco, Perú.
- Arango y Zapata (2013), *Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto.* Proyecto de investigación para obtener el grado de bachiller en la Universidad de Chiclayo, Perú.
- BOTÍA,(2015). Wilmar. *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.* (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá. p 146.
- KOSMATKA, Steven H.; KERKHOFF, Beatrix; PANARESE, William C.; y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas.* EEUU, Portland Cement Association, 2004. 8 pp. ISBN: 0-89312-233-5.

- Medina (2014). Planeamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura (Tesis para Maestría). Universidad Nacional De Ingeniería, Perú, 2011.
- OSORIO (2013). En su investigación titulada: *Fluencia a flexión del hormigón reforzado con fibras de acero (SFRC) en estado fisurado*. (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia España, 2010.

## Anexos

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
			DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	
¿De que manera el diseño del pavimento rígido empleando fibras de vidrio ayuda a mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - Villa el Salvador?	Diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - Villa el Salvador, 2019.	El diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio mejora las propiedades mecánicas del concreto en el grupo 1A, Sector 6 - Villa el Salvador, 2019.	<b>DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO</b>	"El diseño de estructuras en función de las variables más importantes que inciden en la determinación de los espesores y calidades de las capas. Ese catálogo se construye con base en los métodos de diseño más conocidos en el país como son el de la Portland Cement Association -PCA- versión 1984 (Ref. 7.20) y el de la American Association of State Highway And Transportation Officials - AASHTO- versión 1993 (Ref. 7.1)." (ICPC, 2008, p.7)	Determinar los espesores de la losa que sean apropiados para soportar las cargas de tráfico en calles, caminos y carreteras. El propósito es alcanzar el diseño permitido según las normas técnicas de diseño y construcción dada por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial utilizando la metodología AASHTO -93.	METODOLOGÍA AASHTO -93
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>		ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS		
¿Cómo diseñar el pavimento rígido por el método AASHTO - 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019?	Diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio por el método AASHTO - 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, V. E. S. -2019.	El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio mejora el comportamiento mecánico del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador		ENSAYO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA DE RODADURA		
¿Cómo determinar el comportamiento de la carpeta de rodadura empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019?	Someter a ensayo de resistencia a la flexión en vigas para determinar el comportamiento de nuestra carpeta de rodadura con fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, V. E. S., 2019.	La incorporación de fibra de vidrio al concreto mejora la resistencia a la flexión del concreto reforzado con 10% y 12.75% de fibra de vidrio en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador"		DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO		
¿Cómo determinar la resistencia del concreto en nuestro diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019?	Someter a ensayos de resistencia a la compresión para determinar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019.	El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del concreto en el grupo 1A, sector 6 - Villa el Salvador"	<b>FIBRAS DE VIDRIO</b>	"Las fibras de vidrio es un material compuesto por filamentos poliméricos muy finos que están basados en dióxido de silicio ( SiO2) que se entrelazan para emplearse una estructura fuerte , por su estructura y características, son reconocidos por tener alta resistencia a la compresión, bajas deformaciones y alta capacidad de flujo, ideal para uso en suelos con altos contenidos de materiales nobles. Sus principales aplicaciones son el refuerzo de pavimentos ,rampas , puentes y cimentación"	Se aplica la fibra de vidrio al diseño de infraestructura vial para la reducción y control de fisuración.	PROPIEDADES MECÁNICAS
				PROPIEDADES QUÍMICAS		
				CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRIA DE VIDRIO		

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA CALLE A, GRUPO 1A, SECTOR 6, VILLA EL SALVADOR

**Figura 17**

*Levantamiento Topográfico*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Realizamos el levantamiento topográfico y una vez hallado todos los puntos procedemos a verificar nuestro ancho de vía, respetando las aceras y veredas de proyección.

### **Figura 18**

*Trazo y Replanteo*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

EXTRACCIÓN EN EL GRUPO 1A, SECTOR 6, VILLA EL SALVADOR. CALICATAS PARA ESTUDIO DE SUELO

**Figura 19**

*Trazo de las 3 Calicatas*



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

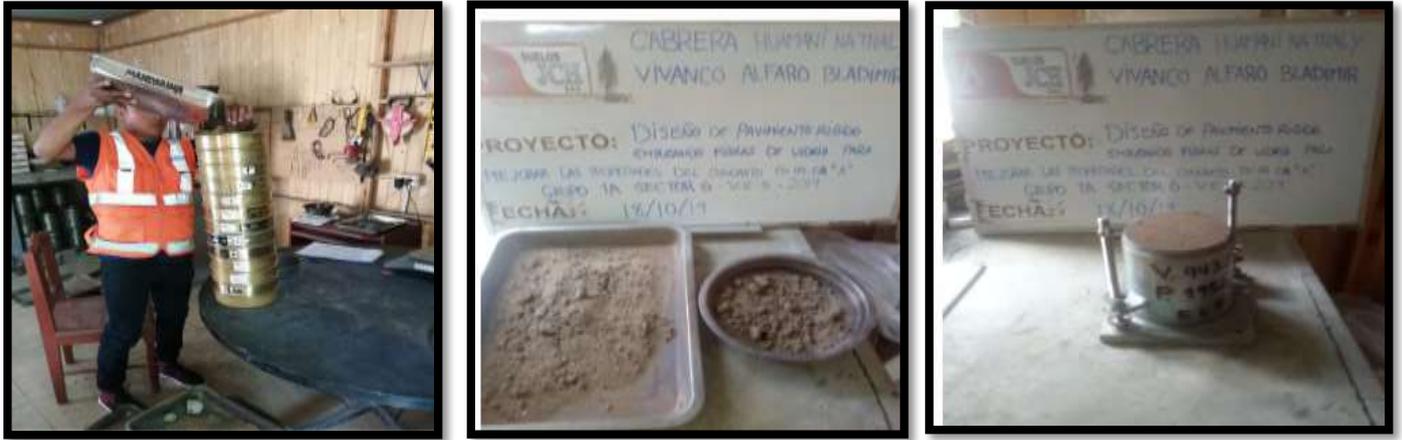
**Figura 20**

*Excavación a 1.5m*



**Figura 21**

*Limite Líquido y Plástico*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 22**

*Granulometría Astm C. 117 – 95, Contenido de Humedad ASTM D2216 ,*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

Empleamos un molde cilíndrico de 2.320 cm<sup>3</sup> de capacidad y una maza de 4,535 kg que se deja caer desde una altura de 457 mm.

