



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de concreto con fibra de polipropileno para losa del
pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Corsino Alonzo, Jair (orcid.org/0000-0002-3838-9504)

ASESOR:

Dra. Garcia Alvarez, Maria Ysabel (orcid.org/0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada primeramente a Dios y mis padres, fuente de inspiración para llegar hasta este punto de mi vida y seguir adelante siempre.

“Todos los triunfos nacen cuando nos atrevemos a comenzar” por tal motivo dedico mi trabajo de investigación a Dios y a mis padres.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiar mi camino, a mis padres y hermanos por confiar en mí, por darme las fuerzas, consejos y motivación para poder lograr mis metas. Y a la Dr. Maria Ysabel, Garcia Alvarez por su dedicación, paciencia durante todo este tiempo de enseñanza y recomendaciones para poder lograr este presente trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables, Operacionalización.....	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad	25
3.5. Procedimiento	26
3.6. Métodos de Análisis de datos	27
3.7 Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Limites granulométricos por malla</i>	11
Tabla 2. <i>Recomendación de resistencia del concreto según rango de Tráfico</i>	14
Tabla 3. <i>Repeticiones Acumuladas de EE para caminos con poca cantidad de tránsito</i>	16
Tabla 4. <i>Repeticiones Acumuladas de EE para caminos con media cantidad de tránsito</i>	17
Tabla 5. <i>Repeticiones Acumuladas de EE para caminos con alta cantidad de tránsito</i>	17
Tabla 6. <i>Índice de Serviciabilidad inicial y final</i>	18
Tabla 7. <i>Valores de confiabilidad y desviación estándar conforme al rango de tráfico</i>	18
Tabla 8. <i>CBR mínimos recomendados para la subbase granular para pavimentos rígidos según intensidad de tráfico EE</i>	19
Tabla 9. <i>Contenido de la Humedad de los materiales</i>	30
Tabla 10. <i>Gravedad Específica y Absorción de arena gruesa</i>	30
Tabla 11. <i>Gravedad específica y absorción de piedra chancada</i>	31
Tabla 12. <i>Promedio de pesos unitario de arena gruesa</i>	31
Tabla 13. <i>Promedio de pesos unitario de piedra chancada</i>	31
Tabla 14. <i>La granulometría del agregado fino</i>	32
Tabla 15. <i>La granulometría del agregado grueso</i>	32
Tabla 16. <i>Materiales para el diseño de mezcla $f'c$ 300 kg/cm²</i>	33
Tabla 17. <i>Características generales para el diseño del concreto patrón</i>	34
Tabla 18. <i>La relación Agua cemento para el diseño $f'c = 300$ Kg/cm²</i>	34
Tabla 19. <i>Proporciones por m³ y bls del concreto patrón</i>	34
Tabla 20. <i>Características generales de diseño de concreto incorporando fibra 400 g</i>	35
Tabla 21. <i>Proporciones por m³ y bls del concreto incorporando fibra 400 g</i>	35
Tabla 22. <i>Características generales para el diseño de concreto incorporando fibra 950 g</i>	36
Tabla 23. <i>Proporciones por m³ y bls del concreto incorporando fibra 950 g</i>	36
Tabla 24. <i>Resumen de asentamiento por cada diseño elaborado</i>	36
Tabla 25. <i>Cantidad de probetas ensayadas a compresión</i>	37
Tabla 26. <i>Promedio de rotura a compresión de 300kg/cm² de los 7 días</i>	38
Tabla 27. <i>Promedio de rotura a compresión de 300kg/cm² a los 14 días</i>	39

Tabla 28. Promedio de rotura a compresión de 300kg/cm ² a los 28 días.....	41
Tabla 29. Promedio de resistencia a compresión obtenido vs el tiempo de curado.	42
Tabla 30. Cantidad de vigas ensayadas a flexión	43
Tabla 31. Promedio del módulo de rotura de 300kg/cm ² a los 28 días.....	43
Tabla 32. Resumen conteo vehicular ligero	46
Tabla 33. Resumen de conteo vehicular pesado	46
Tabla 34. Determinado de la tasa de crecimiento	47
Tabla 35. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para pavimento rígido.....	47
Tabla 36. Resultados para determinar el ESAL	48
Tabla 37. Tipo de trafico de volumen medio acumulado expresado en EE.....	48
Tabla 38. Confiabilidad para medio volumen de tránsito.....	49
Tabla 39. Serviciabilidad para medio volumen de tránsito	49
Tabla 40. CBR mínimo recomendado por el MTC según tráfico EE	50
Tabla 41. Coeficiente de drenaje de capas granulares	53
Tabla 42. Parámetro para transferencia de cargas (J).....	53
Tabla 43. Valores de parámetros para determinar el espesor.....	53
Tabla 44. Espesor de la losa de pavimento determinado en relación de diferente diseño de concreto.....	54

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Relación resistencia a la compresión y algunos valores de a/c	11
Figura 2. Bolsa de fibra z de polipropileno de 1.6 kg.	12
Figura 3. Tipos de consistencia de mezclas según su asentamiento.	13
Figura 4. Ecuación para el módulo de elasticidad.	13
Figura 5. Ecuación para el módulo de rotura.....	15
Figura 7. Manual de la Asociación de Cemento Portland: subrasantes y subbases para pavimentos de hormigón-Skokie PCA 1971.....	20
Figura 8. Coeficiente de drenaje de las capas granulares.....	20
Figura 9. Valores de coeficiente de transmisión de carga.	20
Figura 10. Tramo de la zona de estudio mediante el Google earth.	29
Figura 11. Tipos de muestras de diseño de concreto.	33
Figura 12. Grafica del resumen del asentamiento por cada diseño elaborado....	37
Figura 13. Resumen de resistencia a compresión del concreto – 7 días.	38
Figura 14. Resumen de resistencia a compresión del concreto – 14 días.	40
Figura 15. Resumen de resistencia a compresión del concreto – 28 días.	41
Figura 16. Resumen promedio de resistencia a compresión según diseños elaborados.....	42
Figura 17. Resumen de resistencia a flexión del concreto – 28 días.....	44
Figura 18. Sección transversal de estructura de pavimento de concreto hidráulico.	50
Figura 19. Variación de espesor de losa del pavimento de acuerdo con distintas dosificaciones.....	54
Figura 20. Determinando el espesor de la losa concreto patrón (software PavimR).	55
Figura 21. Determinando el espesor de la losa concreto + 400 gr/m ³ de fpp (software PavimR).....	56
Figura 22. Determinando el espesor de la losa concreto + 950 gr/m ³ de fpp (software PavimR).....	57

RESUMEN

La presente investigación titulado “Diseño de concreto con fibra de polipropileno para losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022” fijó por objetivo determinar de qué manera el diseño de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa Maria, Lima 2022. La finalidad de esta investigación es constatar si hay una mejora en la resistencia del concreto incorporando fibra de polipropileno. Como metodología, se aplicó el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y de diseño cuasiexperimental.

Los resultados obtenidos se llegaron a determinar que entre las proporciones de 0 gr, 400gr/m³ y 950 gr/m³ de fibra de polipropileno, hay un aumento de resistencia donde la incorporación de 400gr/m³ de fibra de polipropileno llega a su máxima resistencia 337 kg/cm² a compresión y 41 kg/cm² a flexión estos dos a los 28 días con respecto al concreto patrón de f'c de 300 kg/cm², por ello se concluye que al incorporar la fibra ensayada en laboratorio con 400gr/m³ de fibra de polipropileno es lo adecuado para aumentar la resistencia de la avenida Villa Maria. Finalmente contribuye a la losa en obtener un menor espesor en relación con el concreto patrón.

Palabras clave: Diseño de concreto, fibra de polipropileno, losa del pavimento.

ABSTRACT

The present research entitled "Design of concrete with polypropylene fiber for rigid pavement slab, Villa Maria Avenue, Lima 2022" aims to determine how the design of concrete with polypropylene fiber influences the rigid pavement slab, Villa Maria Avenue, Lima 2022. The purpose of this research is to determine if there is an improvement in the strength of the concrete by incorporating polypropylene fiber. As methodology, the approach used was quantitative, applied and quasi-experimental design.

The results obtained determined that between the proportions of 0 gr, 400 gr/m³ and 950 gr/m³ of polypropylene fiber, there is an increase in resistance where the incorporation of 400 gr/m³ of polypropylene fiber reaches its maximum resistance of 337 kg/cm² in compression and 41 kg/cm² in bending, these two at 28 days with respect to the standard concrete of f'c of 300 kg/cm², Therefore, it is concluded that the incorporation of the fiber tested in the laboratory with 400 gr/m³ of polypropylene fiber is adequate to increase the resistance of Villa Maria Avenue. Finally, it contributes to the slab to obtain a lower thickness in relation to the standard concrete.

Keywords: Concrete design, polypropylene fiber, pavement slab.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el deterioro de los pavimentos va aumentando, teniendo como factores principales el exceso de vehículos, lo cual genera tráfico y sobre carga vehicular provocando agrietamiento de los pavimentos. Las condiciones ambientales también es un factor en muchos países por el incremento de la temperatura del calor y frío, cuando inicialmente los materiales y el diseño no se tuvo en consideración aquel factor. Actualmente hay pavimentos rígidos, que están diseñado para soportar mayores cargas, para esto uno de los factores fundamentales son hacer un análisis y realizar comparativos con diferentes propiedades del concreto para así poder tener un adecuado uso al momento que se aplique respecto a los estudios de tránsito de diseño y factor del clima.

Haciendo referencia a lo mencionado nos indica que todas las vías de transporte van a tener que afrontar grandes desafíos a corto plazo o un futuro próximo debido a múltiples requerimientos de mantenimiento en consecuencia al exceso de demanda de vehículos y crecimiento del transporte por el crecimiento poblacional en Ecuador, proponiendo diversos métodos de cálculo para mejorar el diseño del pavimento. (Cedeño, 2014, p.2)

Los proyectos viales han incrementado, teniendo como referencia el buen diseño de los tramos de Canta – Huallay, a gran demanda vehicular y altas temperaturas, se han realizado dos evaluaciones superficiales del pavimento y teniendo como estado un pavimento muy bueno. En la región de Lima los pavimentos flexibles se encuentran en mal estado, la cual urge realizar una evaluación del pavimento, y de ello generar una propuesta de diseño vial, teniendo en consideración al tipo de tránsito vehicular para vehículos livianos y pesados, el IMDA a 50 años para que no se ve afectado a unos pocos años, por el gran aumento de vehículos.

En el Perú generalmente los pavimentos son diseñados de acuerdo con el Reglamento Técnico CE.010 puesto que si se cumple con lo requerido se tendrá una mayor durabilidad para los conductores. Por esto se evaluará de aspecto superficial, por medio del MTC en donde abarca suelos y pavimentos a través de la evaluación mediante la observación de los defectos que están en la pavimentación del estudio. Entonces podemos decir que en nuestro país las vías principales no cumplen con un mantenimiento constante para los pavimentos post a su ejecución

por ende comienzan a presentar fallas y deterioros prematuros (Instituto de la construcción y gerencia, 2004, p.5).

Del modo que se examina en la variable independiente y variable dependiente; Diseño de concreto con fibra de polipropileno para losa del pavimento rígido, por ende se considera como una realidad problemática, se puede mencionar que en Villa María del Triunfo la población aumento al pasar los años, viéndose reflejado al pavimento, como resultado el tráfico de medios de transporte bastante elevado modificando el comportamiento en la proyección del tránsito de la zona, aunque, existen otros elementos como el incremento de la elaboración, el gran avance de los pueblos en su cercanía, la modificación en el uso de los suelos, así mismos los coeficientes climáticos (lluvia), vibraciones sísmicos e magnitud del tránsito.

Observando la realidad problemática es necesario el planteamiento del problema, considerando por ende la problemática principal: ¿De qué manera el diseño de concreto con fibra de polipropileno afecta en la losa del pavimento rígido, avenida Villa Maria, Lima 2022? Mencionando los problemas específicos; tenemos la primera ¿De qué manera el diseño de mezcla de concreto con fibra de polipropileno repercute en la losa del pavimento rígido, Avenida Villa María, Lima 2022?; la segunda ¿De qué manera el módulo elástico de concreto con fibra de polipropileno contribuye en la losa del pavimento rígido, Avenida Villa María, Lima 2022? y la tercera ¿De qué manera el módulo de rotura de concreto con fibra de polipropileno interviene en la losa del pavimento rígido, Avenida Villa María, Lima 2022?

Prosiguiendo la sucesión del reciente esquema del trabajo de estudio se hace referencia que la justificación del problema: tomando en cuenta la parte teórica, del trabajo este se basará en la recolección de antecedentes internacionales y nacionales basado en nuestro tema a investigar. Desde la perspectiva práctica ya que la información recaudada influirá en mejoras de estrategias para evitar posibles futuros problemas en pavimentos rígidos desde los anteproyectos hasta después de su ejecución para una solución de los problemas ya dados. Por otro lado, la presente investigación presenta una influencia positiva en el ámbito social ya que evitará congestión de tránsito de vehículos, embotellamientos y problemas en los automóviles por fallas en el pavimento. Finalmente, en lo metodológico, se seguirá

una estructura definida por la escuela de ingeniería civil, teniendo como metodología descriptiva y experimental.

La investigación tuvo de modo que su objetivo general se planteó determinar de qué manera el diseño de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa Maria, Lima 2022, por consiguiente, como objetivos específicos; la primera fue determinar de qué manera el diseño de mezcla de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022, la segunda fue determinar de qué manera el módulo elástico de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022, y la tercera fue determinar de qué manera el módulo de rotura de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022.

Planteado los inconvenientes y teniendo claro los objetivos se formuló las siguientes: hipótesis, por ende, contamos con la hipótesis general; el diseño de concreto con fibra de polipropileno influye significativamente en la losa del pavimento rígido, avenida Villa Maria, Lima 2022. Las hipótesis específicas; la primera, el diseño de mezcla de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022; la segunda, el módulo elástico de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022; y la tercera, el módulo de rotura de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como parte de la investigación, se hace mención los antecedentes nacionales e internacionales de diversas tesis de investigaciones, que van a ayudar a conocer e identificar conceptos y teorías que se va a aplicar en dicho trabajo de estudio. Dado aquello se hará inicio con los antecedentes nacionales.

En los antecedentes nacionales, se tiene como objetivo principal conocer cómo influye la adicción de la fibra de polipropileno con respecto al pavimento de concreto hidráulico en la Av. La Cantuta. Para la realización del presente estudio su población fue de treinta y seis probetas cilíndricas de concreto y doce que estaban de forma rectangular midiendo 6" lado y 18" largo según la norma ASTM C 78 , la muestra fue hecha en el Laboratorio TECNOLABPERU. La metodología usada para dicho estudio de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental. Teniendo como resultado que se empleó tres proporciones diferentes de 200gr x m³, 400gr x m³ y 600gr x m³ para la fibra de polipropileno y con una resistencia de 350kg/cm², por lo cual hay una mejora en la resistencia a la compresión de la losa poseyendo en su proporción de 400gr x m³ viendo una mejora del 12% (Magallanes y Mitma, 2021, p.11, 78).

Seguidamente se puede mencionar, que el objetivo de dicho trabajo de estudio es poder establecer la ascendente en la agregación de la fibra sintética de polipropileno para el diseño del concreto del pavimento rígido en la Av. Los Laureles distrito de San Juan de Lurigancho. Para ello se usó una metodología de tipo aplicada, con método científico y diseño cuasi experimental. Su población en la que se llevó a cabo es el Tramo II (Au. Ramiro Prialé – Río Huaycoloro) para poder mejorar el tramo de la avenida Quinta y Laureles. Contando que los resultados obtenidos fueron la incorporación de 600g, 1000g y 1500g de SikaFiber PE en el concreto de 350kg/cm², respondiendo favorablemente con las propiedades del pavimento (Gutiérrez y Jauregui, 2019, p.35, 74).

Continuando con lo mencionado, su propósito general es de qué manera repercute las FPP en la loseta del pavimento de concreto hidráulico hacia la transigencia, flexión y precio. Disponiendo en su población aplicar tres probetas cilíndricas y rectangulares, teniendo un total de 24 probetas. La muestra destinada son aquellas probetas procesadas entre los 7 a 28 días con probetas cilíndricas para la compresión y 2 vigas para su resistencia de flexión. Su metodología usada en la

pesquisa es de método científico, nivel correlacional y de diseño experimental. Comprendiendo el resultado en los días 14 y 28 con FPP ambos poseyeron diferentes datos en la oposición a la compresión y el concreto sin la fibra se evidencio una variación en relación con el %, así mismo es recomendable la añadidura de la fibra de polipropileno a los 28 días que va a tener una resistencia de 318.66kg/cm² (Hernando y Huamani, 2019, p.13,54).

A continuación, objetivo es establecer la aplicación de la fibra de polipropileno a través del elemento de reforzamiento y si tiene dominio en el Pavimento de concreto hidráulico, dicha población usada fueron 24 probetas de hormigón cilíndricas agrupadas con un diseño conservador y los otros tres poseían diversos valores de fibra polipropileno y dicha muestra es de doce probetas de concreto. El método transversal, perspectiva cuantitativa y tipo aplicada. Acerca del efecto principal se mezclaron cantidades 20, 40 y 60 gr/m³ junto con la fibra de polipropileno al hormigón reduciendo su revenimiento al cuatro, diecisiete y veintisiete porcientos y el concreto sin fibra no redujo, dando ello, se propone que la fibra de polipropileno si impacta al concreto típico con diversas cantidades (Córdova y Cruz, 2020, p.5,27).