**Figura 23**

*Ensayo de Proctor Standar*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 24**

*Ensayo California Bearing Ratio (Cbr) Astm 1883*



Fuente: Elaboración Propia,2019

**Figura 25**

*Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 26**

*Materiales para el Diseño de Mezcla*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 27**

*Ensayo de Compresión del Concreto ASTM C-39*



Fuente: Elaboración Propia,2019

**Figura 28**

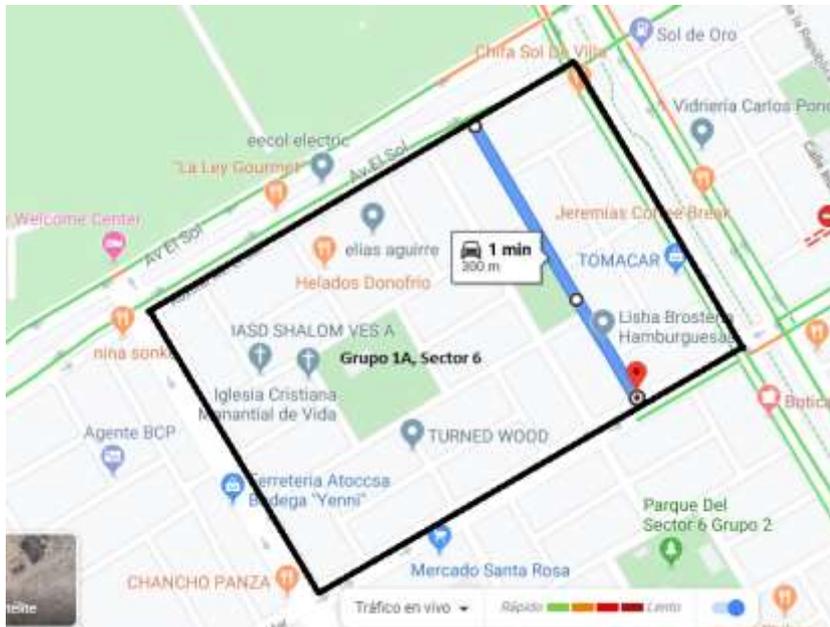
*Ensayo de Flexo Tracción del Concreto ASTM C-496 y Viga*



Fuente: Elaboración Propia,2019

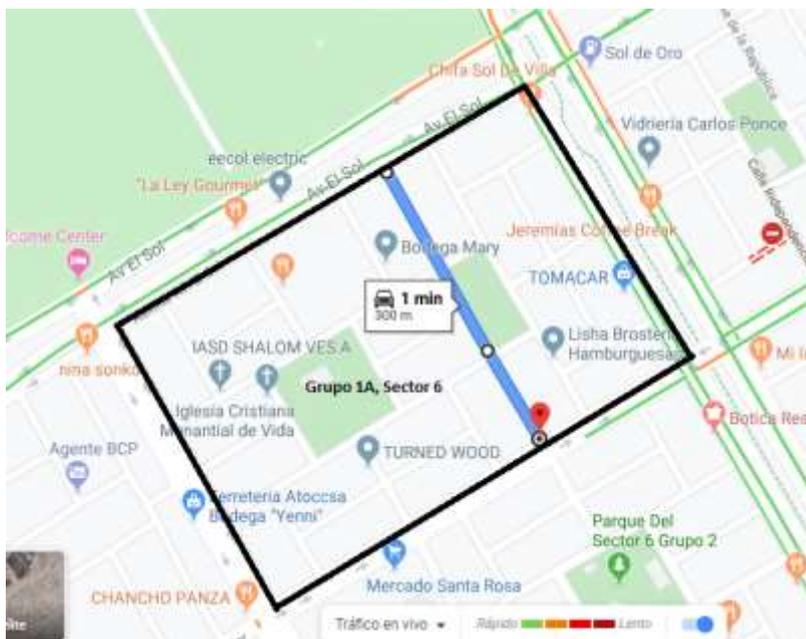
**Figura 29**

*Longitud 1er Tramo en 300 m*



**Figura 30**

*Longitud 2do Tramo a 300 m*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

### Figura 31

Longitud 3do Tramo a 350 m



Fuente: Elaboración Propia, 2019

$$\mathbf{L.TOTAL} = L1 + L2 + L3$$

$$\mathbf{L.TOTAL} = 300 \text{ m} + 300 \text{ m} + 350\text{m} + 350\text{m}$$

$$\mathbf{L.TOTAL} = 1000 \text{ m}$$



**Figura 33**

*Conteo Vehicular 2*

The image shows a vehicle count form with the following structure:

- Logos:** MTC (Ministerio de Transportes y Obras Públicas) and OPP (Oficina de Planificación y Operación).
- Table Headers:** The table has multiple columns. The first column contains vehicle icons and labels such as 'Motos', 'Camiones', 'Autobuses', 'Vehículos pesados', 'Vehículos livianos', 'Vehículos de carga', 'Vehículos de pasajeros', 'Vehículos de transporte', 'Vehículos de servicio', 'Vehículos de emergencia', 'Vehículos de transporte público', 'Vehículos de transporte privado', 'Vehículos de transporte escolar', 'Vehículos de transporte turístico', 'Vehículos de transporte deportivo', 'Vehículos de transporte recreativo', 'Vehículos de transporte cultural', 'Vehículos de transporte religioso', 'Vehículos de transporte social', 'Vehículos de transporte político', 'Vehículos de transporte económico', 'Vehículos de transporte educativo', 'Vehículos de transporte científico', 'Vehículos de transporte artístico', 'Vehículos de transporte literario', 'Vehículos de transporte musical', 'Vehículos de transporte teatral', 'Vehículos de transporte cinematográfico', 'Vehículos de transporte televisivo', 'Vehículos de transporte radiofónico', 'Vehículos de transporte electrónico', 'Vehículos de transporte informático', 'Vehículos de transporte telefónico', 'Vehículos de transporte postal', 'Vehículos de transporte aéreo', 'Vehículos de transporte marítimo', 'Vehículos de transporte terrestre', 'Vehículos de transporte acuático', 'Vehículos de transporte espacial', 'Vehículos de transporte subterráneo', 'Vehículos de transporte subacuático', 'Vehículos de transporte subterráneo', 'Vehículos de transporte subacuático', 'Vehículos de transporte subterráneo', 'Vehículos de transporte subacuático'.
- Data:** The table is filled with handwritten numbers in blue ink, representing the count for each category.
- Diagonal Line:** A diagonal line is drawn across the bottom right section of the table, starting from the middle of the first column and extending to the top right corner.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 34

Conteo Vehicular 3

The image shows a form titled "FORMA DE CLASIFICACION VEHICULAR" (Vehicle Classification Form) from MTC (Ministerio de Transportación y Obras Públicas) and OPP (Oficina de Planificación y Operación). The form is used for recording vehicle data. It features a grid with columns for different vehicle types and rows for individual vehicles. A diagonal line is drawn across the bottom right portion of the grid, indicating that the data for those vehicles has not been recorded. The form includes logos for MTC and OPP, and various fields for data entry.

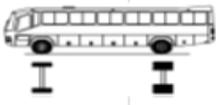
Fuente: Elaboración Propia, 2019

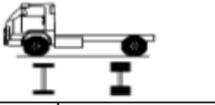




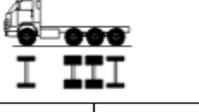
**Figura 37**

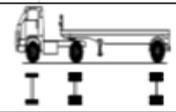
*Factor Camión por Ejes Equivalentes EE*

Configuración vehicular B2		
EJE =	E1	E2
EE =	[P/6.6]4.1	[P/8.2]4.1
PESO :	7	11
FACTOR EE :	1.27	3.33
$\Sigma Tn =$	18	
Factor de camión=	4.61	

Configuración vehicular C2		
EJE =	E1	E2
EE =	[P/6.6]4.1	[P/8.2]4.1
PESO :	7	11
FACTOR EE :	1.27	3.33
$\Sigma Tn =$	18	
Factor de camión=	4.61	

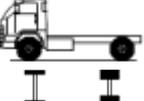
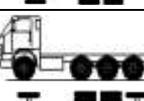
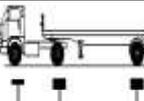
Configuración vehicular C3		
EJE =	E1	E2
EE =	[P/6.6]4.1	[P/13.3]4.1
PESO :	7	18
FACTOR EE :	1.27	3.46
$\Sigma Tn =$	25	
Factor de camión=	4.73	

Configuración vehicular C4		
EJE =	E1	E2
EE =	[P/6.6]4.1	[P/16.6]4.0
PESO :	7	23
FACTOR EE :	1.27	3.69
$\Sigma Tn =$	30	
Factor de camión =	4.96	

Configuración vehicular T2S1			
EJE =	E1	E2	E3
EE =	[P/6.6]4.1	[P/8.2]4.1	[P/8.2]4.1
PESO :	7	11	11
FACTOR EE :	1.27	3.33	3.33
$\Sigma Tn =$	29		
Factor camión =	7.94		

Fuente: Elaboración Propia,2019

**Figura 38***IMDS por Cada Vehículo Pesado*

Configuración vehicular	Gráfico	Factor de equivalencia	Peso en Tn	Peso en KPS	IMDS	EE
B2		4.608	18	39.69	16	74
C2		4.608	18	39.69	29	134
C3		4.731	25	55.13	16	76
C4		4.958	30	66.15	6	30
T2S1		7.942	29	63.95	9	71
					<b>ESALo=</b>	384

Fuente: Elaboración Propia,2019

Factor de equivalencia, del producto de IMDS por cada vehículo pesado y su factor de equivalencia que nos da como resultado el ESAL.