Dado por concluidos los antecedentes nacionales, su intención condujo en hallar los parámetros del pavimento endurecido adicionando la fibra de polipropileno al hormigón. Su población fueron todas las capas de rodadura endurecidas, con respecto a su muestra fue la avenida Los Regadores cuadra uno y cinco de San Juan de Lurigancho. En relaciona su metodología de forma descriptivo, aplicada y diseño no experimental. Disponiendo como resultado que para alcanzar la solidez en la transigencia y flexión con una ración de 3.5 % de fibra con estadio de secado de 50 días para contar con una resistencia alta (284.066kg/cm²) y su discernimiento de flexión es 62.38kg/cm², esta incorporación de la fibra en relación al concreto es 3kg/m³ viendo una mejoría en su firmeza, para ello se invita a que hay una mejoría en su cualidad de firmeza estructural de la losa constriñendo sus agrietamientos (Cabello y Mendoza, 2020, p. 7, 43).

Seguidamente se definió los antecedentes internacionales que se llega a encontrar las siguientes informaciones que nos ayudaran a tener una idea clara e idónea para

nuestro trabajo de investigación, teniendo en cuenta nuestras variables dependiente e independiente, que van a hacer útil para nuestra investigación.

Por lo cual se dará inicio a describir estos antecedentes que han sido escogido de manera adecuada y apropiada.

En la investigación, se presentó como objetivo valorizar la solidez a la comprensión del hormigón común frente al concreto con agregación de la fibra de polipropileno al dos por ciento. Y su conjunto de elementos fue de doce probetas cilíndricas, dándose la muestra en el Laboratorio del Concreto en el cual se tuvo en cuenta parámetros y normas en relación con los materiales. Exponiendo como metodología de tipo aplicada y experimental. Seguidamente los resultados que se uso fue la suma de la fibra al 2% a través de la mezcla de patrón donde se evidencio hormiguo debido que no hubo una buena compactación con la mesa vibratoria por ende no haya trabajabilidad y por este motivo la fibra no admitió al concreto, de manera que se sugiere seguir la Norma NTC 1377 con respecto a la mesa vibratoria evitando que haya vacíos en la muestra (Hernández y León, 2017, p.23,28).

Posteriormente, con el trabajo de investigación presentó como objetivo principal en disponer las cualidades del hormigón tanto físicas como mecánicas ante la asistencia de diversas fibras y las que no poseen ningún reforzamiento. Existiendo en su población las probetas cilíndricas y prismáticas de tipo de vigas y su muestra empleada se dio en el Laboratorio de Suelos y Materiales. El cual su metodología que utilizo fue experimental, tipo aplicada y método científico. Los resultados fue la utilización de $\frac{3}{4}$ de la fibra DRAMIX® 3D 80 proporción y 60 longitud BG y EPS Fibratex con una dosificación de 30kg/m³ y resistencia de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a los veintiocho días con esta fibra se obtuvo 407.32kg/cm² y sin fibra 361.66kg/cm², donde se recomienda que al añadir las fibras aumenta su resistencia y flexión del prototipo (Lindao y Romero, 2018, p.45,58).

Continuando con lo referido, la intención de dicho estudio es estudiar tal proceder del pavimento de concreto hidráulico alterando su concepción, añadiéndole la fibra polipropileno. En el cual su población fueron las probetas que se llevaran a cabo a los 7 y 28 días, los cuales la muestra se realizó en dicha casa de estudio la Pontifica Universidad Católica del Ecuador. En donde, la metodología empleada es de tipo

aplicada y experimental. Teniendo como resultado que en los días mencionados no había mucha dispersión dando 3.04 kg/cm^2 y su valor del porcentaje es de 0,11 que fueron homogéneas dichas muestras y la dosificación en A/C de 0,44 y A/C 0,40 llegaron alcanzar la resistencia de $1,25 \text{ kg/cm}^3$ a la compresión. Por ende, se recomienda que la solidez es mayor a la resistencia características dado por la desviación en sus valores y esto es dado al mezclado y módulo de la muestra (González y Montero, 2015, p. 157, 166)

A continuación, se mencionó su objetivo de investigar el producto de la fibra de polipropileno al hormiguo elaborado con ceniza volante, como el sustancial de cambio parcial del cemento, y cascara de coco. Dicha población utilizada fue las probetas con ranuras prismáticas y también ensayos de tracción y rotura. Y la muestra fue el Programa TEQIP-II. Poseyendo en su metodología es experimental de tipo aplicada. Y aquellos resultados que se obtuvieron fueron las dos mezclas uno con cascara de coco (agregado grueso) y el otro con agregados convencionales, y al usar la fibra de polipropileno poseían ciertas fracciones de 0,25%, 0,5%, 0,75% y 1,0% teniendo como consecuencia se dio una reducción leve en el asentamiento y densidad del hormigón de cascara de coco. La cual se recomienda que el hormigón de cascara de coco reforzado con fibra es idóneo como material de construcción (Prakash, Thenmozhi, Raman y Subramanian, 2018, pp. 33).

Finalizando con los antecedentes, de esta investigación se hizo mención del objetivo de aportar información del uso de la fibra de polipropileno para el refuerzo de los hormigones. Disponiendo como población las probetas cilíndricas para los 28 días de prueba y comprobar su resistencia a la compresión y la muestra usada fue en la Universidad Central del Ecuador. Teniendo como metodología de la investigación de tipo aplicada, experimental y con método científico. Y los resultados fueron basados por el Método A.C.I donde se hizo la mezcla sin ningún agregado de 21 MPa y 28 MPa y también se le agrego la fibra de polipropileno al mismo hormigón y se comparó su comportamiento mecánico y de la fibra teniendo como congregado de fibra de polipropileno de 0.13% del hormigón y ligeros incremento en la resistencia a la compresión del 4% y 16% para 21MPa y 28 MPa (Barros y Ramírez, 2012, p .220, 225).

Prosiguiendo, se mencionaron conceptos teóricos indispensables para la comprensión de la investigación:

Respecto a las fibras de polipropileno son fibras sintéticas que son producidas mediante una matriz plástica y una de las características es que contiene un peso específico bajo, y lo beneficioso de la implementación en el uso de estas fibras es que ayudan para el mejoramiento del concreto, teniendo en cuenta que nos brindara ciertos detalles como si estas fibras llegan a tener la capacidad de tensión y así como también de flexión hacia el concreto luego de evidenciarse ciertos agrietamiento o daños, finalizando que también la fibras de polipropileno al tener una distribución muy homogénea con respecto al concreto rígido esto conlleva a un buen reforzamiento en sus tres dimensiones que serán indicadas (Bonakdar y Mahoney, 2017, p. 51).

Teniendo en cuenta sobre el pavimento rígido se describe, que está conformado por ciertos elementos por lo cual está la losa de concreto hidráulico que es fundamental para el pavimento rígido, por lo cual esta losa esta tiene 2 funciones una que se comporta de forma funcional la que va a proporcionar una superficie cómoda y va a hacer segura para los pobladores y la otra se comporta de manera estructural se va a encargar de dispersar la mayoría de los esfuerzos dado por el tránsito. El segundo elemento es la base, este es aquella capa que se va a encargar de soportar, propagar y repartir de manera pareja las cargas que van hacer aplicadas en la rodadura de pavimento; esta base va a controlar los cambios en el volumen y en la elasticidad que van a ser perjudiciales para el pavimento y tenemos el último elemento que es el subrasante, esta capa es de material pétreos que van hacer construido en un territorio natural; cuenta principalmente con dos funciones una de ellas es que va brindar un soporte uniformemente a la estructura de la losa del pavimento y su última función debe soportar cargas que van a transmitir al territorio natural (Uribe, 2016, p. 27,28,29,30).

Seguidamente se plantea que se evidencia un mayor aporte de la fibra de polipropileno hacia el hormigón para la losa del pavimento, con respecto al estado fresco del hormigón la consistencia del hormigón junto a la fibra de polipropileno tuvo reducción de 33.33%, este porcentaje hace que se provoque la trabajabilidad del concreto se reduzca, en cuanto a su endurecimiento del hormigón se ve una

resistencia del 15% tanto en la compresión cuando se le adiciona con la fibra, su resistencia de flexión se ve un incremento del 2.85% por lo cual si genera un buen aporte de ello. Por el lado económico si se evidencio un aumento de 1,25 veces de lo que cuesta el hormigón dado que se le adiciono dicha fibra; se menciona también que la resistencia en su diseño analizado se elaboró una mezcla con bajo tenacidad dado que la fibra de polipropileno llega a compensar esa disminución tanto de cemento y de agregado, pero se debe tener en cuenta que no hay un cambio en el costo ya que no genera un ahorro en el precio del hormigón por su metro cubico (Lindao y Romero, 2018, p.68,89).

Finalizando se define que el pavimento rígido, está dado por ciertas estructuras que está compuesta por una capa de concreto que se presenta entre el rango de 18 a 30cm de espesor y esta capa en mención esta posada (apoyo) de una capa granular que no está tratada o mejor dicho no establecida con aquellos cementantes hidráulicos. Que está relacionado a su valor de dicho modelo elástico que esta aumentado en el concreto, la sobrecarga producida por dicho tráfico que se evidencia es aquellos que está relacionado con su mitigación respecto a su esfuerzo a flexión para la losa de concreto y también por las resistencias que se da por compresión que se van a ver dividido por un área extensa y estas se evidenciaran en el suelo de manera muy disminuida. Este pavimento rígido su estructura que lo compone está conformada por un material resistente y dado ello su comportamiento es frágil; debido a que el concreto que usan con frecuencia para su elaboración del pavimento es RT (muy baja), debemos tener en cuenta que sus espesores son grandes en el concreto, por lo que le hace que su rigidez sea mayor. Este tipo de pavimento está conformado por una losa de concreto hidráulico y se ve evidenciado que está apoyado en una base, dado ello le hace auto resistente (Rondón y Reyes, 2015, p.45).

Prosiguiendo en el diseño de mezcla la dosificación previamente se debe seleccionar la resistencia de acuerdo con el tipo de uso. Luego se debe seleccionar la relación agua y material cemento, de igual modo determinar las cantidades de los agregados finos y grueso. Por último, también se debe controlar el porcentaje de aire atrapado y el asentamiento de la mezcla (Rivva, 2015, p.56).

La relación agua-cemento, se hace la medida en peso, uno de los factores tan fundamental para el diseño de mezclas de concreto y por consiguiente se le debe tener mayor interés cuando se selecciona, por ello la relación a/c que se necesita se determina principalmente por condiciones de su resistencia, durabilidad impermeabilidad y acabado de las mismas (Niño, 2010, p.191)

Resistencia a la compresión a los 28 días en kg/cm ² (psi)	Concreto sin inductor de aire	Concreto con inductor de aire
	Relación absoluta por peso	Relación absoluta por peso
175 (2 500)	0,65	0,56
210 (3 000)	0,68	0,50
245 (3 500)	0,52	0,46
280(4 000)	0,47	0,42
315(4 500)	0,43	0,38
350 (5 000)	0,40	0,35

Figura 1. Relación resistencia a la compresión y algunos valores de a/c.

En la proporción de agregado fino nos referimos al material que pasa por el tamiz 3/8" procedente de la disgregación natural o artificial de rocas que cumplen con la norma NTP 400.3037, pudiendo ser proveniente de arena manufacturada o natural o una combinación, sus especificaciones deberá ser un material limpio de perfil angular y dura, resistente y compactadas. Este agregado deberá exento de polvo, esquistos, pizarras, materia orgánica y sales. La granulometría recomendada deberá ser retenida en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N°30, N° 50 y N° 100. La recomendación para que el material se ubique dentro de los límites (Rivva, 2015, p.24).

Tabla 1. *Limites granulométricos por malla*

Malla	% que pasa
3/8"	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30
N° 100	2-10

Fuente: Rivva, 2015, p.25

En la proporción de agregado grueso natural nos referimos a la cantidad de material que esta retenido por el tamiz N°4 dando a cumplir con lo establecido en la normativa ASTM C o 33NTP 400.037. Debe proceder de la desintegración mecánica o natural del pétreo de gran tamaño. Está conformado por partículas de preferencia angular, debiendo estar libre de tierra, lima, polvo, incrustaciones, materia orgánica, sales o humos. La granulometría permite la obtención máxima de la densidad del concreto, no debiendo ser mayor del 5% de la cantidad de material que esta retenido en la malla 1 1/2 y no más de 6 por ciento en la malla ¼. El agregado grueso utilizado para concreto de pavimentos no tendrá un daño del 50% para lo que respecta el ensayo de abrasión de acuerdo con la normativa ASTM C 131, NTP 400.019 o 400.020 (Rivva López, 2015).

La proporción de fibra de polipropileno (Z Aditivos) para un $f'c$ de 300 kg/cm² menor, se emplea 400g por cada m³ de concreto, para concreto con mayores a la $f'c=300$ kg/cm², se debe utilizar 950 g por m³ de concreto y reemplazo fierro de temperatura 1.5 a 1.6 kg por cada m³ de concreto (Ficha técnica Fibra Z de polipropileno, 2019, p. 2)



Figura 2. Bolsa de fibra z de polipropileno de 1.6 kg.

El contenido de aire se refiere al porcentaje donde queda atrapado la cantidad de aire en el diseño de mezcla, puede ser introducido intencionalmente donde el concreto estará expuesto a climas y situaciones diversas, se clasificar en exposiciones suaves, moderada, severa, en estas condiciones el concreto se encontrará expuesto o no al proceso de congelamiento, la incorporación de aire tiene propósitos distintos a la durabilidad o en el concreto en su estado sólido la principal función es dar trabajabilidad (NTP 339.081, 2011, p.6).

El ensayo de asentamiento, también llamando slump test se utiliza para poder ver las características a detalles de cómo se comporta el concreto en su estado fresco. Dado que fue adoptado en 1921 por el AS1M y revisado culminando en 1978, consiste en fundamentar una muestra de concreto en estado fresco con un molde troncocónico, para dar lectura de su asentamiento de la mezcla posteriormente desmoldeado, es de mayor importancia ya que podemos ver su consistencia y capacidad de acoplo hacia un molde para que pueda estar homogéneamente con mínimo de vacíos. Modificando principalmente por cambios en el contenido de agua dicha mezcla (Abanto, 2009, p.47).

Figura 3. Tipos de consistencia de mezclas según su asentamiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto, 2009, p.49

Parámetro que se aplica para el dimensionamiento de estructuras, empezando de la resistencia a flexotracción o también de resistencia a compresión, para alto desempeño del concreto tendrá que obtener una resistencia a compresión superior a 40 Megapascales. Según el AASHTO 93 recomienda que se debe realizar un empleo de una correlación recomendado en el ACI, donde el módulo elástico requerida de la resistencia a compresión. (MTC suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.218)

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

Figura 4. Ecuación para el módulo de elasticidad.

Se define mayor esfuerzo que resistirá el testigo sin dañarse dado que las propiedades primordiales para el concreto es el esfuerzo a su compresión. Puesto que relaciona la resistencia con respecto a los esfuerzos que se aplica hacia la calidad y durabilidad. Esta propiedad es definitiva para rechazo o recepción del

concreto. La resistencia a esfuerzos uniaxial define como capacidad portante del concreto hacia la compresión, se puede clasificar como baja, normal, alta o ultra alta al respecto conforme a sus resistencias de los 8 días es menor de 14 Megapascales, entre 14 y 35 Megapascales, entre 35 y 100 Megapascales o superior a 100 Megapascales. Entre tanto superior sea la correlación del agua y cemento, inferior constara su rigidez para el concreto, mientras que otros factores que pueden afectar a la resistencia, tipo de cemento, tamaño y calidad del agregado, etc. (Rondón y Reyes, 2015).

Tabla 2. Recomendación de resistencia del concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (Mr)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: MTC, 2014, p.217

En cuanto al parámetro módulo de rotura Mr menciono que para los pavimentos de concreto hidráulico tienen un buen desempeño a flexión según la normativa ASTM 78 menciona que es analizado la muestra de concreto por medio de un ensayo de viga que le aplican a los puntos tercios carga a los 28 días de edad, posterior a ello se realizó una correlación con respecto a compresión (MTC, 2014, p.217).

también nos mencionan elementos que están sometidos a rotura, simultáneamente cuentan con un área sometida a compresión y también una zona en las que supera el esfuerzo de tracción. Puesto que el Mr del concreto representa sumamente significativo en lo que respecta a estructuras de concreto simple y de la misma forma en las losas de pavimentos (Niño, 2010, p. 125).

Es la característica más destacada del concreto endurecido debido a que está relacionado para los propósitos de la etapa de construcción. Por consiguiente, es la compresión, por el cual se da el rechazo o también el recibimiento del concreto y este depende de sus valores a la resistencia. Para poder obtenerlo, es importante que se establezca mediante el ensayo MTC E 709 donde se determina resistencia a la flexión del concreto con unas muestras en vigas. La que consiste principalmente en preparar tres vigas para ser ensayadas a los veintiocho días de

edad, que se dará mediante una prueba de carga en los tercios de su luz (MTC, 2016, p. 823).

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

Figura 5. Ecuación para el módulo de rotura.

Por medio de la metodología AASHTO 93 menciona que cuando se da inicio en la construcción de un nuevo pavimento de concreto hidráulico empieza un nivel alto el servicio que brinda. Pasando el tiempo de ejecución y las repeticiones que disipan en la carga de tránsito, baja el nivel de servicio, esta forma de aplicar exige a que el nivel de servicio que brinda al final se debe mantener para su periodo (MTC, 2014, p. 211).

El procedimiento en la metodología ASSTHO se realiza aplicación de ecuaciones empíricas donde se inició como una idea central de diseñar el espesor de losa específica, donde el nivel de desempeño está de acuerdo con el tiempo de vida útil del pavimento (Menéndez Acurio , 2016, p. 140).

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_O + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 6. Ecuación AASHTO93 – MTC 2014.

Parámetros para el diseño del pavimento rígido:

$W_{8.2}$	= Cantidad prevista de EE de 8.2 ton / m en el periodo de diseño.
Z_R	= Desviación normal estándar
S_o	= Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento espera del pavimento.
D	= espesor del pavimento rígido en milímetros
ΔPSI	= Diferencia entre los índices de servicio final e inicial
P_t	= Servicio final o índice de serviciabilidad
M_p	= Resistencia media del concreto Mpa en flexo tracción
C_d	= coeficiente de drenaje
J	= Coeficiente de transmisión de cargas juntas
E_c	= Modulo de elasticidad
k	= Modulo de reacción

El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el período de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad. Este parámetro debe ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos rígido será mínimo de 20 años (MTC, 2014, p.212).