## Cálculo del ESAL

Identificamos los factores de distribución de dirección y el factor de crecimiento acumulado

**Figura 39**

*Cuadro de Distribución Direccional Guía AASHTO 93*

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

Fuente: Elaboración Propia, 2019

## Factor de confiabilidad y desviación estándar

**Figura 40**

*Rango de Trafico según el Nivel de Confiabilidad y Desviación Estándar*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, 2019

R = 85 %

Zr = -1.036

**Figura 41**

*MÉTODO AASHTO 93*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>F1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>F2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>F3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>F4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>F5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F6</sub>	1,500,001	2,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>F12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>F13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>F14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>F15</sub>		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Pi = 4.30

Pt = 2.50

## Transferencia de carga

### Figura 42

Valores de Coeficiente de Transmisión Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
		3.2	3.8 - 4.4	2.8

J = 2.8 por la cantidad de vehículos a la será sometido.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

## Coeficiente de drenaje

### Figura 43

Capas Granulares Cd

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Consideramos para nuestro proyecto CD = 1.1 por el tipo de suelo

Fuente: Elaboración Propia, 2019

## Barras de amarre

Se emplea en la junta longitudinal de acuerdo al espesor de la losa de pavimento

$e = 200 \text{ mm}$

ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. x LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	1.59 x 81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	1.59 x 82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	1.59 x 84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	1.59 x 86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	1.59 x 89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	1.59 x 91	@ 91 cm	@ 91 cm

Tamaño de varilla =  $1.27 * 76 @ 76 \text{ cm}$

## ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

**Figura 44**

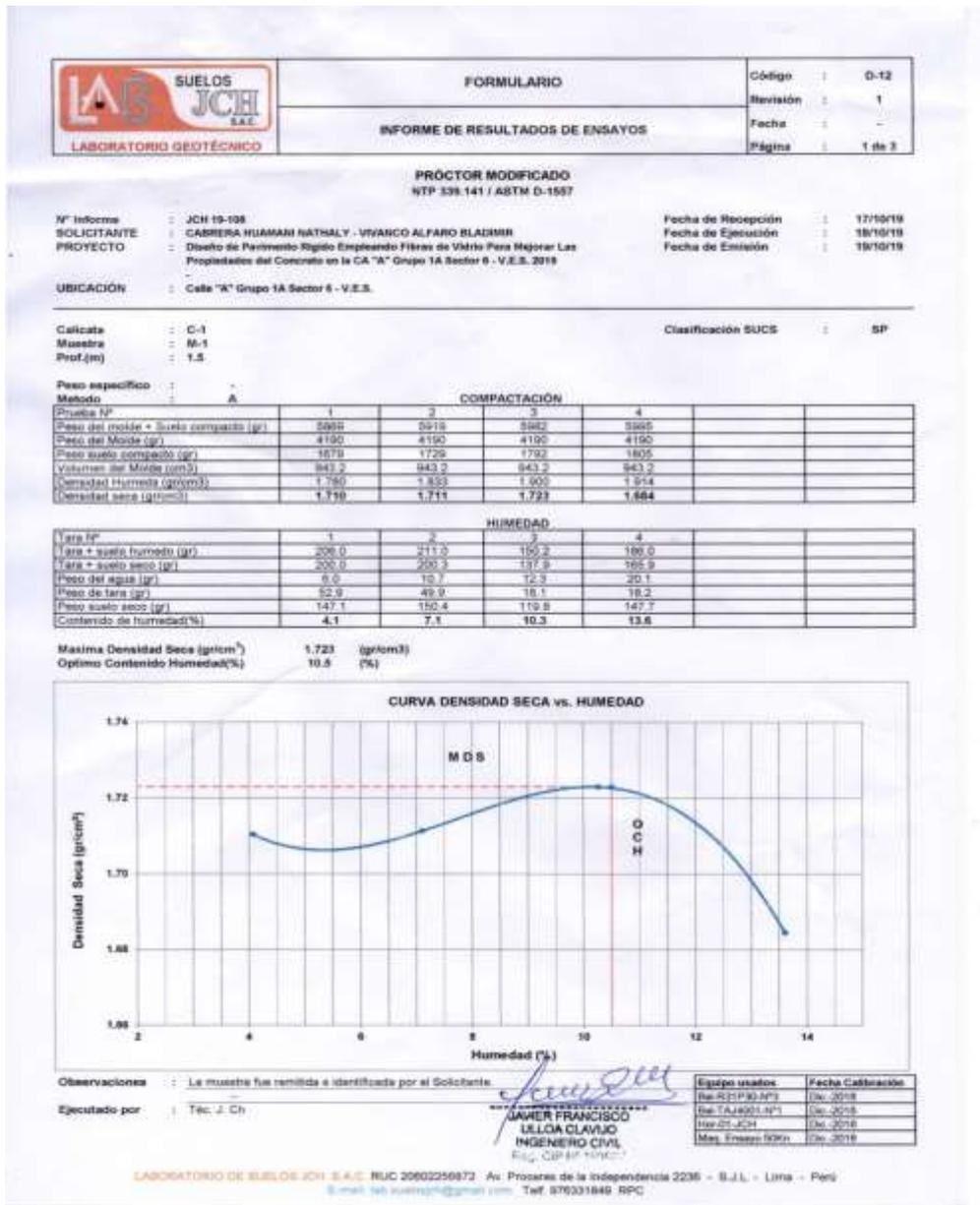
*Granulometría – Clasificación Sucs*



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 45

Ensayo de Proctor Modificado



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 46

Ensayo de California Bearing Ratio (Cbr)

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° Informe : JCH 19-108	Fecha de Recepción : 17/10/19
SOLICITANTE : CABRERA HUAMAN NATHALY - VIVANCO ALFARO BLADIMIR	Fecha de Ejecución : 18/10/19
PROYECTO : Diseño de Pavimento Rígido Empleando Fibras de Vidrio Para Mejorar Las Propiedades del Concreto en la CA "A" Grupo 1A Sector 6 - V.E.S. 2019	Fecha de Emisión : 19/10/19
UBICACIÓN : Calle "A" Grupo 1A Sector 6 - V.E.S.	

Calicata : C-1	Clasificación SUCS : SP
Muestra : M-1	
Prof.(m) : 1.500	
MOS (gr/cm3) : 1.723	
OCH (%) : 10.5	

**COMPACTACIÓN**

N° de golpes por capa	A-2		D-1		C-2	
	56	25	25	10	10	10
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11962	12042	10522	10712	12168	12392
Peso del Molde (gr)	7910	7910	6000	6000	6412	6412
Peso suelo compacto (gr)	4052	4132	3922	4112	3736	3980
Volumen del Molde (cm3)	2129	2129	2121	2121	2120	2120
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.904	1.941	1.849	1.938	1.767	1.873
Densidad seca (gr/cm3)	1.723	1.722	1.873	1.708	1.598	1.838

**HUMEDAD**

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo húmedo (gr)	450.1	545.9	533.8	575.0	548.3	531.0
Tara + suelo seco (gr)	412.8	490.6	488.5	512.8	502.2	472.0
Peso del agua (gr)	37.6	55.3	45.3	62.4	46.1	59.0
Peso de tara (gr)	53.5	55.5	50.2	55.0	52.2	60.5
Peso suelo seco (gr)	359.0	435.1	438.3	457.7	440.0	411.5
Contenido de humedad (%)	10.5	12.7	10.5	13.7	10.5	14.3

**EXPANSIÓN**

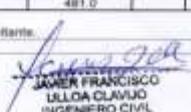
FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
04.09.2019	0	8:06:50 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
05.09.2019	34	8:07:50 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
06.09.2019	48	8:05:50 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
07.09.2019	72	8:08:30 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
08.09.2019	96	8:04:50 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-2		D-1		C-2	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN		CORRECCIÓN	
			Lb	CBR (%)	Lb	CBR (%)	Lb	CBR (%)
0.000		0						
0.025		30.8		15.8		8.8		
0.050		48.6		38.7		22.0		
0.075		80.2		77.8		39.7		
0.100	1000	167.6	214.7	21.8	118.3	192.2	19.2	84.6
0.125		199.3		161.3		90.3		136.1
0.150		248.8		208.5		121.9		138.8
0.175		312.3		261.1		160.1		150.2
0.200		374.7		308.8		190.2		159.2
0.300		578.0		405.4		333.4		188.6
0.400		877.1		490.3		418.6		188.6
0.500		1189.2		581.0		425.9		188.6

Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. J. Ch



**JAWER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL

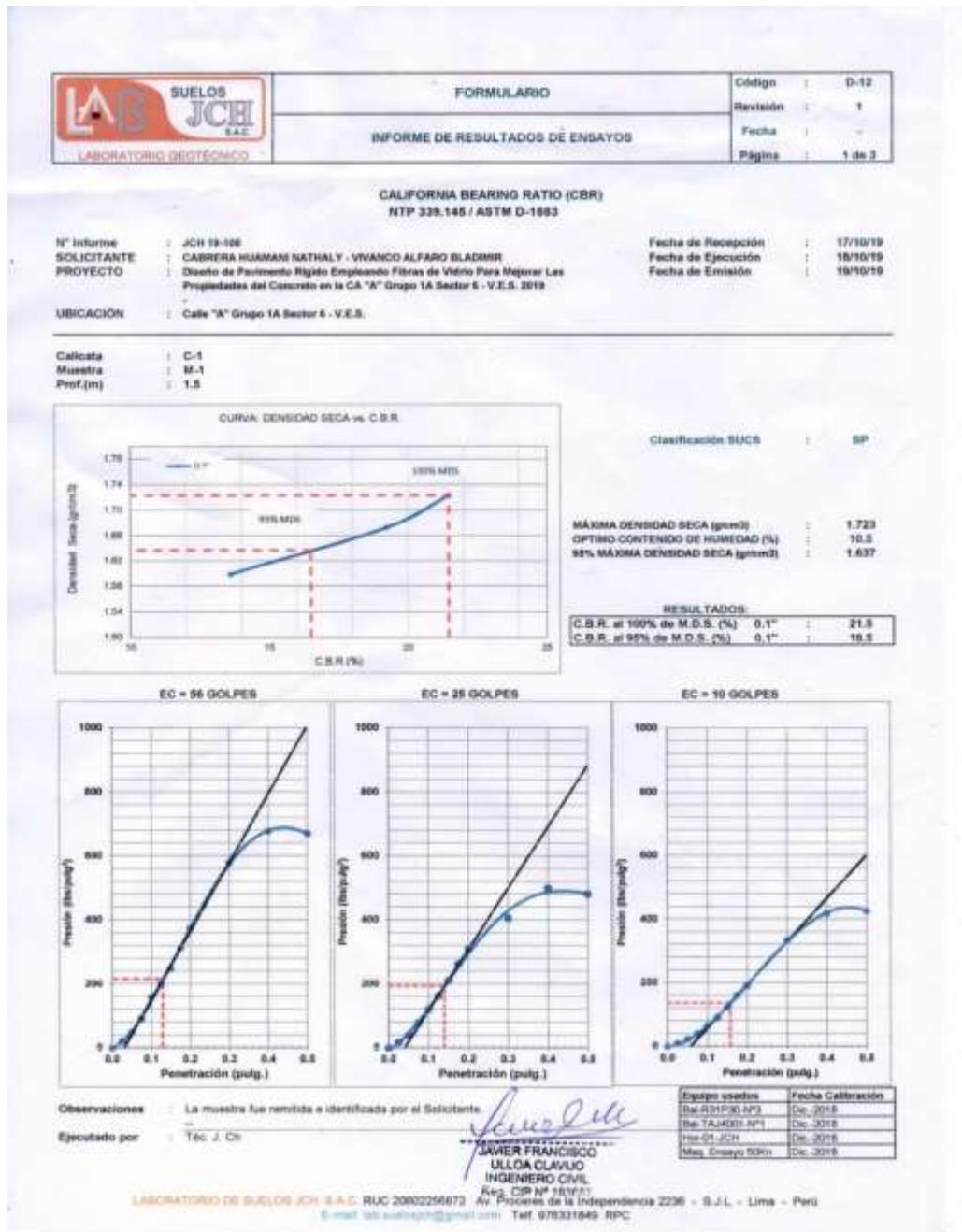
Equipo usados	Fecha Calibración
Bar-R31F30-4P3	Oct. 2018
Bar-TA2000-NP1	Oct. 2018
Mar-D1-JCH	Oct. 2018
Mar. Ensayo 506in	Oct. 2018