Para el tránsito de diseño es expresado por repeticiones de eje equivalentes siendo uno de los parámetros del AASHTO, modificando las cargas de distintos tipos de vehículos en EE de 8.2 toneladas conocidos como ESAL (MTC, 2014, p.212).

- a) Caminos con poca cantidad de tránsito, de 150,001 hasta 1,000,000 Ejes equivalentes, para lo que requiere el carril y también el período de diseño.

Tabla 3. Repeticiones Acumuladas de EE para caminos con poca cantidad de tránsito

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T_{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T_{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T_{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T_{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: MTC, 2014, p.212

- b) Caminos con media cantidad de tránsito, de 1,000,001 hasta 30,000,000 Ejes equivalentes, para lo que requiere el carril y también el período de diseño.

Tabla 4. Repeticiones Acumuladas de EE para caminos con media cantidad de tránsito

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: MTC, 2014, p.213

- c) Caminos con alta cantidad de tránsito mayor a 30,000,000 Ejes equivalentes, para lo que requiere el carril y también el período de diseño.

Tabla 5. Repeticiones Acumuladas de EE para caminos con alta cantidad de tránsito

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: MTC, 2014, p.213

La serviciabilidad se establece como se enfoca en el bienestar del tránsito de la calzada, teniendo en cuenta que el parámetro de escala va a variar de 0 a 5, donde cinco viene hacer el nivel de serviciabilidad óptimo de la calzada que está en un buen estado. También establece que hay una serviciabilidad de 1.5 que va para un índice final. La fórmula del diseño está interpretada por el índice de servicio inicial y servicio final, la operación a la fórmula se representa como la disimilitud entre estos valores. El valor ΔPSI se realiza referencialmente a la calidad del pavimento construido en donde alcanza $po = 4.5$ (Menéndez Acurio , 2012, p.41).

Tabla 6. Índice de Serviciabilidad inicial y final

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
Resto de Caminos	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC, 2014, p.214

AASHTO 93 incluyó al diseño un factor de seguridad R dando un aumento a la magnitud del tránsito previsto en el diseño del pavimento. En el que podrá desempeñarse a un rango mayor de serviciabilidad al finalizar la etapa del diseño. Recomienda emplear un grado entre $0.30 < SO < 0.40$ (MTC, p.215).

Tabla 7. Valores de confiabilidad y desviación estándar conforme al rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	80%	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
Resto de Caminos	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, Guía AASHTO 93, p.215

Es aquel indicador que dispone la clase de subrasante, si posee un CBR < 6% se emanará con alguna selección de consolidación del suelo con productos admitidos por la norma del mtc, dado a que es la sustitución de la cimentación, geosintéticos que respecta al suelo. De acuerdo con el tráfico en ejes equivalentes se sugiere que el CBR mínimo a utilizar a subbase del pavimento (MTC, 2014, p.216).

Tabla 8. CBR mínimos recomendados para la subbase granular para pavimentos rígidos según intensidad de tráfico EE

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos, 2014, p.217

Se caracteriza por el Mr (módulo resiliente) donde explica que valor resiliente se toma de acuerdo con la reacción de la subrasante aplicado en cuenta para la modificación a través del año para posterior corregirse en la subbase.

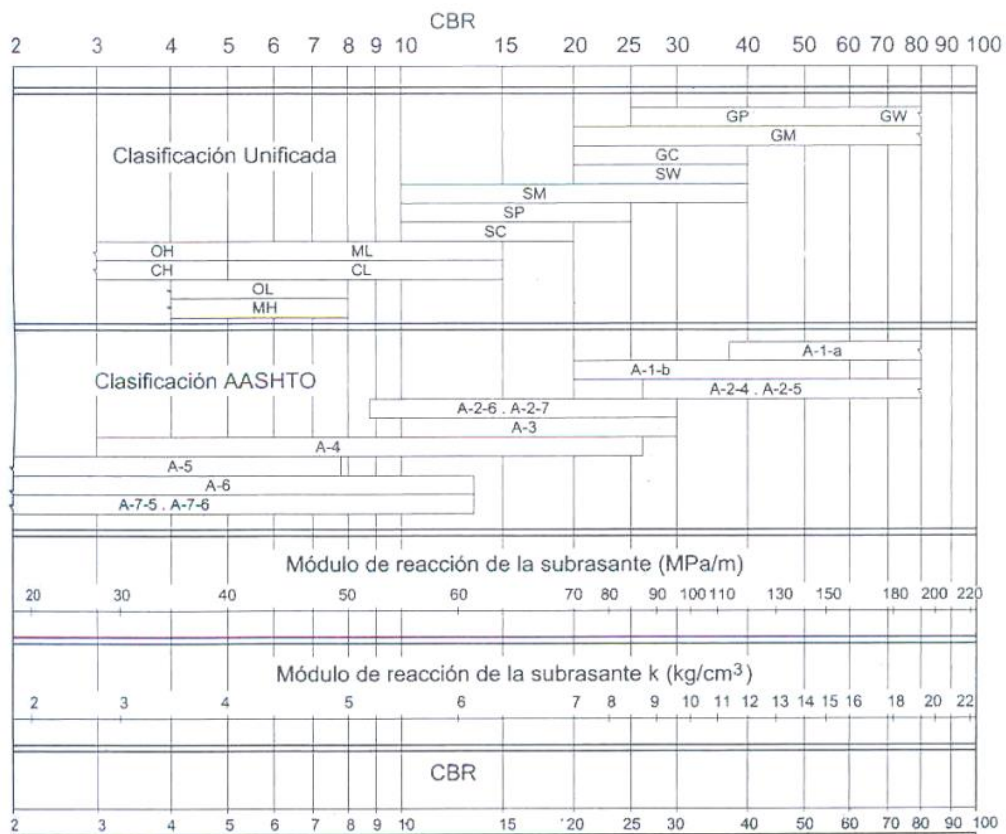


Figura 7. Manual de la Asociación de Cemento Portland: subrasantes y subbases para pavimentos de hormigón-Skokie PCA 1971.

La metodología AASHTO considera que el coeficiente de drenaje para el aumento del espesor del pavimento para la propiedad de drenaje, Recomendado el valor de Cd=1

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 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
Insuficiente	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Insuficiente	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Figura 8. Coeficiente de drenaje de las capas granulares.

Viene hacer la variable que se utiliza para un diseño respecto al pavimento , mencionado como la condición de transmisión de carga en juntas, es proporcionado al peralte de una losa de concreto hidráulico.

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

Figura 9. Valores de coeficiente de transmisión de carga.

III. METODOLOGIA

Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo: Aplicada

Se centra a establecer a través del conocimiento científico que está basado por los (métodos, protocolos y tecnologías) para poder llevar a cabo una necesidad que va a ser indicada y reconocida. (Cegarra, 2004, p. 42). Es de tipo aplicada, ya que es aquella en donde se dará solución de una manera practica a los inconvenientes del concreto, esto va a señalar que no se enfoca en desarrollar ciertas teorías o principios.

3.1.2 Diseño: Cuasiexperimental

Debido a que va a ser de tipo cuasiexperimental precisamente a que se va a llegar a manipular la muestra por lo cual va a alterar las proporciones de la mezcla, para así poder llegar a encontrar los efectos a través de dichas características. (Hernández, Fernández y Baptista, 2015, p. 130). Como se menciona que cuando se va a manipular 1 o más variables independientes, para así llegar estimar las deducciones sobre las que caen en una o más variables dependientes obteniendo así el control de la circunstancia.

3.2 Variables y operacionalización

Tenemos como variable independiente el diseño de concreto con fibra de polipropileno.

- Definición conceptual, se realiza dado que la mezcla, con cemento portland, con agregado fino, con agregado grueso, con aire y agua en diferente proporción que sean apropiadas para que se logre buenas propiedades principalmente en su resistencia (Abanto, 2009, p.11).

Se da a conocer sobre las fibras de polipropileno que son aquellas fibras sintéticas teniendo su caracterización ser resistente a solventes, buen rango al impacto y la rigidez, previene la humedad y actuando como una barrera al vapor del agua, por ello se utiliza para obtener una mejora a las propiedades y su resistencia para

poder beneficiar al concreto a tener mayor durabilidad (Linares y Melgarejo, 2021, p.2).

- Definición operacional, Se realizo la forma de medición de la variable a través del diseño de mezcla con la finalidad de obtener resultados al incorporar proporciones de 0, 400 y 950 gr/m³ para evaluar su comportamiento en las edades de 7,14 y 28 días de curado.

Diseño de mezcla del concreto, modulo elástico del concreto y modulo rotura del concreto.

- Indicadores, tenemos las siguientes relación agua y cemento, proporción de agregados, proporción de fibra de polipropileno, Asentamiento , también la resistencia a compresión y por otra parte la resistencia a la flexotracción.
- Escala de medición, se indica que es de razón.

En cuanto a la variable dependiente se menciona losa del pavimento rígido.

- Definición conceptual, recibe las cargas que provienen del tránsito que estas misma van a llegar alcanzar a los estratos inferiores de manera disipada, teniendo en cuenta que dichas cargas deben ser disminuidas casi en su totalidad, el pavimento es referido como rígido porque en su elaboración de la losa de rodadura se emplea el concreto (Rondón y Reyes, 2015, p.45).
- Definición operacional, para realizar utilizando directamente la AASHTO 93 con una hoja de cálculo, la cual se determinó los parámetros de acuerdo con el manual de carreteras del mtc para poder obtener y detallar el espesor de la losa de concreto.
Tránsito de diseño, serviciabilidad, confiabilidad y desviación estándar, módulo de reacción, coeficiente de drenaje y transferencia de cargas.
- Indicadores, tenemos como estudio de tráfico, índice de servicio, nivel de confiabilidad y desviación estándar normal, respecto a la intensidad de tráfico expresado de los ejes equivalentes,

coeficiente de drenaje y valores de coeficiente de transmisiones de cargas.

- Escala de medición, se indica que es de razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Refiere a que viene hacer los grupos de varios elementos que esté de acuerdo con su especificación que se ha determinado (Hernández, Fernández y Baptista, 2015, p. 160). Por consiguiente, se consideró la población de estudio toda la avenida Villa Maria del distrito de Villa Maria del Triunfo Lima.

3.3.2 Muestra

Proviene a interpretarse un subgrupo de la población, por el que se tiene que recopilar información, y así poder saber la delimitación a detalle y lo cual debe representar a detalle de la población (Hernández, Fernández y Baptista, 2015, p. 160).

Para la muestra comprende 1km. desde el Km 00+00 av. Nicolas de Piérola hasta el final 01+000 Jirón 11 de agosto.

3.3.3 Muestreo

Se define una parte de la población considerada subgrupos, en que la elección que toma de los elementos no necesita ser directo de la probabilidad, dado que necesitan de las características propias del dicho estudio, debido a lo cual, necesita ser directo de la toma de decisión que va a realizar el que investiga y no por determinar de criterios estadísticos (Hernández y Mendoza, 2018, p.215). No probabilístico puesto que no se empleará ninguna técnica estadística ni informática para su estimación, y es intencional ya que se tomó una parte del tramo a conveniencia de parte del que realizar el estudio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Se establece que para lograr así el objetivo, se emplearan unas determinadas técnicas; que son herramientas que apoya para la recolección de la información y tras ello ayudará al individuo en la ejecución de algún método. También determina que sirve para compilar aquella información que será obtenida por medio de la investigación. Dado ello se consigna de dos maneras, la directa que comprende la entrevista y observaciones; y las indirectas en ellas se encuentran las escalas, cuestionarios, test e inventarios (Reyes, Mejía y Sánchez, 2018, p.120). En el trabajo de investigación que se presentó se empleó la técnica de observación directa, dado que se va a utilizar el diseño causal experimental, por ende es apropiado establecer este tipo de técnica para nuestro diseño aplicado.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

En este punto manifiesta de cómo se inició la elección del instrumento de medición para la investigación se verá involucrada la elección previa de la técnica que hayamos escogido ya que son esenciales para este punto (Reyes y Sánchez, 2015, p.12). Se tuvo como instrumento de fichas para la recolección de datos de laboratorios para poder determinar pruebas de agregado grueso y fino, tales como ensayos para el concreto, con el objetivo de obtener toda la información y datos correctos.

3.4.3 Validez

Es el grado en donde la técnica o método va a servir para poder medir con efectividad lo que uno desea medir (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.124). Por ende, se utilizó la ficha para la recolección de datos de laboratorio para dar en ejecución a la prueba de agregado tanto grueso como fino, así como también a los ensayos de muestras del concreto.

3.4.4 Confiabilidad

Es aquella donde se verán involucrado la consistencia, las cualidades de estabilidad y exactitud que se verán en los instrumentos, los datos y las técnicas que vayamos a investigar. Por el cual el instrumento va a tener la capacidad de producir aquellos resultados de manera oportuna y consistente (Mejía, Sánchez y Reyes, 2018, p.35). Respecta a la consistencia y congruencia de la ficha que se realizó para la recolección de datos de laboratorio son avaladas por el mismo laboratorio donde se van a realizar los ensayos idóneos, tomando en cuenta que también se va a incorporar los resultados de calibración que nos van a ayudar a asegurar que los datos que se obtengan tengan sean de manera precisa.

3.5 Procedimientos

Se empleo el método científico, que es de enfoque cuantitativo y es de tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental, por ello la población se tomó la avenida Villa Maria, desde el Km 00+00 av. Nicolas de Piérola hasta el final 01+000 11 de agosto se realizó por medio de un diseño de mezcla donde se determinó una dosificación adecuada para la losa de concreto hidráulico, tendiendo 3 diseños de concreto, una patrón y dos incorporando la fibra de polipropileno en proporciones 0, 400, 950 gr/m³, para su evaluación se elaboró 27 probetas y 6 vigas de concreto resistencia de diseño de 300 kg/cm².

Por ende, se tomó como muestra 27 testigos y 6 vigas, para la muestra de análisis. Dado ello se utilizó la técnica de observación para así realizar la recolección de datos e información empleando las fichas de recolección de datos de laboratorio que es nuestro instrumento, por lo cual éstas serán validadas por un técnico y un ingeniero que son especialistas habilitados y colegiados. Una vez obtenido los datos se procederán a analizar mediante los softwares como el Excel donde se procederá a realizar tablas y gráficos y concluyendo se inició la realización de las discusiones, conclusiones y recomendaciones donde se vio a diferir con los objetivos.

3.6 Método de análisis de datos

En esta parte la información que se recopiló para su interpretación, volumen, calidad de los componentes para el diseño, se elaboró por medio de la hoja de cálculo del programa microsoft excel 365, posterior a ello se analizó y su vez fue comparados por los parámetros de la NTP que se encuentran ya establecidos. Por consiguiente, se realizó el diseño de mezcla $f'c=300 \text{ kg/m}^2$ por medio del método ACI, posterior a ello poder realizar los ensayos de las probetas según el tipo de diseño y una vez hecho eso poder recolectar todos los datos por medio de la observación. Ya que la objetividad es de evaluar las propiedades que tienen como mecánicas y plásticas que contiene la muestra por medio de la incorporación de fibra de polipropileno, así también para diseñar el concreto para losa del pavimento rígido mediante los parámetros que se determinó aplicando la AASHTO 93 para lo que respecta el espesor según el diseño del concreto elaborado.

3.7 Aspectos éticos

La presente tesis titulado Diseño de concreto con fibra de polipropileno para losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022 es de naturaleza auténtica, por el cual su autenticidad y autoría se les va a atribuir a los investigadores mencionados. Dado ello el desarrollo de su estructura se encuentra validado y rígido por las normativas de investigación lo cual lo dispone la Universidad Cesar Vallejo, garantizando que la estructura metodológica que se está empleando es la adecuada para nuestro trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS

La vía donde se realizó dicho trabajo de estudio fue en el departamento de Lima, distrito de Villa María del Triunfo, tramo a realizar el estudio como muestra es la Avenida Villa María.

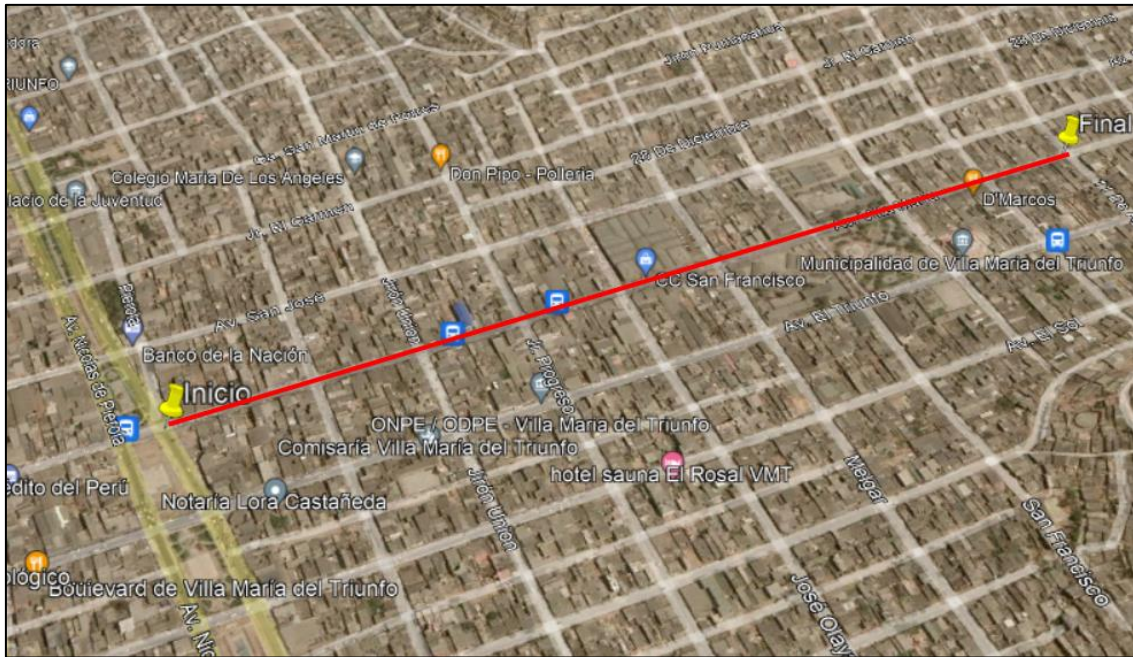


Figura 10. Tramo de la zona de estudio mediante el Google earth.

De acuerdo con el laboratorio se realizó los ensayos físicos para los agregados grueso y finos es fundamental puesto que con los resultados que nos detalló, se sabrá que tanto influye a la resistencia del según el tipo de diseño que se va ejecuto para el concreto. Se consideró la cantera La Molina y La Gloria.

Ensayo de Contenido de la Humedad de acuerdo con el ASTM C566, NTP 339.185.

- Cantera: La Molina y La Gloria.
- Material: Agregado Fino y Grueso.

Tabla 9. *Contenido de la Humedad de los materiales*

Recipiente N°		ARENA (Molina)	PIEDRA (Gloria)
Peso de suelo húmedo + tara	g	509,8	2421,8
Peso de suelo seco + tara	g	501,2	2412,5
Peso de tara	g	59,9	105,5
Peso de agua	g	8,6	9,3
Peso de suelo seco	g	441,3	2307,0
Contenido de agua	%	1,94	0,40
Contenido de Humedad (%)		1,94	0,40

Fuente: Resultados obtenidos por el laboratorio.

Ensayo de Gravedad Específica y Absorción de Agregados de acuerdo con las normativas E-205, E-206 del MTC.

- Cantera: La Molina.
- Material: Arena Gruesa.

Tabla 10. *Gravedad Específica y Absorción de arena gruesa*

Muestra N°	1
Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en aire) (gr.)	500,0
Peso de Frasco + H2O (gr)	648,4
Peso de Frasco + H2O + A (gr)	1148,4
Peso del mat. + H2O en el frasco (gr)	961,1
Vol. De Masa + Vol de Vacío=C-D	187,3
Peso del mat. Seco en estufa (gr)	488
Vol. De Masa=E-(A-F)	175,3
P.e. BULK (BASE SECA)	2,605
P.e. BULK (BASE SATURADA)	2,670
P.e. APARENTE (BASE SECA)	2,784
% DE ABSORCIÓN	2,46

Fuente: Resultados obtenidos por el laboratorio.

- Cantera: La Gloria.
- Material: Agregado grueso como la piedra chancada.

Tabla 11. Gravedad específica y absorción de piedra chancada

Muestra N°	1
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	1081,0
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	692,0
Volumen de masa + volumen de vacíos (gr)	389,0
Peso de material seco (105°C) (gr)	1074,0
Volumen de masa (gr)	382,0
Peso Bulk (base seca)	2,761
Peso Bulk (base saturada)	2,779
Peso aparente (base seca)	2,812
Porcentaje de absorción (%)	0,65

Fuente: Resultados obtenidos por el laboratorio.

Ensayo de Peso unitario de los agregados de acuerdo con el E-203 del MTC.

- Cantera: La Molina.
- Material: Agregado fino como arena gruesa.

Tabla 12. Promedio de pesos unitario de arena gruesa

Muestra n°		1
Promedio peso unitario suelto	gr/cm ³	1.368
Promedio peso unitario compactado	gr/cm ³	1.511

Fuente: Resultados del laboratorio.

- Cantera: La Gloria.
- Material: Agregado grueso como la piedra chancada.

Tabla 13. Promedio de pesos unitario de piedra chancada

Muestra n°		2
Promedio peso unitario suelto	gr/cm ³	1.459
Promedio peso unitario compactado	gr/cm ³	1.595

Fuente: Resultados obtenidos por el laboratorio.

Análisis granulométrico del agregado fino de acuerdo con el E 204 del MTC.

Conforme a los ensayos realizados se utilizó las mallas entre 3/8" hasta N 100 donde la arena gruesa es proveniente de la cantera La Molina.

- Peso total del material = 500.0 g.

Tabla 14. La granulometría del agregado fino

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
N°4	4,75	17,7	3,6	3,6	96,4	95 - 100
N°8	2,38	87,0	17,8	21,5	78,5	80 - 100
N°16	1,19	104,7	21,5	42,9	57,1	50 - 85
N°30	0,6	111,3	22,8	65,7	34,3	25 - 60
N°50	0,3	92,6	19,0	84,7	15,3	5 - 30
N°100	0,15	54,5	11,2	95,9	4,1	0 - 10
FONDO		20,0	4,1	100,0	0,0	0 - 0

Fuente: Resultados obtenidos por el laboratorio.

Interpretación: En la tabla obtenida mediante el ensayo de análisis granulométrico para el material fino se observó que presentan buenas condiciones y es aplicable para la muestra del tipo de estudio , expresando que el ensayo que muestra que pasa por las aberturas del tamiz con el objetivo de que un tamaño máximo de N 4 muestra proporciones que ayudaran a tener una mejora respecto con la resistencia según el tipo de diseño.

Análisis granulométrico del agregado grueso de acuerdo con el E 204 del MTC.

Con respecto a este ensayo se realizó el uso del tamiz 1 1/2" hasta en N 16, donde la piedra chancada es proveniente de la cantera de La Gloria.

- Peso total del material = 3808,6gr.

Tabla 15. La granulometría del agregado grueso

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO 67
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	0	0,0	0,0	100,0	100 - 100
3/4"	19	0	0,0	0,0	100,0	90 - 100
1/2"	12,5	985,6	25,9	25,9	74,1	60 - 75
3/8"	9,5	1034	27,1	53,0	47,0	20 - 55
N°4	4,75	1469	38,6	91,6	8,4	0 - 10
N°8	2,38	320	8,4	100,0	0,0	0 - 5
N°16	1,19					-
FONDO						

Fuente: Resultados obtenidos por en el laboratorio.

Diseño de mezcla del concreto

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se ha considerado 3 diseños de mezclas con diferentes proporciones de incorporación de 400 gr/m³ y 950 gr/m³ de fibra de polipropileno al concreto.

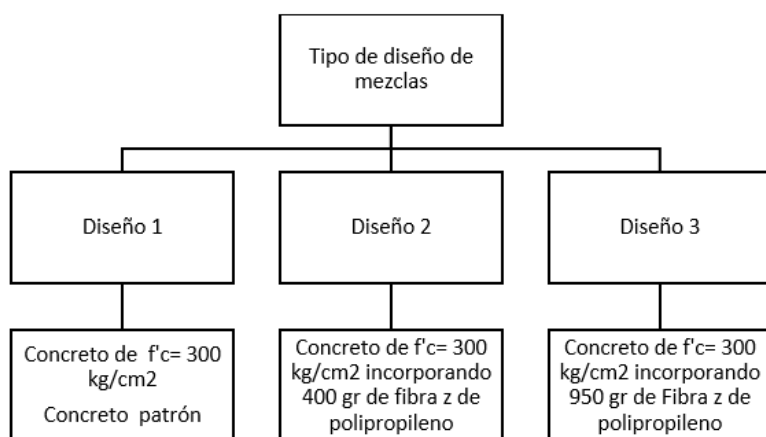


Figura 11. Tipos de muestras de diseño de concreto.

Con respecto al diseño del concreto no se consideró el factor de seguridad, por lo que se realizó aplicando el procedimiento por el ACI 211, el $f'c$ a diseñar es 300 kg/cm² para la losa de concreto incorporando fibra de polipropileno, lo cual se obtuvo los siguientes detalles a considerar:

Características generales para el diseño del patrón de $f'c = 300$ Kg/cm² sin fibra de polipropileno.

El diseño para el concreto hemos empleado el método ACI 211, para una resistencia $f'c=300$ kg/cm² para la losa del pavimento rígido incorporando fibra de polipropileno.

Tabla 16. Materiales para el diseño de mezcla $f'c$ 300 kg/cm².

f'c=300 kg/cm ²						
Materiales	Peso específico (g/cm ³)	Módulo de fineza	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	Contenido de Humedad (%)	Porcentaje de Absorción (%)
Agregado fino (Arena gruesa)	2.61	3.21	1.368	1.511	1.94	2.46
Agregado grueso (Piedra chancada)	2.76	6.45	1.459	1.595	0.40	0.65

Fuente: Resultados obtenidos por en el laboratorio.

Tabla 17. Características generales para el diseño del concreto patrón.

Denominación	$f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a / c de diseño	0.55
Relación a / c de obra	0.57
Proporciones de diseño	1.0 : 1.76 : 2.47
Proporciones de obra	1.0 : 1.79 : 2.47

Fuente: Resultados obtenidos por en el laboratorio.

La relación agua cemento para el diseño

Tabla 18. La relación Agua cemento para el diseño $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$

$F'c$ (kg / cm ²)	Relación agua / cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Elaborado por el Comité 211 del ACI.

En esta parte la relación agua cemento se extrae de la interpretación que nos muestra la tabla 17, la cual fue realizada por el ACI 211 puesto que tenemos como dato base de $f'c$ de 300 kg/cm².

Tabla 19. Proporciones por m³ y bls del concreto patrón

MATERIALES	M3	BOLSA DE CEMENTO
Cemento sol tipo I	400 kg	42,5 kg
Agua efectiva	226 lt	24,0 lt/bolsa
Agregado grueso	990 kg	105,2 kg
Agregado fino	717 kg	76,2 kg

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 18 obtenido podemos lograr apreciar cómo es la dosificación para este diseño patrón de 0gr, sin incorporación de fibra z de

polipropileno. Este diseño se elaboró para 1 m³ y por bolsa de cemento in situ, que se empleó para la elaboración de 9 muestras de probetas, 2 vigas y se realizó la prueba de asentamiento slump.

Características generales de diseño de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ Incorporando fibra de polipropileno (muestra 400 g.)

Tabla 20. *Características generales de diseño de concreto incorporando fibra 400 g*

Denominación	$f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a / c de diseño	0.55
Relación a / c de obra	0.57
Proporciones de diseño	1.0 : 1.76 : 2.47
Proporciones de obra	1.0 : 1.79 : 2.47
Aditivo Fibra Polipropileno	42.50 gr por bolsa de cemento

Fuente: Resultados obtenidos por en el laboratorio.

Tabla 21. *Proporciones por m³ y bls del concreto incorporando fibra 400 g.*

MATERIALES	M3	BOLSA DE CEMENTO
Cemento sol tipo I	400 kg	42,5 kg
Agua efectiva	226 lt	24,0 lt/bolsa
Agregado grueso	990 kg	105,2 kg
Agregado fino	717 kg	76,2 kg
Fibra Z de polipropileno	0.40 kg	0,0425 kg

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 20 obtenido se logra apreciar la dosificación de diseño con fibra de polipropileno (fibra z de polipropileno) 400 gr. Este diseño se elaboró para 1 m³ y por bolsa de cemento in situ, que se empleó para la elaboración de 9 muestras de probetas, 2 vigas y se realizó la prueba de asentamiento slump.

Características generales para el diseño de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ Incorporando fibra de polipropileno (muestra 950 g.)

Tabla 22. Características generales para el diseño de concreto incorporando fibra 950 g

Denominación	$f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a / c de diseño	0.55
Relación a / c de obra	0.57
Proporciones de diseño	1.0 : 1.76 : 2.47
Proporciones de obra	1.0 : 1.79 : 2.47
Aditivo Fibra Polipropileno	101.15 gr por bolsa de cemento

Fuente: Resultados obtenidos por en el laboratorio.

Tabla 23. Proporciones por m³ y bls del concreto incorporando fibra 950 g

MATERIALES	M3	BOLSA DE CEMENTO
Cemento sol tipo I	400 kg	42,5 kg
Agua efectiva	226 lt	24,0 lt/bolsa
Agregado grueso	990 kg	105,2 kg
Agregado fino	717 kg	76,2 kg
Fibra Z de polipropileno	0.95 kg	0,1012 kg

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la tabla 22 obtenido se logra apreciar la dosificación del diseño con fibra de polipropileno (fibra z de polipropileno) 950 gr. Este diseño se elaboró para 1 m³ y por bolsa de cemento in situ, que se empleó para la elaboración de 9 muestras de probetas, 2 vigas y se realizó la prueba de asentamiento slump.

Resumen del asentamiento $f'c$ 300 Kg/cm²

Se realizo la prueba de revenimiento de acuerdo con la normativa E 705 del MTC.

Tabla 24. Resumen de asentamiento por cada diseño elaborado

TIPOS DE DISEÑOS DE CONCRETO	ASENTAMIENTO (PULG.)
Diseño concreto patrón 0 gr	3,8"
Diseño concreto + fpp 400 gr	3"
Diseño concreto + fpp 950 gr	2,8"

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 23 nos dice que el asentamiento obtenido respecto a cada tipo de diseño de mezcla q se ha realizado al incorporar 0gr, 400gr y 950 gr fpp el slump disminuye cuando se va aumentando la proporción de la fpp.

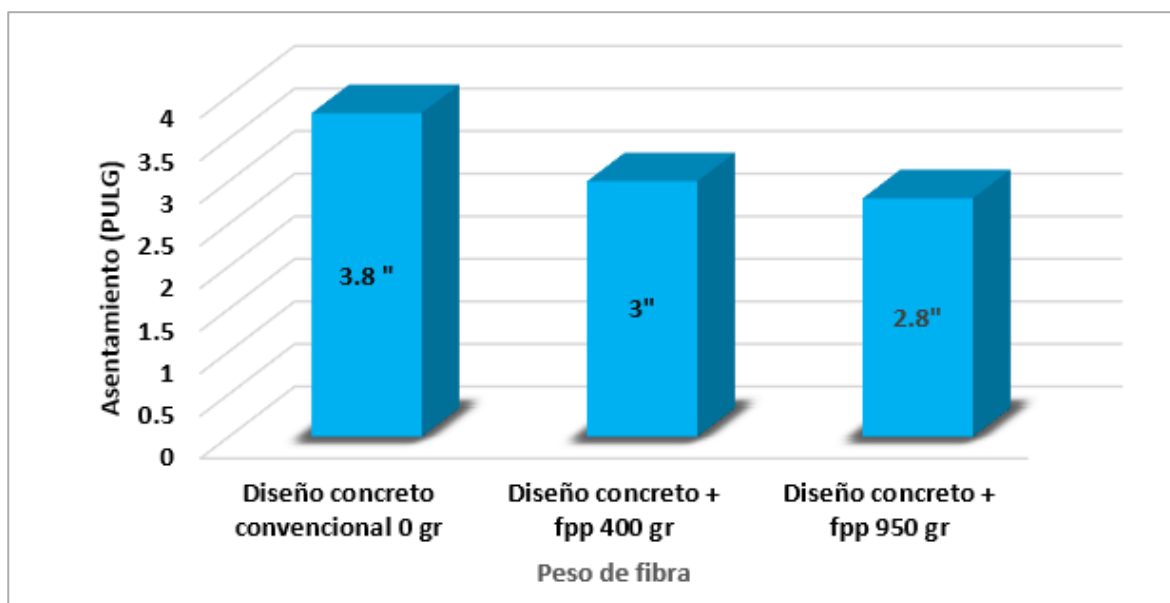


Figura 12. Grafica del resumen del asentamiento por cada diseño elaborado.

Interpretación: Decimos que de la tabla 23 y figura 12 nos demuestra el asentamiento elaborado por cada diseño realizado, con incorporación de 0g, 400g y 950g de fpp el revenimiento de cada diseño observamos que va disminuyendo el slump cuando se va aumentando la proporción de la fpp, ocasionando a ser menos fluida.

Módulo de elástico del concreto

Tabla 25. Cantidad de probetas ensayadas a compresión

DESCRIPCIÓN	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Concreto patrón	3	3	3
Concreto incorporando 400 gr de fibra de polipropileno	3	3	3
Concreto incorporando 950 gr de fibra de polipropileno	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

Se realizo el ensayo tomando en cuenta los criterios que dispone según la normativa NTP 339.034 - 11 y ASTM C39 - 07 para observar cómo se determinó la resistencia a compresión de las probetas elaboradas.

Las dimensiones del molde de forma cilíndrica son de 4" x 8" donde se realizó para prueba de la resistencia a compresión ensayadas a los 7 , 14 y culminando con los 28 días.

Resumen de la resistencia promedio a compresión $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días.