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20062298872 Av. Proceros de la Independencia 2238 - S.J.L. - Lima - Perú  
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331840 RPC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 47

Ensayo de California Bearing Ratio (Cbr) - Curva Densidad Seca Vs Cbr



Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 48**

*Certificado de Calibración 1*

## SERVIT S.A.C.

**SERVICIO DE REPARACIÓN VENTA Y ALQUILER DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS Y LABORATORIOS**  
R.U.C. 20511279627

Estación Total  
Teodolitos electrónicos y mecánicos  
Planchetas, niveles, alfileres  
Brújulas, ecímetros, planimetro  
Balanzas, Microscopios  
Binoculares, GPS, telémetros  
Miras, jalones y tripodes

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

Lima, 11 de Octubre de 2019

SEÑORES:  
EAC CONSULTORES E.I.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION:**

Equipo:  
Marca:  
Modelo:  
Serie:  
Precisión:  
Sensibilidad del nivel esférico:  
Rango del compensador automático:  
Aumento del objetivo:  
Imagen del objetivo:  
Limbo horizontal:  
Fecha de calibración:  
Fecha de vencimiento:

4916-10-2010  
NIVEL AUTOMÁTICO  
TOPCON  
AT-G6  
M29241  
2.00 mm x 1 km en doble nivelación  
8" / 2.00 mm  
12"  
24X  
DIRECTO  
90°/13"/ESTIMACION 0.1"  
11-OCT-2019  
11-ABR-2020

SERVIT S.A.C. certifica que el equipo topográfico descrito arriba cumple con las especificaciones técnicas de la fabrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

**EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO:**  
SET COLIMADOR GPT 320 MARCA TOPCON

**METODOLOGIA APLICADA TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES.**  
Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un SET COLIMADOR con telescopio de 30X y en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus traves este dentro de 01".

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION.**  
Por estimación del ángulo de inclinación del compensador automático enfocado al infinito respecto a la línea horizontal del retículo del colimador TOPCON.

VALOR DEL PATRÓN	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	RANGO	RESULTADO
90°00'00"	90°00'00"	0.00"	± 2.00 mm	OPERATIVO

CERTIFICADO POR  
JORGE RÁEZ  
GERENTE TÉCNICO

FIRMA:  
**SERVIT S.A.C.**  
Carlos J. Raíz López  
Gerente Técnico

FECHA DE EMISION:  
11-OCT-2019

CALLE CHARLES SUTTON N° 385 DPTO 301 3er Piso. URB. INGENIERIA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - PERU  
Tel: 481 1493 Cel: 993 761 675 RUC: 956 058 300 E-mail: servit\_sac@yahoo.es / servit.sac@gmail.com

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 49

Certificación de Calibración 2



**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

---

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 346-2018 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2018-12-08	
<b>1. SOLICITANTE</b>	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.  Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  G & L LABORATORIO 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.
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>BALANZA</b>	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: TAJ4001	
NÚMERO DE SERIE	: 6338110054	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 4000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g	
PROCEDENCIA	: USA	
IDENTIFICACIÓN	: Bal - TAJ4001 - N° 1	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2018-12-07	
<b>3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL 2010.	
<b>4. LUGAR DE CALIBRACIÓN</b>	Laboratorio de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO	





Glicer Antonio Huamani Páez  
Responsable de Laboratorio de Metrología



---

Av. Mirores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Eliza II Etapa Los Olivos - Lima	RPC: 992 - 302 - 883 RPC: 992 - 302 - 878	SKYPE: ventas@gylaboratorio.com Correos: ventas@gylaboratorio.com servicios@gylaboratorio.com	Horario de Atención: Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm Sábados: 8:00 am a 1:00 pm
--	--	---	--

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 50

Certificado de Calibración 3



**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 346-2018 GLM  
Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	32.0 °C	32.1 °C
Humedad Relativa	37 %	37 %

**6. TRAZABILIDAD**  
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL.	Pesas (exactitud F1)	LM - 415 - 2018 LM - 416 - 2018

**7. OBSERVACIONES**  
Para 4000 g la balanza indicó 3998.8 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".  
(\* ) Código asignado por LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRASA	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1* t(g)	Temp. (°C)		Carga L2* t(g)	Δ L (mg)	E (mg)
		Inicial	Final			
		32.0	32.0			
	3,000.0 g			4,000.0 g		
1	1,999.9	60	-110	3,999.8	40	-190
2	1,999.9	50	-100	3,999.8	50	-200
3	1,999.9	60	-110	3,999.5	50	-200
4	1,999.9	50	-100	3,999.8	60	-210
5	1,999.9	60	-110	3,999.8	60	-210
6	1,999.9	50	-100	3,999.8	50	-200
7	1,999.9	50	-100	3,999.5	40	-190
8	1,999.9	50	-100	3,999.8	40	-190
9	1,999.9	40	-90	3,999.8	50	-200
10	1,999.9	50	-100	3,999.8	50	-200
Diferencia Máxima		20				20
Error máximo permitido ±		200 mg		±		300 mg