Tabla 26. Promedio de rotura a compresión de 300 kg/cm^2 de los 7 días

Identificación de espécimen	Días	Resistencia kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²
Concreto Patrón Probeta N° 01	7	279	
Concreto Patrón Probeta N° 02	7	285	284
Concreto Patrón Probeta N° 03	7	287	
Concreto incorporando fibra 400 gr	7	293	
Concreto incorporando fibra 400 gr	7	301	295
Concreto incorporando fibra 400 gr	7	290	
Concreto incorporando fibra 950 gr	7	295	
Concreto incorporando fibra 950 gr	7	295	297
Concreto incorporando fibra 950 gr	7	300	

Fuente: Elaboración propia

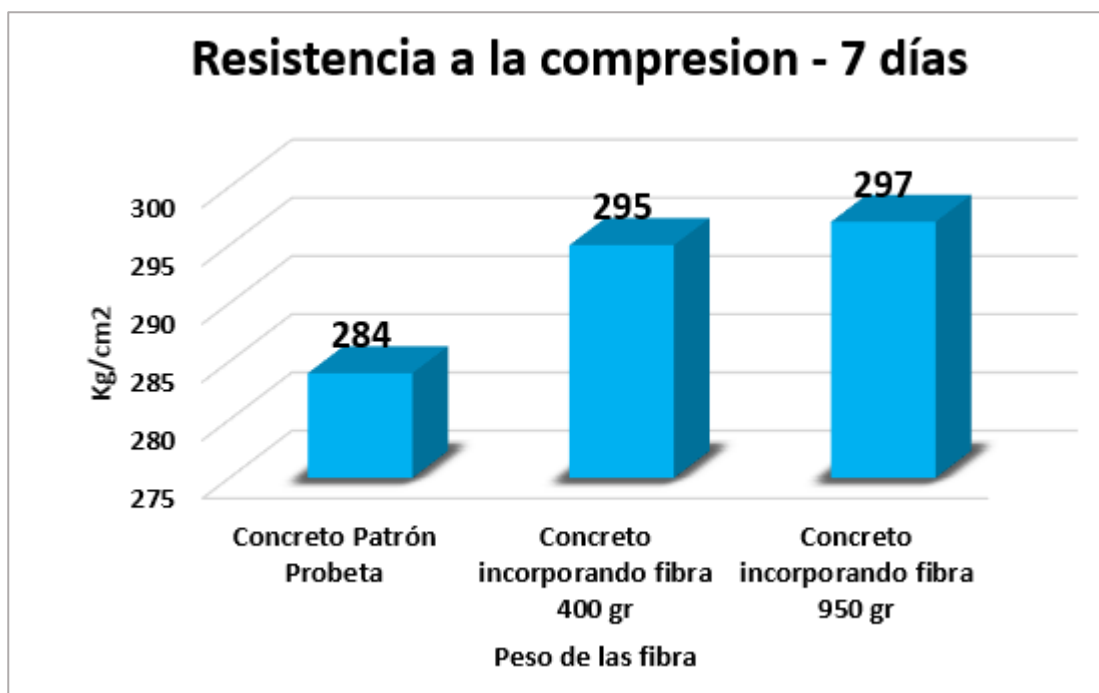


Figura 13. Resumen de resistencia a compresión del concreto – 7 días.

Interpretación: La figura 13 nos demuestra que para este diseño patrón alcanzo una máxima resistencia promedio de 284 kg/cm², y en el segundo ensayo, al incorporarle 400 gr de fpp, aumentando su máxima resistencia a 295 kg/cm². En el tercer ensayo realizado, se incorporó 950 gr fpp, alcanzando máxima resistencia de 297 kg/cm², quiere decir una resistencia de mayor que los 2 ensayos que se realizó. Se concluye que a más proporción de incorporación de fpp, la resistencia a compresión tiende a ser más.

Resumen de la resistencia promedio a compresión $f'c300$ kg/cm² a los 14 días.

Tabla 27. Promedio de rotura a compresión de 300kg/cm² a los 14 días

Identificación de espécimen	Días	Resistencia kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²
Concreto Patrón Probeta N° 01	14	314	
Concreto Patrón Probeta N° 02	14	308	309
Concreto Patrón Probeta N° 03	14	307	
Concreto incorporando fibra 400 gr	14	311	
Concreto incorporando fibra 400 gr	14	321	315
Concreto incorporando fibra 400 gr	14	314	
Concreto incorporando fibra 950 gr	14	318	
Concreto incorporando fibra 950 gr	14	310	314
Concreto incorporando fibra 950 gr	14	316	

Fuente: Elaboración propia

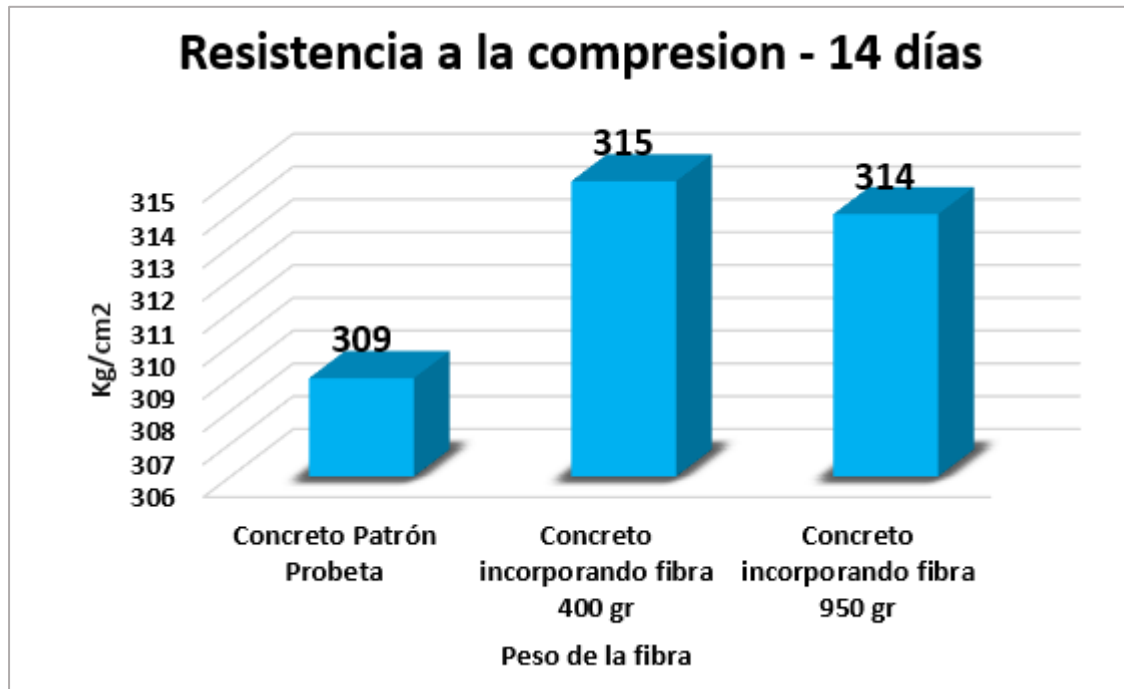


Figura 14. Resumen de resistencia a compresión del concreto – 14 días.

Interpretación: La figura 13 nos demuestra que para este diseño patrón alcanzo una máxima resistencia promedio de 309 kg/cm², y en el segundo ensayo, al incorporarle 400 gr de fpp, aumentando su máxima resistencia 315 kg/cm². En el tercer ensayo realizado, se incorporó 950 gr de fpp, alcanzando una máxima resistencia de 314 kg/cm², quiere decir que la resistencia disminuyo. Se concluye que para esta edad que se hizo los 2 ensayos que se realizó incorporando la fibra z de polipropileno logran alcanzar una resistencia parecida.

Resumen de la resistencia promedio a compresión de $f'c=300$ kg/cm² a los 28 días.

Tabla 28. Promedio de rotura a compresión de 300kg/cm² a los 28 días

Identificación de espécimen	Días	Resistencia kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²
Concreto Patrón Probeta N° 01	28	338	
Concreto Patrón Probeta N° 02	28	322	323
Concreto Patrón Probeta N° 03	28	310	
Concreto incorporando fibra 400 gr	28	343	
Concreto incorporando fibra 400 gr	28	340	337
Concreto incorporando fibra 400 gr	28	328	
Concreto incorporando fibra 950 gr	28	331	
Concreto incorporando fibra 950 gr	28	333	336
Concreto incorporando fibra 950 gr	28	345	

Fuente: Elaboración propia

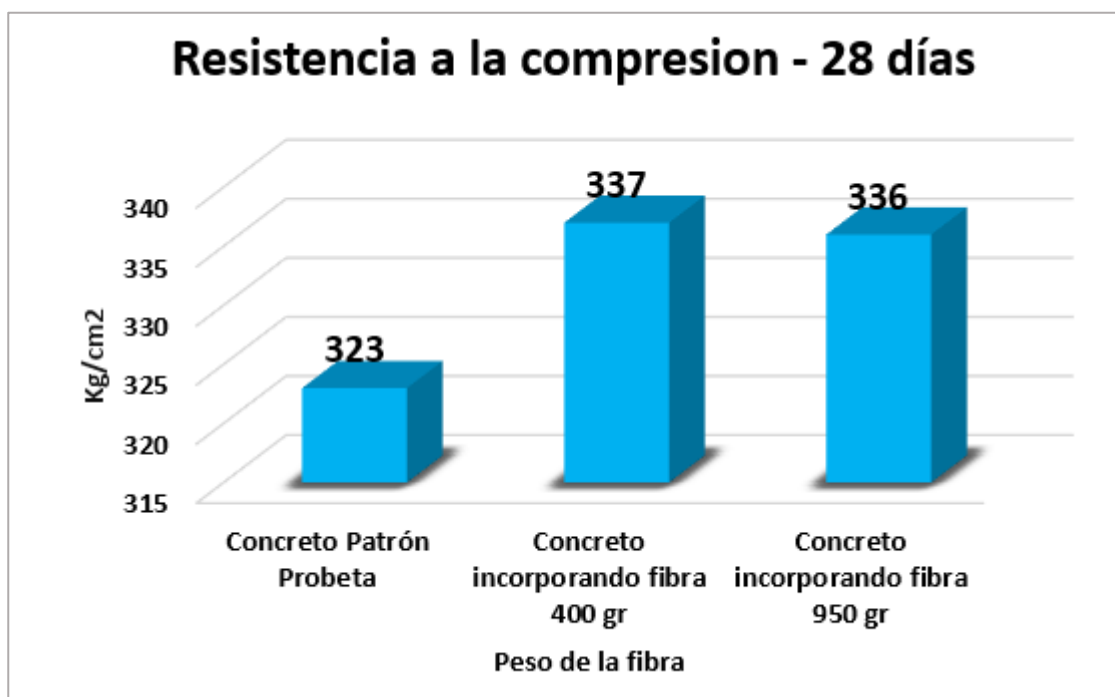


Figura 15. Resumen de resistencia a compresión del concreto – 28 días.

Interpretación: La figura 15 nos demuestra que para este diseño patrón alcanzo una máxima resistencia promedio de 323 kg/cm², y en el segundo ensayo, al incorporarle 400 gr de fpp, aumentando su máxima resistencia promedio a 337 kg/cm². En el tercer ensayo realizado, se incorporó 950 gr de fpp, alcanzando su máxima resistencia promedio a 336 kg/cm², quiere decir que la resistencia disminuyo. Se concluye que para esta edad que se hizo los 2 ensayos que se realizó incorporando la fibra z de polipropileno logran alcanzar una resistencia parecida.

Tabla 29. Promedio de resistencia a compresión obtenido vs el tiempo de curado.

RESISTENCIA PROMEDIO OBTENIDO (KG/CM ²)			
Tiempo de curado (días)	TIPOS DE DISEÑO DE MEZCLAS		
	Concreto Patrón 0 g (kg/cm ²)	Concreto con fibra 400 g (kg/cm ²)	Concreto con fibra 950 g (kg/cm ²)
7	284	295	297
14	309	315	314
28	323	337	336

Fuente: Elaboración propia

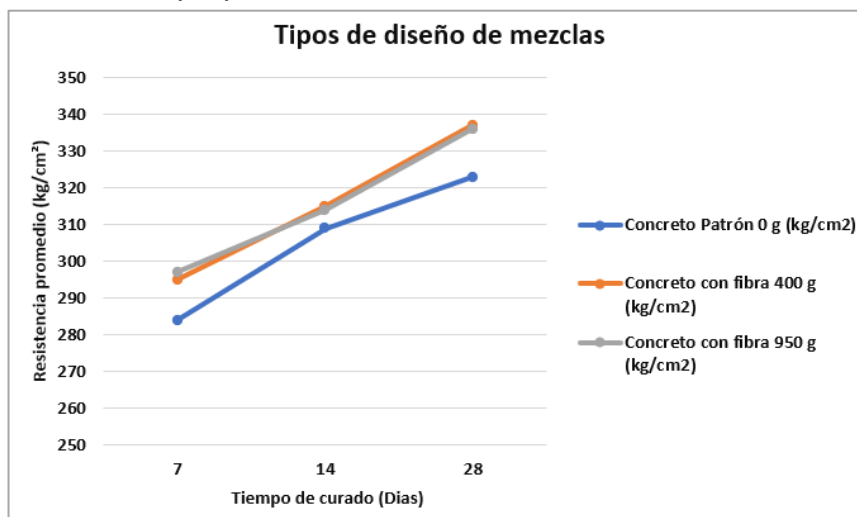


Figura 16. Resumen promedio resistencia a compresión según diseños elaborados.

Interpretación: En la tabla 28 y figura 16 podemos observar el promedio de resistencia que se obtenido de acuerdo con diferentes tipos de diseño de mezcla, como el patrón e incorporando fibra de polipropileno que a más tiempo de que se cura va a aumentar su resistencia de manera positiva.

Módulo de rotura del concreto

Se realizó el ensayo tomando en consideración según la normativa ASTM C78 para la determinar la resistencia a la flexión del concreto endurecido. Sus dimensiones del molde de forma prisma rectangular son de 15x15x51 cm donde se realizó para prueba de la resistencia para la rotura a los 28 días de edad.

Tabla 30. Cantidad de vigas ensayadas a flexión

DESCRIPCIÓN	28 DÍAS
Concreto patrón	2
Concreto incorporando 400 gr de fibra de polipropileno	2
Concreto incorporando 950 gr de fibra de polipropileno	2

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La tabla 29 plasma que para realizar el ensayo a flexión del concreto, se utilizó 2 prismas para cada una de las muestras de diseño (patrón, 400g y 950 gr de fibra de polipropileno), alcanzando a ser un total de 6 prismas para ser ensayadas a los 28 días.

Resumen de la resistencia promedio a flexión de $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Tabla 31. Promedio del módulo de rotura de 300 kg/cm^2 a los 28 días

Identificación de espécimen	Días	Módulo de rotura kg/cm^2	Módulo de rotura promedio kg/cm^2
Concreto Patrón Probeta N° 01	28	33.3	
Concreto Patrón Probeta N° 02	28	30.6	32
Concreto incorporando fibra 400 gr	28	41.6	
Concreto incorporando fibra 400 gr	28	35.7	39
Concreto incorporando fibra 950 gr	28	41.9	
Concreto incorporando fibra 950 gr	28	39.5	41

Fuente: Elaboración propia

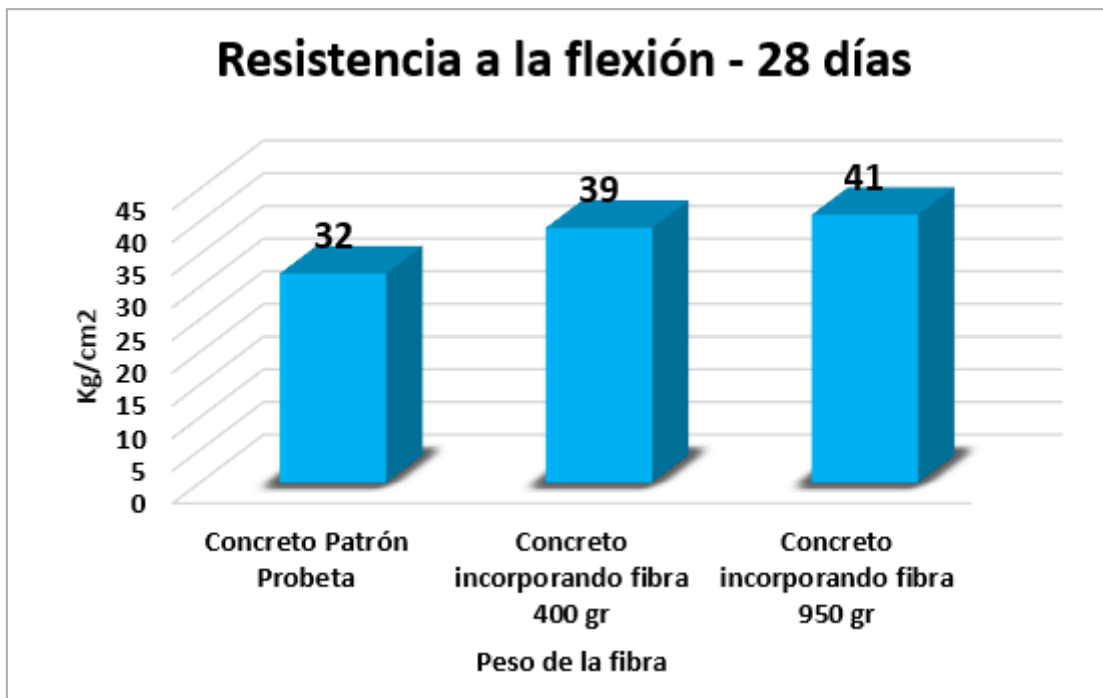


Figura 17. Resumen de resistencia a flexión del concreto – 28 días.

Interpretación: De la figura 17 que se muestra, de acuerdo con los resultados obtenidos la flexión a la edad 28 días, el diseño patrón logro alcanzar una máxima resistencia promedio de 32 kg/cm², y, en el segundo ensayo, al incorporarle 400 gr de fpp, su máxima resistencia promedio subió 39 kg/cm². En el tercer ensayo se incorporó 950 gr de fibra z de polipropileno, alcanzando una máxima resistencia promedio 41 kg/cm², quiere decir que la resistencia es mayor a los 2 ensayos anteriores que se realizaron. Por lo que se concluye que a flexión la fibra trabaja mejor y logra su resistencia a más incorporación.

Para poder realizar el estudio de tráfico se consideró de la ASSHTO 93 donde especifica que es fundamental cuando se quiere realizar el diseño de un pavimento, dado que haciendo el estudio podemos conseguir un resultado eficaz del peso que son ejercidas por los vehículos que transitan en la avenida que se realizara el estudio, por consiguiente, es fundamental obtener los datos puntuales, dado que con eso se lograra hacer un buen diseño de la losa de concreto incorporando fibra de polipropileno en la avenida Villa Maria, Lima 2022.