Av. Miraflores Mz. E L1. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878



LABORATORIO SAC

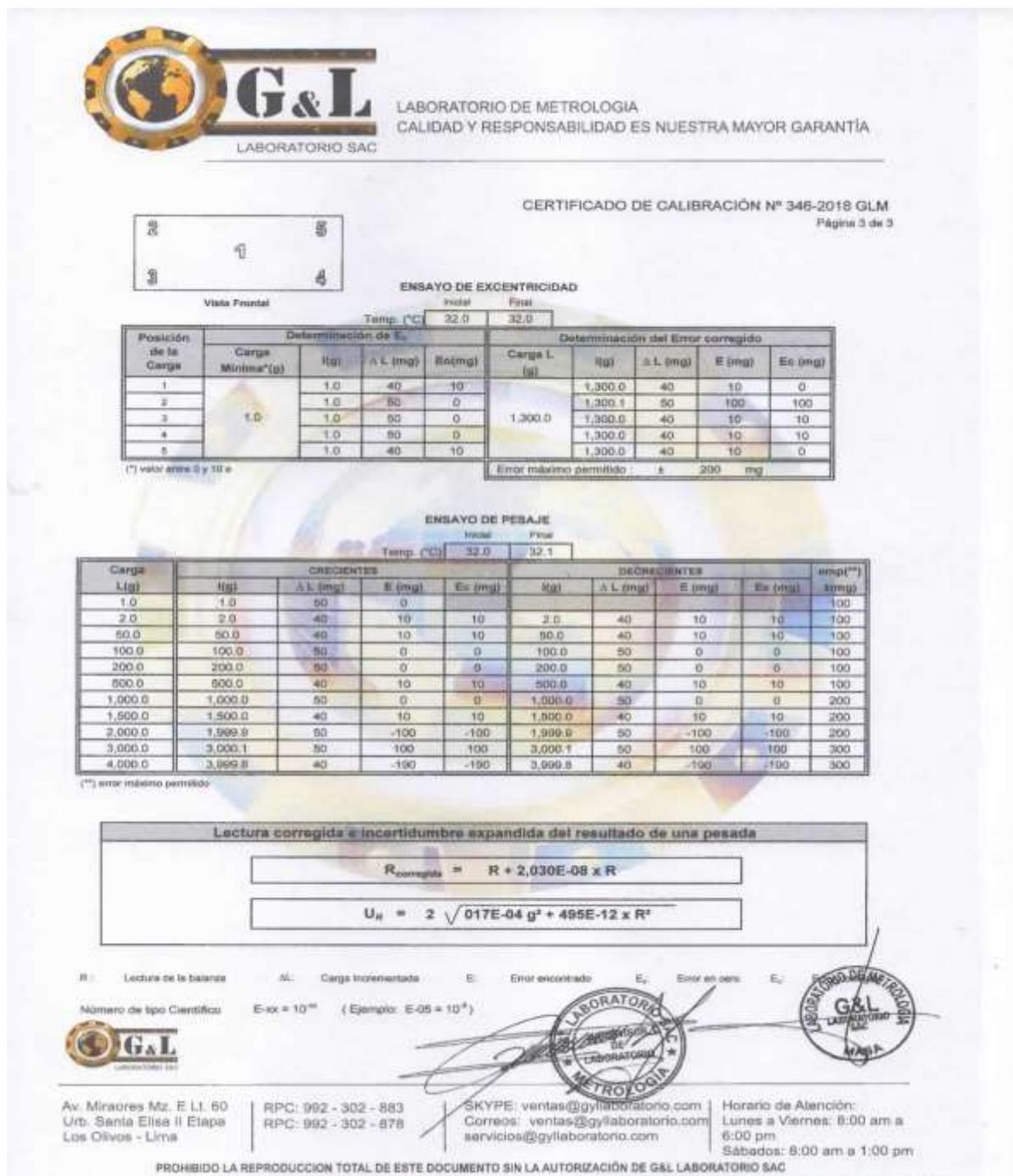
Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 51

Certificado de Calibración 4



Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 52**

*Certificado de Calibración 5*



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**  
Instrument  
**Rangos**  
Measurement range  
**FABRICANTE**  
Manufacturer  
**Modelo**  
Model  
**Serie**  
Identification number  
**Ubicación de la máquina**  
Location of the machine  
**Norma de referencia**  
Norm of used reference  
**Intervalo calibrado**  
Calibrated interval  
**Solicitante**  
Customer  
**Dirección**  
Address  
**Ciudad**  
City  
**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**  
Measurement standard  
**Tipo / Modelo**  
Type / Model  
**Rangos**  
Measurement range  
**Fabricante**  
Manufacturer  
**No. serie**  
Identification number  
**Certificado de calibración**  
Calibration certificate  
**Incertidumbre de medida**  
Uncertainty of measurement  
**Método de calibración**  
Method of calibration  
**Unidades de medida**  
Units of measurement  
**FECHA DE CALIBRACIÓN**  
Date of calibration  
**FECHA DE EXPEDICIÓN**  
Date of issue  
**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**  
Number of pages of this certificate and documents attached  
**FIRMAS AUTORIZADAS**  
Authorized Signatures

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**  
**50 kN** Pág. 1 de 3  
OHAUS (INDICADOR) / KELI (CELDA TIPO S)  
T32XW (INDICADOR) / F – 5 – AA (CELDA TIPO S)  
B719098045 (INDICADOR) / 5X70860 (CELDA TIPO S)  
LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )  
Del 10% al 100% del Rango  
**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**  
AV. PROCESOS DE LA SERPENTENAGA NRO. 2336 APY SAN BLASION DEL JUAN DE LOS RIOSCHICO  
LIMA  
  
T71P / DEF – A  
5 tn  
OHAUS / KELI  
B504530209 / AGB8505  
N° 011 – 2018 GLF  
0.062 %  
Comparación Directa  
Sistema Internacional de Unidades ( SI )  
  
2018 – 12 – 07  
2018 – 12 – 08  
  
3



Téc. Gilmer A. Maza  
Responsable Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Ll. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos – Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gylaboratorio.com  
Correos: ventas@gylaboratorio.com  
servicios@gylaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 53**

*Certificado de Calibración 6*



**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA  
LABORATORIO SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**NÚMERO** 343-2018 GLF  
Pág. 2 de 3

**Método de Calibración:** FUERZA INDICADA CONSTANTE  
**Tipo de Instrumento:** PRENSA CBR 50 kN

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

**Dirección de la Carga:** COMPRESIÓN      **Resolución:** 0.02 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
10	5	4.94	4.95	No Aplica	49.98	No Aplica
20	10	9.96	9.93		9.94	
30	15	14.92	14.89		14.94	
40	20	19.94	19.85		19.96	
50	25	24.89	24.86	No Aplica	24.93	No Aplica
60	30	29.94	29.96		29.98	
70	35	34.96	34.98		34.92	
80	40	39.84	39.88		39.94	
90	45	44.98	44.90		44.93	
100	50	49.94	49.89		49.94	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud g (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	5	-74.95	225.69			0.400	150.443
20	10	0.57	0.30			0.200	0.233
30	15	0.56	0.34			0.133	0.231
40	20	0.42	0.55			0.100	0.358
50	25	0.43	0.28	No Aplica	No Aplica	0.080	0.196
60	30	0.13	0.13			0.067	0.130
70	35	0.13	0.17			0.057	0.144
80	40	0.28	0.25			0.050	0.178
90	45	0.14	0.18			0.044	0.145
100	50	0.15	0.10			0.040	0.121
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	No Aplica		

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**  
La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 27.0 °C      Humedad Mínima: 51.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 27.4 °C      Humedad Máxima: 51.0 %Hr




Av. Miraflores Mz. E L1. 60      RPC: 992 - 302 - 883      SKY: E. ventas@gylaboratorio.com      Horario de Atención:  
Urb. Santa Elías II Etapa      RPC: 992 - 302 - 879      Correos: ventas@gylaboratorio.com      Lunes a Viernes: 8:00 am a  
Los Olivos - Lima      servicios@gylaboratorio.com      6:00 pm      Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 54

Certificado de Calibración 7



**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA  
LABORATORIO SAC

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **343-2018 GLF**  
Pág. 3 de 3

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

<i>Errores relativos absolutos máximos hallados</i>					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,57	0,55	No Aplica	No Aplica	0,00	0,200

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: 87747 con LLF = 0,39, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,06 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 191 – 18.

**OBSERVACIONES .**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 8.4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 343-2018 GLF

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Téc. **Gilmer A. Huamán Pazayoma**  
Responsable Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gylaboratorio.com  
Correos: ventas@gylaboratorio.com  
servicios@gylaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

**Figura 55**

*Tabla de clasificación de suelos SUCS*

CLASIFICACION DE DIVISIONES MAYORES			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos menos del 50% pasa el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n°4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa
			GP	grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM	grava limosa
			GC	grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	SW	Arena bien graduada, arena fina a gruesa.
			SP	Arena pobremente graduada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino mayor o igual a 50% que pasa el tamiz No.200	Limos y arcillas limite líquido < 50	inorgánico	ML	limo
			CL	arcilla
	Limos y arcillas limite líquido ≥ 50	orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
		inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
			CH	Arcilla de alta plasticidad
		orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos			Pt	turba

Fuente: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos Norma ASTM – 2487

**Figura 56**

*Sistema de Clasificación AASHTO*

Clasificación de suelos por el método AASHTO							
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos, pasa el tamiz No. 200)			Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz No. 200)			
	A-1	A-3*	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
<b>GRUPOS</b>							
Porcentaje que pasa el tamiz:							
No. 10 (2.00 mm)	-	-	-	-	-	-	-
No. 40 (0.425 mm)	50 máx.	51 mín.	-	-	-	-	-
No. 200 (0.075 mm)	25 máx.	10 mín.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm):							
Límite líquido	-	-	-	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	NP	-	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
* La colocación de A-3 antes A-2, se hace únicamente por razones de ordenamiento de cantidades.							

Fuente: Clasificación de suelos AASHTO Método M145

**Figura 57**

*Clasificación*

Clasificación de suelos por el método AASHTO											
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos, pasa el tamiz No. 200)							Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz No. 200)			
Grupos	A-1		A-2								A-7
Subgrupos	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
No. 10 (2.00 mm)	50 máx.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
No. 40 (0.425 mm)	10 máx.	50 máx.	51 mín.	—	—	—	—	—	—	—	—
No. 200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	
Características del material que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm):											
Límite líquido	—	—	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.*
Terreno de fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno	Excelente a bueno				Regular a malo			

\* El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual ó menor a U-30.  
El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que U-30.

Fuente: Clasificación de suelos AASHTO Método M145

## Figura 58

### Métodos a Utilizar

CONCEPTO	MÉTODO			
	A	B	C	D
Diámetro del molde de (cm)	10.16	15.24	10.16	15.24
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	943.3	2124.0	943.3	2124.0
Peso del martillo o pisón (Kg)	4.54	4.54	4.54	4.54
Altura de caída del martillo (cm)	45.7	45.7	45.7	45.7
Número de golpes del pisón por cada capa	25	56	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5	5
Energía de compactación (Kg-cm/cm <sup>3</sup> )	16.49	16.49	16.49	16.49
			El	
Suelo por usarse Pasa por	100% tamiz No.4	100% tamiz 3/8"	20% retiene No.4	Pasa 100% tamiz 3/4"

Fuente: Clasificación de métodos Laboratorio de Mecánica