El conteo vehicular se realizó durante una semana, la cual se consiguió el Índice Medio Diario Semanal (IMDs). Sumando la total cantidad de vehículos que transitan durante la semana y realizando el cálculo que se obtuvo con la formula siguiente.

$$IMDs = \sum Vi / 7$$

IMDs : Índice medio diario semanal

Vi : Volumen vehicular diario semanal de conteo vehicular





Por otra parte, se determinó el IMDa donde se obtuvo mediante la multiplicación del IMDs y FC, lo que se obtuvieron del peaje más cercano al lugar de estudio peaje de chilca. Vehículos livianos se obtuvo FC: 1.2451 y vehículos pesados se obtuvo FC: 0.9830.

$$IMDa = FC * IMDs$$

IMDa : Índice medio diario anual




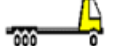



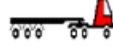
FC : Factor de corrección estacional

Tabla 32. Resumen conteo vehicular ligero

DIA	MOTOS TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	
LUNES	312	274	368	333	171	73	303
MARTES	232	275	321	307	227	78	407
MIÉRCOLES	276	234	472	281	186	73	366
JUEVES	234	207	306	272	159	58	339
VIERNES	239	264	300	257	216	59	396
SÁBADO	212	200	285	221	188	58	332
DOMINGO	151	124	298	188	160	46	256

Fuente: elaboración propia

Tabla 33. Resumen de conteo vehicular pesado

DIA	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER	
	2 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3
LUNES								
LUNES	46	158	32	21	5	13	5	8
MARTES	45	141	32	6	8	11	5	8
MIÉRCOLES	48	189	26	4	12	10	12	4
JUEVES	38	147	29	8	8	8	12	7
VIERNES	52	136	34	6	12	10	4	10
SÁBADO	58	104	55	8	9	4	6	15
DOMINGO	53	149	42	8	8	19	6	9

Fuente: elaboración propia

Se determino el IMDs calculando la sumatoria de los días de conteo realizado haciendo la división con los 7 días por la cual se consigue un IMDs total de 1931 vehículos comprendiendo pesados y ligeros.

Posteriormente se calculó el IMDa 2022 y se determinó la población a futuro de vehículos para un tiempo de 4 años, y se resolvió IMDa 2026 igual a 2332.43.

Con respecto al cálculo de crecimiento de tránsito se aplica la formula siguiente:

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado

T_o = Tránsito actual

n = Número de años del periodo de diseño

r = Tasa Anual de crecimiento del tránsito

Se tomaron en cuenta los siguientes datos:

Tabla 34. Determinado de la tasa de crecimiento

Tasa anual de crecimiento de vehículos livianos	r(%)	1.45
Tasa anual de crecimiento de vehículos pesados	r(%)	3.69
Años que pasa del estudio del proyecto- realización	n	4

Tabla 35. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para pavimento rígido.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 13.0] ^{4.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 13.3] ^{4.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{4.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{4.0}

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos, 2014, p.66

Se determino el ESAL de diseño donde se consideró los siguientes parámetros:

Tabla 36. Resultados para determinar el ESAL

Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r	3.69 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	$Factor\ Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	n
		20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	28.84
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 1 sentido, 2 carriles por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.80
Número de ejes equivalentes (ESAL)	ESAL	13 261 212
		$\#EE = 365 * (\Sigma f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Tipo de trafico de volumen medio acumulado expresado en EE

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T_{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: MTC, 2014, p.213

De acuerdo con nuestro ESAL que se hemos determinado es 13261212 por ello optamos por escoger **TP11** siendo el tipo de tráfico pesado que corresponde a medio volumen de tráfico.

Con respecto a la desviación estándar. El Rango superior o menor que sugiere la AASHTO es: $0.3 < So < 0.4$ por lo tanto $So = 0.35$ ya está recomendado.

Tabla 38. Confiabilidad para medio volumen de tránsito

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

Fuente: MTC 2014, p.215

Según el tipo de tráfico de TP11 se determinó que el nivel de confiabilidad es: 90% por otra parte la probabilidad Z_r es : -1.282.

Tabla 39. Serviciabilidad para medio volumen de tránsito

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P _i)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (P _t)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
Resto de Caminos	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC 2014, p.214

De acuerdo con la tabla anterior para TP11, el índice de serviciabilidad de inicio P_i es 4.30 y para índice de serviciabilidad final P_t es 2.50.



Figura 18. Sección transversal de estructura de pavimento de concreto hidráulico.

Se determino el Módulo de reacción del suelo o (K_0).

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)} , \frac{\text{Mpa}}{\text{m}} \quad \text{Si CBR} \leq 10\% ,$$

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34} , \frac{\text{Mpa}}{\text{m}} \quad \text{Si CBR} > 10\%$$

Tabla 40. CBR mínimo recomendado por el MTC según tráfico EE

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

Fuente: MTC, 2014, p.217

$$K_1 = 46 + 9.08(\text{LOG}(\text{CBR}))^{4.34}$$

$$K_1 = 46 + 9.08(\text{LOG}(40))^{4.34}$$

$$K_1 = 116.2088 \frac{\text{Mpa}}{\text{m}}$$

$$K_1 = 116.2088 \times \left(0.102040 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$K_1 = 11.8579 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$K_0 = 46 + 9.08(\text{LOG}(\text{CBR}))^{4.34}$$

$$K_0 = 46 + 9.08(\text{LOG}(40))^{4.34}$$

$$K_0 = 116.2088 \frac{\text{Mpa}}{\text{m}}$$

$$K_0 = 116.2088 \times \left(0.102040 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$K_0 = 11.8579 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$K_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} \times K_0$$

$$K_c = \left[1 + \left(\frac{15\text{cm}}{38} \right)^2 \times \left(\frac{11.8579}{11.8579} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} \times 11.8579$$

$$K_c = 12.7483 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$K_c = 12.7483 \times 36.13 \frac{\text{PSI}}{\text{lib}}$$

$$K_c = 460.60 \frac{\text{PSI}}{\text{PULG}} \text{ o } \text{PCI}$$

Se determino el módulo de rotura donde se está tomando como dato la rotura de vigas que fueron ensayadas a 28 días de edad, después de ser aplicadas cargas en los tercios. Se aplico una correlación que recomienda el ACI 363.

$$M_r = a\sqrt{f'_c} \quad 1.99 < a < 3.18 \text{ y } f'_c \text{ kg/cm}^2$$

Concreto Patron: $M_r = 32 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$M_r = 32 \times 0.0980665 \text{ Megapascales}$$

$$M_r = 3.14 \text{ Mpa}$$

Concreto incorporando fibra 400gr: $M_r = 39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$M_r = 39 \times 0.0980665 \text{ Megapascales}$$

$$M_r = 3.82 \text{ Mpa}$$

Concreto incorporando fibra 950gr: $M_r = 41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$M_r = 41 \times 0.0980665 \text{ Megapascales}$$

$$M_r = 4.02 \text{ Mpa}$$

Módulo elástico del concreto (E_c en PSI)

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

Concreto patrón:

$$\text{Si } f'c = 323 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c = 323 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{2.20462 \text{ Libras}}{1\text{kg}} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{\frac{1}{2.54^2} \text{ Pulg}^2}$$

$$f'c = 4594.13 \frac{\text{Lib}}{\text{Pulg}^2} \approx 4594 \text{ PSI}$$

$$E_c = 57000 \times \sqrt{4594} \text{ PSI}$$

$$E_c = 3863462.53 \text{ PSI}$$

$$E_c = 26637.65 \text{ Mpa}$$

Concreto incorporando fibra 400gr:

$$\text{Si } f'c = 337 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c = 337 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{2.20462 \text{ Libras}}{1\text{kg}} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{\frac{1}{2.54^2} \text{ Pulg}^2}$$

$$f'c = 4793.26 \frac{\text{Lib}}{\text{Pulg}^2} \approx 4793 \text{ PSI}$$

$$E_c = 57000 \times \sqrt{4793} \text{ PSI}$$

$$E_c = 3946302.70 \text{ PSI}$$

$$E_c = 27208.81 \text{ Mpa}$$

Concreto incorporando fibra 950gr:

$$\text{Si } f'c = 336 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c = 336 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{2.20462 \text{ Libras}}{1\text{kg}} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{\frac{1}{2.54^2} \text{ Pulg}^2}$$

$$f'c = 4779.04 \frac{\text{Lib}}{\text{Pulg}^2} \approx 4779 \text{ PSI}$$

$$E_c = 57000 \times \sqrt{4779} \text{ PSI}$$

$$E_c = 3940443.30 \text{ PSI}$$

$$E_c = 27168.41 \text{ Mpa}$$

Tabla 41. Coeficiente de drenaje de capas granulares

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 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
Insuficiente	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Insuficiente	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: MTC, 2014, p.219

Se asumió según el MTC del manual de carreteras el coeficiente de drenaje igualando a 1.00 determinando mediana la calidad de drenaje.

Tabla 42. Parámetro para transferencia de cargas (J)

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

Fuente: MTC, 2014, p.219

J=2.8 con pasadores

Tabla 43. Valores de parámetros para determinar el espesor

N	Parámetros	Valores resueltos
1	Tránsito de diseño (ESAL's)	13 261 212
2	Δ PSI	1.8
3	pt	2.50
4	Z1,Zr	-1.282
5	So	0.35
6	D (mm)	Valor en la tabla 43
7	K (Mpa/m)	124.94
8	Mr (Mpa)	Valor en la tabla 43
9	Ec (Mpa)	Valor en la tabla 43
10	Cd	1.00
11	J	2.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Espesor de la losa de pavimento determinado en relación de diferente diseño de concreto

Tipo de muestra	Mr (Mpa)	Mr (kg/cm ²)	Ec (Mpa)	D (mm)	D (cm)
Diseño 1 - concreto patrón	3.14	32	26637.65	290.93	29
Diseño 2 - con fpp 400gr	3.82	39	27208.81	260.46	26
Diseño 3 - con fpp 950gr	4.02	41	27168.41	253.28	25

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 43 se observa el resultado final de los espesores que se ha determinado en relación con diferentes diseños de concreto concluyendo que con el diseño 2 - con fibra de polipropileno se obtiene un menor espesor de losa, la diferencia entre los diseños, que fueron incorporado la fibra no varía significativamente. Por otro lado si hay una diferencia con el diseño concreto patrón.

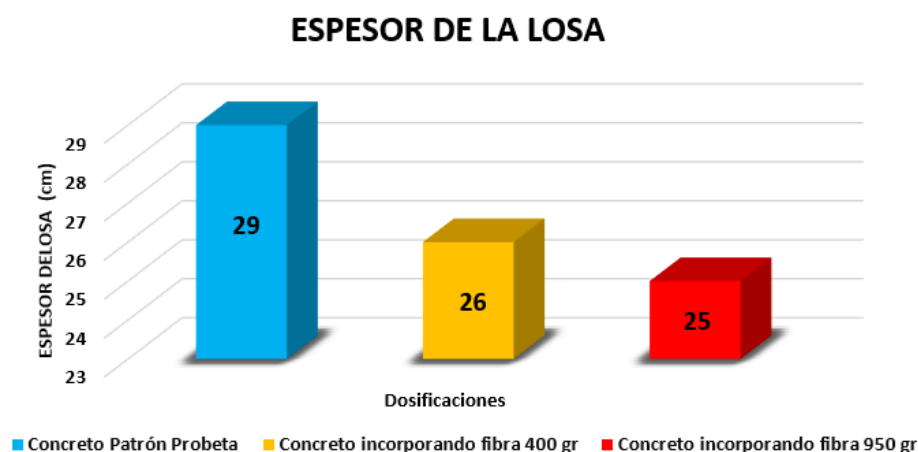


Figura 19. Variación de espesor de losa del pavimento de acuerdo con distintas dosificaciones.

Interpretación: En la figura 19 podemos verificar como reduce el espesor de la losa de acuerdo con distintas dosificaciones. Para un concreto patrón sin fibras se puede observar que para ese diseño se obtuvo la losa de concreto de 29 cm, luego tenemos losa de concreto de 26 cm, que se obtuvo incorporando 400 gr de fibra, de esta manera se verificó que se logra disminuir el espesor de la losa 3 cm con respecto a losa de concreto que se determinó del concreto patrón. Por último 25 cm tenemos un espesor que se obtuvo incorporando 950 gr de fibra, teniendo así una reducción de la losa del pavimento de concreto de 4 cm con respecto al concreto patrón.

Diseño de losa de concreto patrón.

The screenshot shows the 'Diseño de Pavimento Rígido' window in the PavimR software. The window title is 'Diseño de Pavimento Rígido' and the subtitle is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** PSI Inicial: 4.3, PSI Final: 2.5
- Confiabilidad [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Zr: -1.282, So: 0.35
- Información Adicional:**
 - Módulo de Elasticidad del Concreto Ec [psi]: 3863462.53
 - Coefficiente de Transmisión de Carga [J]: 2.8
 - Módulo de Rotura de Concreto Sc [psi]: 455.147
 - Coefficiente de Drenaje [Cd]: 1
- Selección de datos:** 'Eje W18' is selected. W18: 13261212. Módulo de Reacción de la Subrasante K: 460.60 pci.
- Resultado:** D: 11.3221 plg.

At the bottom, there are three buttons: 'Calcular', 'Insertar', and 'Limpiar'. A legend defines the units: pci = Libras /pulgadas³ [lb/plg³], psi = Libras /pulgadas² [lb/plg²], and plg = Pulgadas.

Figura 20. Determinando el espesor de la losa concreto patrón (software PavimR).

Interpretación: Por medio de un software se realizó la comprobación para verificar los resultados de la ecuación AASHTO 93 y se obtuvo un espesor de 29 cm (11.32 Pulg.) para la losa.

Diseño de la losa incorporando 400 gr/m³ de fibra de polipropileno.

The screenshot shows the 'Diseño de Pavimento Rígido' window in the PavimR software. The window title is 'Diseño de Pavimento Rígido' and the subtitle is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** PSI Inicial: 4.3, PSI Final: 2.5
- Confiabilidad [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Zr: -1.282, So: 0.35
- Información Adicional:**
 - Módulo de Elasticidad del Concreto Ec [psi]: 3946302.70
 - Coefficiente de Transmisión de Carga [J]: 2.8
 - Módulo de Rotura de Concreto Sc [psi]: 554.710
 - Coefficiente de Drenaje [Cd]: 1
- Selección de datos:** 'Eje W18' is selected. W18: 13261212. Módulo de Reacción de la Subrasante K: 460.60 pci.
- Resultado:** D: 10.1368 plg.

Legend for units:
pci = Libras /pulgadas³ [lb/plg³]
psi = Libras /pulgadas² [lb/plg²]
plg = Pulgadas

Buttons: Calcular, Insertar, Limpiar

Figura 21. Determinando el espesor de la losa concreto + 400 gr/m³ de fpp (software PavimR).

Interpretación: Por medio de un software se realizó la comprobación para verificar los resultados de la ecuación AASHTO 93 y se obtuvo un espesor de 26 cm (10.14 Pulg.) para la losa.

Diseño de la losa incorporando 950 gr/m³ de fibra de polipropileno.

The screenshot shows the 'Diseño de Pavimento Rígido' window in the PavimR software. The window title is 'Diseño de Pavimento Rígido' and the subtitle is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface includes several input fields and buttons:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** PSI Inicial: 4.3, PSI Final: 2.5
- Confiableabilidad [Zr] y Desviación Estandar [So]:** Zr: -1.282, So: 0.35
- Información Adicional:**
 - Módulo de Elasticidad del Concreto Ec [psi]: 3940443.30
 - Coefficiente de Transmisión de Carga [J]: 2.8
 - Módulo de Rotura de Concreto Sc [psi]: 583.157
 - Coefficiente de Drenaje [Cd]: 1
- Selección de datos:** 'Eje W18' is selected under 'Seleccionar dato que tiene'.
- Módulo de Reacción de la Subrasante:** K: 460.60 pci
- Resultado:** D: 9.84641 plg
- Legend:** pci = Libras /pulgadas³ [lb/plg³], psi = Libras /pulgadas² [lb/plg²], plg = Pulgadas
- Buttons:** 'Calcular', 'Insertar', and 'Limpiar' are located at the bottom.

Figura 22. Determinando el espesor de la losa concreto + 950 gr/m³ de fpp (software PavimR).

Interpretación: Por medio de un software se realizó la comprobación para verificar los resultados de la ecuación AASHTO 93 y se obtuvo un espesor de 25 cm (9.85 Pulg.) para la losa.

V. DISCUSSION

Según Magallanes Y Mitma (2021), los resultados que alcanzó se observaron que se empleó para la fibra de polipropileno tres diferentes proporciones las cuales fueron 200gr x m³, 400gr x m³ y la de 600gr x m³ y para un diseño de concreto 350kg/cm². Por el cual se determinó que al incorporar la fpp en el concreto hace que mejore su resistencia a compresión de la losa, la cual la dosificación óptima es de 400 gr por m³ mejorando en un 12% el concreto; mientras que en los resultados que se han obtenido en la presente tesis se realizó dos proporciones diferentes de las cuales fueron 400gr x m³ y 950 gr m³ para un diseño de concreto 300 kg/cm², lo cual se determinó que la dosificación óptima es de 400 gr x m³, por lo que podemos concluir que hay similitud en la elección del diseño de mezcla óptimo en el laboratorio.

Por otra parte, según Gutiérrez y Juaregui (2019) obtuvo respecto a los resultados de módulo de elasticidad determinó que para los concretos con incorporación de 600 g , 1000 g y 1500 g su resistencia máxima a compresión 462.23, 478.99 y 502.24 kg/cm², por lo tanto el más óptimo es con la incorporación de 1500 g de fpp , donde supera en 46.37 kg/cm² a la f'c del patrón con 455.87 kg/cm², de los tres diseños que se realizó recomienda usar para concretos con resistencias mayores a 300 kg/cm² es con incorporación de 1000 g, donde se determinó que valor en este caso aumenta a la del patrón en 23.12 kg/cm², mientras que en los resultados obtenidos en la presente tesis se realizó el diseño de concreto 300 kg/cm², donde se obtuvo un f'c de 337 kg/cm² para un concreto con 400 gr de fibra de polipropileno superando en 53 kg/cm² a la f'c patrón de 284 kg/cm².

En cuanto, a los resultados según Gutiérrez y Juaregui (2019) de módulo de rotura del concreto, para el diseño de concreto con adiciones de fibra de polipropileno de 600, 1000 y 1500 g determino 50.44, 58.31 y 66.04 kg/cm² . Lo cual aumenta su resistencia máxima del concreto patrón de 49 kg/cm². Pero se trabajó con adición de 600 g, utilizando la fibra en menor cantidad, cuya resistencia aumenta al concreto patrón 1.44 kg/cm², mientras que en los resultados obtenidos en la presente tesis se determinó que para el diseño de concreto con incorporación de fibra de polipropileno de 400gr y 950gr obteniéndose 39 y 41 kg/cm² correspondientemente, lo que supera 9 kg/cm² a la f'c del patrón de 32 kg/cm².

Según Cabello y Mendoza (2020) respecto a que si influye la adición de fibra de polipropileno en la losa del concreto hidráulico, para alcanzar el esfuerzo tanto a compresión y flexión debe tener una dosis de fpp de 3.5% y su tiempo de secado tiene que estar en los 50 días, para contar con una resistencia alta de 284 kg/cm² y que a compresión sea de 62 kg/cm² a flexión. La utilización de la fibra de polipropileno que llegan a reemplazar a la mezcla convencional en el concreto se ve una mejoría en su estructura realizando que sea su ruptura mucho más difícil; no obstante, se debe tener en cuenta que cuando se llega a incorpora mucha fibra en un rango de mayor o igual a 5 kg/m, el peso unitario y el contenido de aire atrapado se va a alterar ligeramente deteriorando la conformación estructura.. La incorporación de fpp fue alcanzada 3 kg/m³, por lo cual se llega a la conclusión que va a mejorar sus propiedades estructurales reduciendo el agrietamiento significativamente, mientras que en los resultados que se obtuvieron en la presente tesis la incorporación de fpp 0.95kg/m³ por lo cual si mejora en la resistencia en relación con el concreto patrón reduciendo su espesor.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo con lo planteado con el primer objetivo específico, que la incorporación de fibra de polipropileno si influye, pero no significativamente, en el diseño de mezcla para el concreto del pavimento rígido. Constantemente incorporando 950 gr/m³ de fibra de polipropileno, aumenta la propiedad de revenimiento en estado fresco respectivamente y la mezcla es menos utilizable.
- Según lo planteado con el segundo objetivo específico, se concluyó que la fibra de polipropileno respecto al módulo elástico si influye, dado que, en los ensayos de resistencia a la compresión estudiados a los 28 días de edad se obtuvo que 400gr de fpp alcanzo una máxima resistencia promedio 337 kg/cm², así logrando cumplir con lo requerido. Y superando al concreto patrón que obtuvo 284 kg/cm².
- Según lo planteado en el tercer objetivo específico, se determinó que la incorporación de fpp respecto al módulo de rotura (resistencia a flexo tracción), incorporando fpp de 400 gr/m³ y 950 gr/m³ obteniéndose 39 y 41 kg/cm² correspondientemente, lo cual supera con 9 kg/cm² del f'c patrón de 32 kg/cm².
- Conforme a lo que se planteó para poder determinar el objetivo principal, que la incorporación de 950 gr/m³ de fpp al concreto disminuye el espesor de la losa en relación con el concreto patrón, con una diferencia de 4 cm, y mejorando sus propiedades para su resistencia del concreto.

VII. RECOMENDACIONES

- Poner en práctica más ensayos en relación con los diseños de concreto con diferentes proporciones con la fibra z de polipropilenos (Z aditivos) de tal modo para el estado fresco y endurecido y supervisar que cumplan con todos los parámetros requeridos para su buen diseño para el uso de diferentes trabajos relacionado a obras civiles.
- Seguir el estudio de la fibra de polipropileno para poder analizar su consistencia y durabilidad a plazos mayores y así evaluar el tiempo que dura y también la pérdida que pueda tener pasando, haciendo varios tipos de ensayos en el laboratorio.
- Respecto al módulo elástico que se determinó el cálculo a partir del ensayo a compresión obtenida estas cambian convenientemente con la incorporación de hasta 400gr de fpp. Se recomienda ensayar con otros porcentajes para poder ver su efectividad al concreto, comprobando ello verificar el tope que se le puede agregar de fibra de polipropileno, y ensayándolas a compresión y puedan ser beneficioso.
- Determinando las proporciones de la fibra de polipropileno (Z Aditivos) su utilización para la elaborar concretos con alta resistencia, para lograr alcanzar concretos con mayores resistencias para proyectos de gran envergadura y que permita reducir a nivel de costos significativamente realizando dosificaciones apropiadas y optimas.

REFERENCIAS

- HERNÁNDEZ, S., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, L. Metodología de la investigación. 6^{ta} ed. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA. EDITORES, S.A. DE C.V. 2015. 130 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0
- CEGARRA, José. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Madrid. Ediciones Diaz Santos. 2004. 42 pp. ISBN: 84-7978-624-8
- CEDEÑO, Jimmy. Propuesta de Metodología Complementaria a los Diseños de Pavimentos según AASHTO 93. Tesis (Pregrado). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2014.

Disponible en:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3131/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-100.pdf>
- LINARES, Durand., LINARES, Diego., MELGAREJO, Luis. [et al]. LACCEI International Multi-Conference for Engineering Education, and Technology. [en línea]. Julio 2021, n° 19. [fecha consultada: 20 noviembre de 2022].

Disponible en https://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/full_papers/FP211.pdf

ISSN: 2414-6390
- ABANTO, Flavio. Tecnología del Concreto [en línea]. 2da ed. Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L, 2004 [fecha consultada 15 octubre de 2022]. Capítulo 1. Concreto.

Disponible en <http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf>

ISBN: 978-612-302-060-6
- RONDÓN, H. y REYES, F. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. Recuperado de: PAVIMENTOS: Materiales, Construcción y Diseño -Rondón. Colombia. Ecoe Ediciones. 2015. 45 pp.

ISBN: 978-985-771-175-2
- MAGALLANES, Alan., MITMA, Juan. Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de

Lurigancho – 2021. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 11, 8 pp.

- HERNANDO, Angelo., HUAMANÍ, Nahúm. “Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019”. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2019. 13,54. Pp
- INSTITUTO de la Construcción y Gerencia. Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos: Perú, 2004. 5pp.
- CABELLO, Monica., MENDOZA, Jackelyn. Incorporación de fibra de polipropileno en el concreto para el pavimento rígido en la Av. Los Regadores cuadra 1-5, San Juan de Lurigancho-2020. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2020. 7,42 pp)
- URIBE, Marco. Diseño de pavimento rígido. [en línea]. AMIVTAC. 10 de junio 2016. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022].
Disponible en: http://www.amivtac.org/spanelWeb/file-manager/Biblioteca_Amivtac/Cursos%20AMIVTAC/curso-geotecnia/Curso-Geotecnia-y-Pavimentos-Qro.pdf
- CÓRDOVA, Karen., CRUZ, Lesly. Uso de fibra de polipropileno como material de refuerzo y su influencia en el pavimento rígido del AA.HH. San Sebastián del distrito 26 de octubre – Piura. 2020. Tesis (pre grado). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.
Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66715/C%C3%B3rdova_FKY-Cruz_PLR-SD.pdf?sequence=1
- VARROS, Verónica., RAMÍREZ, Hugo. Diseño de Hormigones con fibra de polipropileno para resistencia a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Pifo. Tesis (Pregrado). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2012.
Disponible en:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/517>
- Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Colombia, 94 (33). Enero 2019.
ISSN: 0120-6230

- JUAREGUI, Leonor., ARRIOLA, Cecilia. Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra de polipropileno y plumas de ave, Lima 2019. Tesis (pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48821>
- CLUS, Agustín. El financiamiento educativo en América Latina. Redalyc, (2): 6, 2019.
ISSN: 1995-7785
- RIVVA, Enrique. Tecnología del Concreto. En su: Diseño de Mezcla. 3a ed. Lima, Fondo Editorial ICG, 2015. pp.56.
ISBN: 693.5 R68 2010
- NIÑO, Jairo. Tecnología del Concreto Tomo 1. Materiales prioridades y diseño de mezclas. En su: Relación de agua – cemento. 3a ed. Colombia, Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010. pp. 191.
ISBN: 978-958-8564-03-6
- RIVVA, Enrique. Tecnología del Concreto. En su: Proporción de Agregado Fino Natural. 3a ed. Lima, Fondo Editorial ICG, 2015. pp.24.
ISBN: 693.5 R68 2010
- RIVVA, Enrique. Tecnología del Concreto. En su: Proporción de Agregado Grueso Natural. 3a ed. Lima, Fondo Editorial ICG, 2015. pp.70.
ISBN: 693.5 R68 2010
- FIBRA Z. DE POLIPROPILENO – ZADITIVOS. Jair Corsino. 17 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.zaditivos.com.pe/mejorador-de-concreto/>
- PROYECTO De Norma Técnica Peruana. PNTP 339.081: Hormigón (Concreto) Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del hormigón fresco. Lima, 2011. 6 pp.
- CASTILLO, Abanto. Tecnología del Concreto. En su: *Asentamiento (Slump)*. 3ª ed. Lima, San Marcos E.I.R.L, 2018. pp.47.
ISBN: 978 – 612 – 302 – 060 – 6
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos [en línea]. Abril. Perú: Servicios Gráficos Squadrito EIRL., 2014 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022]

- Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
ISBN: 9786123042516.
- REYES, Fredy y RONDÓN, Hugo. Pavimentos: Materiales, construcción y diseño. En su: Resistencia a la comprensión. Bogotá: Newcomlab S.L.L., 2015. pp.40.
 - MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos [en línea]. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022]. Capítulo 12. Pavimentos Flexibles. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
ISBN:9786123042516
 - NIÑO, Jairo. Tecnología del Concreto Tomo 1. Materiales prioridades y diseño de mezclas. En su: Módulo de rotura de concreto. 3a ed. Colombia, Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010. pp. 125.
ISBN: 978-958-8564-03-6
 - MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Ensayos de Materiales [en línea]. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2016 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022]. Capítulo 7. Concreto. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
 - MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos [en línea]. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022]. Capítulo 14. Pavimentos Rígidos. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

ISBN:9786123042516

- MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos. En su: Metodología de diseño AASHTO 93. 5ta ed. Lima, Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016, pp.140.

ISBN: 978-612-4280-17-7

- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos [en línea]. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014 [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022]. Capítulo 6. Periodo de Diseño. Disponible

en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos. En su: *Tránsito de Diseño (ESALs)*. 3ª ed. Lima, Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014, pp. 212.

ISBN: 9786123042516

- MENÉNDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos. En su: Serviciabilidad. 3ta ed. Lima, Instituto de la Construcción y Gerencia, 2012, pp.41.

ISBN: 978-612-4280-17-7

- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos. En su: Confiabilidad y la desviación estándar. 3a ed. Lima, Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014, pp. 215.

ISBN: 9786123042516

- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos. En su: Módulo de reacción y subrasante y CBR (K). 3a ed. Lima, Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014, pp. 216.

ISBN: 9786123042516

- HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA Paulina. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México. Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. 215 pp.

ISBN: 978-1-4562-6096-5

- GUITIERRÉZ, Luis., JUAREGUI, Jhonatan. “Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019”. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73789?show=full>

- HERNANDEZ, Diego., LEÓN Diego. “Estudio de concreto adicionado con fibra de polipropileno o sintética 2%”. Tesis (Pregrado). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15016/1/Estudio-de-concreto-adicionado-con-fibras-de-polipropileno-o-sint%C3%A9ticas-al-2%25.pdf>

- LINDAO, Kenia., ROMERO, Ana. “Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ “. Tesis (Pregrado). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/38279/1/BMAT-V097-2018-Ing.%20CIVIL%20-%20LINDAO%20CEDE%20%91O%20KENIA%20PATRICIA%20-%20ROMERO%20ORTEGA%20ANA%20CRISTINA.pdf>

- GONZÁLES, Quintiliano., MONTERO Katherine. “Diseño de hormigones utilizando fibra de polipropileno, para cada capa de rodadura en pavimentos rígidos”. Tesis (Pregrado). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2015. Disponible en:

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8076/DISE%20%91O%20DE%20HORMIGONES%20UTILIZANDO%20FIBRA%20DE%20POLIPROPILENO%20%2c%20PARA%20CAPA%20DE%20RODADURA%20EN%20PAVIMENTOS%20R%20%8dGIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- HORMIGÓN reforzado con fibra que contiene residuos de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno por R. Prakash [et al]. Redin [en

línea]. Junio – marzo 2020, n.0 94 [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022]

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/430/43062873004/>

ISSN: 0120-6230

ANEXOS

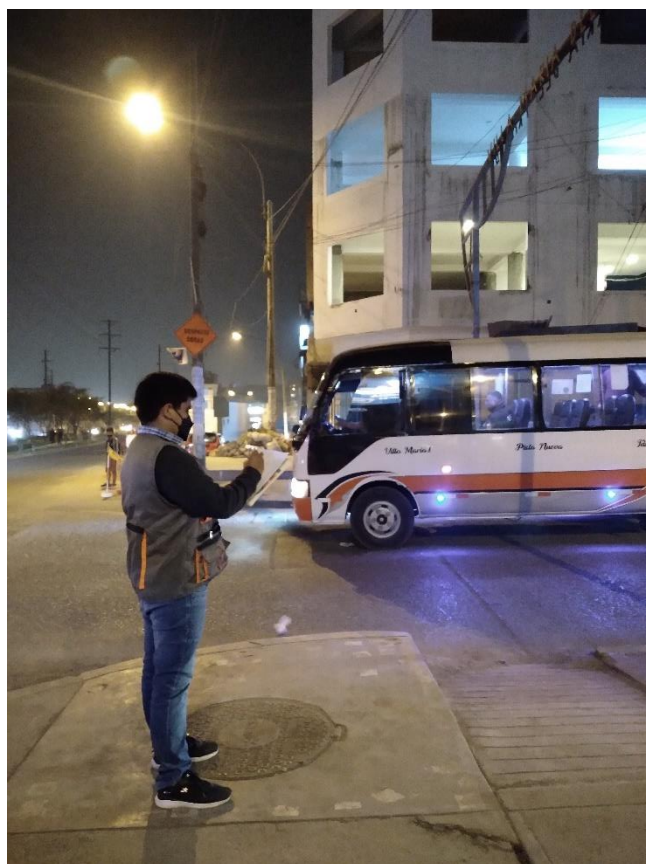
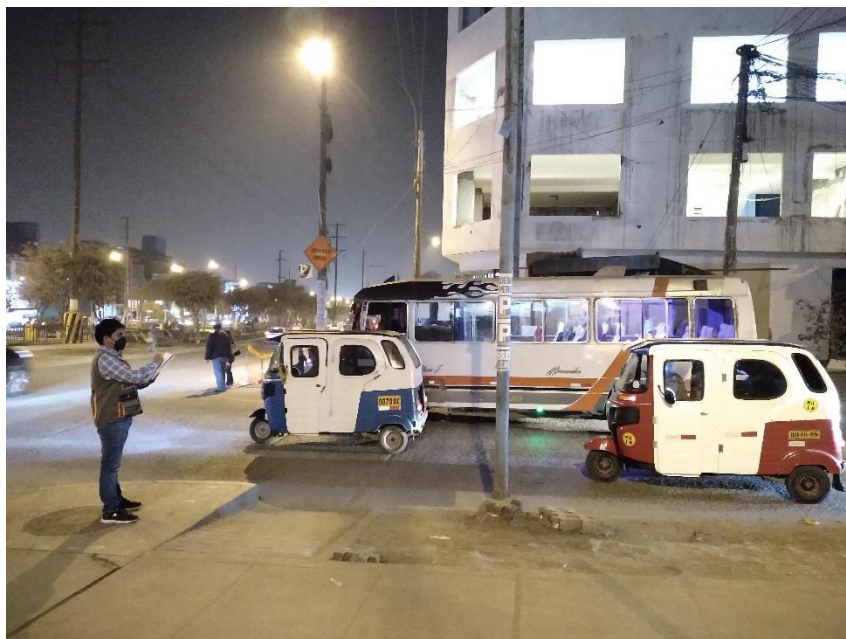
Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente (X) Diseño de concreto con fibra de polipropileno	se realiza dado que la mezcla, con cemento portland, con agregado fino, con agregado grueso, con aire y agua en diferente proporción que sean apropiadas para que se logre buenas propiedades principalmente en su resistencia (Abanto, 2009, p.11). Se da a conocer sobre las fibras de polipropileno que son aquellas fibras sintéticas teniendo su caracterización ser resistente a solventes, buen rango al impacto y la rigidez, previene la humedad y actuando como una barrera al vapor del agua, por ello se utiliza para obtener una mejora a las propiedades y su resistencia para poder beneficiar al concreto a tener mayor durabilidad (Linares y Melgarejo, 2021, p.2).	Se realiza la forma de medición de la variable a través del diseño de mezcla con la finalidad de obtener resultados al incorporar proporciones de 0, 400 y 950 gr/m ³ para evaluar su comportamiento en las edades de 7, 14 y 28 días de curado.	Diseño de mezcla del concreto	Relación agua cemento Proporción de agregado fino Proporción de agregado grueso Proporción de fibra z de polipropileno Porcentaje de aire atrapado Prueba de asentamiento	De razón
			Modulo elástico del concreto	Resistencia a la compresion	
			Modulo rotura del concreto	Resistencia a flexotracción del concreto	
Variable Dependiente (Y) Losa del pavimento rígido	Recibe las cargas que provienen del tránsito que estas misma van a llegar alcanzar a los estratos inferiores de manera disipada, debemos tener en cuenta que dichas cargas deben ser disminuidas casi en su totalidad, el pavimento es referido como rígido porque en su elaboración de la losa de rodadura se emplea el concreto (Rondón y Reyes, 2015, p.45).	Para realizar utilizando directamente la AASHTO 93 con una hoja de cálculo, la cual se determino los parámetros de acuerdo con el manual de carreteras del mtc para poder obtener y detallar el espesor de la losa de concreto.	Tránsito de diseño	Estudio de trafico	De Razón
			Serviciabilidad	Índice de servicio inicial (Pi) Índice de servicio final (Pt)	
			Confiabilidad y la desviación estándar	Nivel de confiabilidad Desviación estándar normal	
			Módulo de reacción	Intensidad de tráfico expresado en ejes equivalentes	
			Coefficiente de drenaje	Condiciones de drenaje	
			Transferencia de cargas	Valores de coeficiente de transmisión de carga	

Anexo 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente: Diseño de concreto con fibra de polipropileno	Diseño de mezcla del concreto	Relación agua – cemento Proporción de agregado fino natural Proporción de agregado grueso natural Proporciones de fibra de polipropileno Porcentaje de aire atrapado Asentamiento (Slump)	Enfoque: Cuantitativo Tipo de Investigación: Aplicada Tipo de diseño de la Investigación: Causi - Experimental	Observación en campo y en el laboratorio.	Ficha técnica
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:		Modulo elástico del concreto	Resistencia a la compresion			Ficha de recolección de registro
PE.1 ¿De qué manera el diseño de mezcla de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, Avenida Villa María, Lima 2022?	OE.1 Determinar de qué manera el diseño de mezcla de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, Avenida Villa María, Lima 2022	HE.1 El diseño de mezcla de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del pavimento rígido, Avenida Villa María, Lima 2022		Modulo rotura del concreto	Resistencia a flexotracción del concreto			
PE.2 ¿De qué manera el modulo elastico de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del Pavimento Rígido, Avenida Villa María, Lima 2022?	OE.2 Determinar de qué manera el modulo elastico de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del Pavimento Rígido, Avenida Villa María, Lima 2022	HE.2 El modulo elastico de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del Pavimento Rígido, Avenida Villa María, Lima 2022		Variable Dependiente: Losa de pavimento rígido	Transito de diseño	Estudio de trafico		Población: Se encuentra conformada por la Avenida Villa María Muestra: km 1+000 de la avenida Muestreo: No Probabilístico
PE.3 ¿De qué manera el modulo de rotura de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del Pavimento Rígido, Avenida Villa María, Lima 2022?	OE.3 Determinar de qué manera el modulo de rotura de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del Pavimento Rígido, Avenida Villa María, Lima 2022	HE.3 El modulo de rotura de concreto con fibra de polipropileno influye en la losa del Pavimento Rígido, Avenida Villa María, Lima 2022	Serviciabilidad		Índice de servicio inicial (Pi) Índice de servicio final (Pt)			
			Confiabilidad y la desviación estándar		Nivel de confiabilidad Desviación estándar normal			
			Módulo de reacción		Intensidad de tráfico expresado en ejes equivalentes			
			Coefficiente de drenaje	Condiciones de drenaje				
			Transferencia de cargas	Valores de coeficiente de transmisión de carga				

Anexo 3: Conteo vehicular





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA VILLA MARIA
SENTIDO	NORTE - SUR
UBICACION	VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA





















DIA	MARTES
FECHA	18/10/2022

HORA	MOTOS TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
8:00-9:00	29	25	28	28	21	7	36	1		21	1	1	1			5					204
9:00-10:00	27	28	34	37	24	4	39	4		15			3	4	2	2					223
10:00-11:00	26	21	27	22	17	3	32	7		12	7			3							177
11:00-12:00	21	26	22	24	22	9	37	2		2		1									166
12:00-13:00	18	17	14	17	13	5	28	6		5	8				1						132
13:00-14:00	22	19	31	23	15	7	30	10		15	2	1									175
14:00-15:00	15	17	12	15	13	6	28	1			1		2	2	1						113
15:00-16:00	22	26	25	24	22	2	37			22											180
16:00-17:00	12	18	32	29	14	6	29	2		8	4	1		1							156
17:00-18:00	9	14	26	32	10	11	25			19	1				2						149
18:00-19:00	15	34	32	26	30	8	45	1		13	6		1	1							212
19:00-20:00	16	30	38	30	26	10	41	11		11		3									216
TOTAL	232	275	321	307	227	78	407	45		141	32	6	8	11	5	8	0	0	0	0	2103

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA VILLA MARIA
SENTIDO	NORTE - SUR
UBICACION	VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA




DIA	JUEVES
FECHA	20/10/2022

HORA	MOTOS TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 		
8:00-9:00	27	16	22	19	12	2	27	3		15	2				1	1						147
9:00-10:00	26	21	28	21	17	1	32	4		12	6	1	1	1	4							175
10:00-11:00	32	13	33	12	9	1	24	1						1		1						127
11:00-12:00	24	7	18	22	3	5	18	2		25		1	1									126
12:00-13:00	18	17	23	24	13	1	28			23	5		2			1						155
13:00-14:00	19	21	9	26	17	5	32	4			6	1										140
14:00-15:00	16	23	34	12	19	3	34	2		5	1	2	1	2	1							155
15:00-16:00	14	11	22	22	7	4	22	1														103
16:00-17:00	19	15	26	31	11	6	26	1		16		1	1	1								154
17:00-18:00	10	10	28	20	6	9	21	5		8	4				2	1						124
18:00-19:00	15	25	32	28	21	10	36	7		22	5	2		2	3	2						210
19:00-20:00	14	28	31	35	24	11	39	8		21			2	1	1	1						216
TOTAL	234	207	306	272	159	58	339	38		147	29	8	8	8	12	7						1832

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA VILLA MARIA
SENTIDO	NORTE - SUR
UBICACION	VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA

DIA	VIERNES
FECHA	21/10/2022

HORA	MOTOS TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
8:00-9:00	22	21	25	27	17	8	32	1		18	6	2	2		1	1					183
9:00-10:00	29	17	32	18	13	0	28	8		15	4		4		2	4					174
10:00-11:00	27	26	26	16	22	4	37	4		13				4		2					181
11:00-12:00	26	17	28	22	13	2	28	2		8		1	1								148
12:00-13:00	22	26	19	23	22	6	37	6			3		2			1					167
13:00-14:00	18	17	16	28	13	2	28	1		15	6	1									145
14:00-15:00	22	28	10	14	24	4	39	1					1	3							146
15:00-16:00	15	21	15	18	17	4	32	2		11											135
16:00-17:00	16	18	16	12	14	3	29	2		16	6		1								133
17:00-18:00	12	17	30	19	13	6	28	7		11	1	2				1					147
18:00-19:00	14	27	32	28	23	12	38	8		16	8			1							207
19:00-20:00	16	29	51	32	25	8	40	10		13			1	2	1	1					229
TOTAL	239	264	300	257	216	59	396	52		136	34	6	12	10	4	10					1995

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA VILLA MARIA
SENTIDO	NORTE - SUR
UBICACIÓN	VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA

DIA	SABADO
FECHA	22/10/2022


HORA	MOTOS TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
8:00-9:00	25	11	30	34	10	9	22	4		15	8				6					174	
9:00-10:00	28	19	22	12	18	1	30	2		22	8	1			1					164	
10:00-11:00	26	21	18	15	20	2	32	9					1		4					148	
11:00-12:00	21	10	19	1	9	0	21	1		12			3							97	
12:00-13:00	18	20	11	10	19	3	31				9			1						122	
13:00-14:00	12	15	10	17	14	4	26	6		10	6	2	2							124	
14:00-15:00	14	14	15	10	13	4	25	4		8				1						108	
15:00-16:00	13	11	8	8	10	6	22	1		6		2			1					88	
16:00-17:00	13	15	25	26	14	4	26	2			7		4	1						137	
17:00-18:00	12	17	35	23	16	7	28	8		12	5	1			2	1				167	
18:00-19:00	16	21	44	43	20	10	32	12		10	8			1						217	
19:00-20:00	14	26	48	22	25	8	37	9		9	4	2			3	2				209	
TOTAL	212	200	285	221	188	58	332	58		104	55	8	9	4	6	15				1755	

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA VILLA MARIA
SENTIDO	NORTE - SUR
UBICACION	VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA

DIA	LUNES - DOMINGO
FECHA	17/10/2022- 23/10/2022

DIA	MOTOS TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
LUNES	312	274	368	333	171	73	303	46	0	158	32	21	5	13	5	8	0	0	0	0	2122
MARTES	232	275	321	307	227	78	407	45	0	141	32	6	8	11	5	8	0	0	0	0	2103
MIÉRCOLES	276	234	472	281	186	73	366	48	0	189	26	4	12	10	12	4	0	0	0	0	2193
JUEVES	234	207	306	272	159	58	339	38	0	147	29	8	8	8	12	7	0	0	0	0	1832
VIERNES	239	264	300	257	216	59	396	52	0	136	34	6	12	10	4	10	0	0	0	0	1995
SÁBADO	212	200	285	221	188	58	332	58	0	104	55	8	9	4	6	15	0	0	0	0	1755
DOMINGO	151	124	298	188	160	46	256	53	0	149	42	8	8	19	6	9	1	0	0	0	1518
TOTAL	1656	1578	2350	1859	1307	445	2399	340	0	1024	250	61	62	75	50	61	1	0	0	0	13518
IMDS	237	225	336	266	187	64	343	49	0	146	36	9	9	11	7	9	0	0	0	0	1931

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : ---

INFORME : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : -
FECHA : Octubre del 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$


1,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	Muestra Patron
1,1	CARACTERISTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento 3" - 4" (slump 3,7") Relación a / c de diseño 0,55 Relación a / c de obra 0,57 Proporciones de diseño 1,0 : 1,76 : 2,46 Proporciones de obra 1,0 : 1,79 : 2,47
1,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 400 Kg. Arena 717 Kg. Piedra 989 Kg. Agua 226 lt. Densidad 2352 kg/m ³
1,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42,5 Kg. Arena 76,1 Kg. Piedra 105,1 Kg. Agua 24,0 lt/bolsa Aditivo Fibra Polipropileno 0,0850 Kg.
1,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1,0 : 1,95 : 2,52 Agua 24,0 lt/bolsa

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.


Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
LA LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : ---


INFORME : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : -
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$


2,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	Muestra 400 gr
2,1	CARACTERISTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento 3" - 4" (Slump 2,8") Relación a / c de diseño 0,55 Relación a / c de obra 0,57 Proporciones de diseño 1.0 : 1,76 : 2,46 Proporciones de obra 1.0 : 1,79 : 2,47 Aditivo Fibra Polipropileno 42,50 gr por bolsa de cemento
2,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 400 Kg. Arena 717 Kg. Piedra 989 Kg. Agua 226 lt. Aditivo Fibra Polipropileno 0,40 Kg. Densidad 2340 kg/m ³
2,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42,5 Kg. Arena 76,1 Kg. Piedra 105,1 Kg. Agua 24,0 lt/bolsa Aditivo Fibra Polipropileno 0,0425 Kg.
2,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1.0 : 1,95 : 2,52 Agua 24,0 lt/bolsa Aditivo Fibra Polipropileno 42,50 gr por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.


Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
FRANCISCO CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : ---


INFORME : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : -
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$


3,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	Muestra 950
3,1	CARACTERISTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento 3" - 4" (Slump 2,2") Relación a / c de diseño 0,55 Relación a / c de obra 0,57 Proporciones de diseño 1.0 : 1,76 : 2,46 Proporciones de obra 1.0 : 1,79 : 2,47 Aditivo Fibra Polipropileno 85,00 gr por bolsa de cemento
3,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 400 Kg. Arena 717 Kg. Piedra 989 Kg. Agua 226 lt. Aditivo Fibra Polipropileno 0,95 Kg. Densidad 2329 kg/m ³
3,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42,5 Kg. Arena 76,1 Kg. Piedra 105,1 Kg. Agua 24,0 lt/bolsa Aditivo Fibra Polipropileno 0,8000 Kg.
3,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1.0 : 1,95 : 2,52 Agua 24,0 lt/bolsa Aditivo Fibra Polipropileno 85,00 gr por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.


Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
FRANCISCO CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	REGISTRO	Código : CFE-01 Revisión : 1
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

INFORME JCH 22-234
Solicitante JAIR CORSINO ALONZO
Proyecto DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
Ubicación -

Muestra Fibra Polipropileno

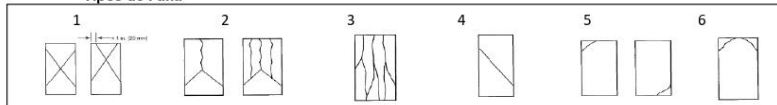
Fecha Rotura (7D) 21/10/2022
Fecha Rotura (14D) 28/10/2022
Fecha Rotura (28D) 11/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón	14/10/2022	7	102,6	226,51	82,68	279	2
Patrón	14/10/2022	7	101,3	225,60	80,60	285	3
Patrón	14/10/2022	7	101,7	228,81	81,15	287	2
400 gr	14/10/2022	7	101,9	234,61	81,55	293	2
400 gr	14/10/2022	7	100,9	236,20	79,88	301	2
400 gr	14/10/2022	7	101,8	231,65	81,31	290	2
950 gr	14/10/2022	7	102,6	239,00	82,68	295	2
950 gr	14/10/2022	7	101,7	234,94	81,20	295	3
950 gr	14/10/2022	7	101,8	239,70	81,39	300	2
Patrón	14/10/2022	14	101,0	246,76	80,12	314	2
Patrón	14/10/2022	14	101,3	243,36	80,60	308	2
Patrón	14/10/2022	14	100,9	240,27	79,88	307	1
400 gr	14/10/2022	14	100,9	244,02	79,96	311	2
400 gr	14/10/2022	14	100,8	250,93	79,80	321	2
400 gr	14/10/2022	14	101,0	246,20	80,04	314	2
950 gr	14/10/2022	14	101,9	253,96	81,47	318	2
950 gr	14/10/2022	14	102,4	250,11	82,27	310	2
950 gr	14/10/2022	14	102,2	253,97	82,03	316	2
Patrón	14/10/2022	28	101,6	268,97	81,07	338	2
Patrón	14/10/2022	28	102,2	258,70	81,95	322	2
Patrón	14/10/2022	28	102,0	248,59	81,63	310	2
400 gr	14/10/2022	28	102,5	277,36	82,52	343	2
400 gr	14/10/2022	28	102,6	275,40	82,68	340	1
400 gr	14/10/2022	28	102,1	262,90	81,79	328	1
950 gr	14/10/2022	28	102,1	265,70	81,79	331	2
950 gr	14/10/2022	28	102,1	267,51	81,79	333	1
950 gr	14/10/2022	28	101,6	274,00	80,99	345	1

Consideraciones :

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodeladas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno


Tipos de Falla




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
 HILDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código	---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	-

INFORME : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : VILLA MARIA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$

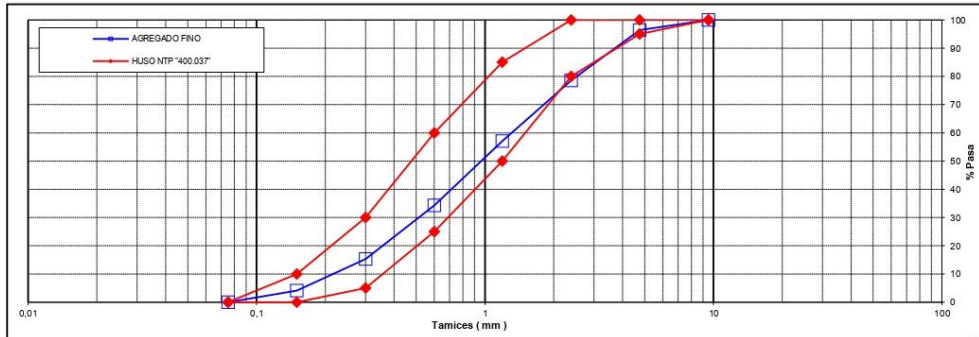
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera MOLINA
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total gr 500

TAMIZ	gr	%	% RET.	%	% PASA	
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
N°4	4,75	17,7	3,6	3,6	96,4	95 - 100
N°8	2,38	87,0	17,8	21,5	78,5	80 - 100
N°16	1,19	104,7	21,5	42,9	57,1	50 - 85
N°30	0,6	111,3	22,8	65,7	34,3	25 - 60
N°50	0,3	92,6	19,0	84,7	15,3	5 - 30
N°100	0,15	54,5	11,2	95,9	4,1	0 - 10
FONDO		20,0	4,1	100,0	0,0	0 - 0

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Módulo de Fineza	3,21
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1.368
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1.511
Peso Específico	2,61
Contenido de Humedad (%)	1,94
Porcentaje de Absorción (%)	2,46




Jean Chavez R
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO
DE LA LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

	FORMULARIO	Código	---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	---

INFORME : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : VILLA MARIA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$

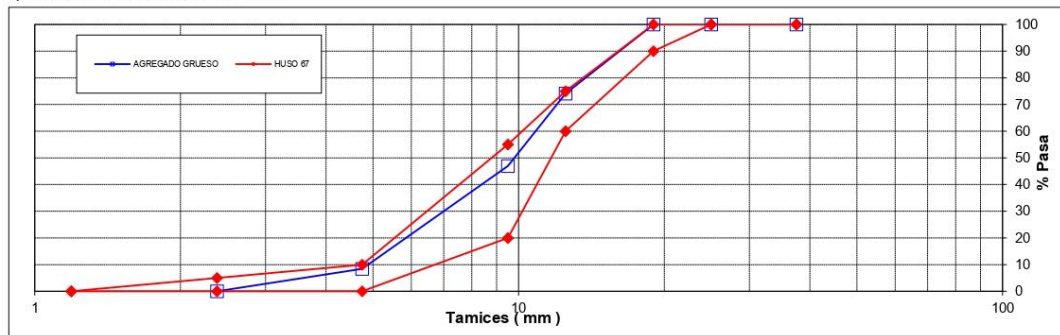
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO **Peso Total gr** 3808,6

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO 67
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	0	0,0	0,0	100,0	100 - 100
3/4"	19	0	0,0	0,0	100,0	90 - 100
1/2"	12,5	985,6	25,9	25,9	74,1	60 - 75
3/8"	9,5	1034	27,1	53,0	47,0	20 - 55
N°4	4,75	1469	38,6	91,6	8,4	0 - 10
N°8	2,38	320	8,4	100,0	0,0	0 - 5
N°16	1,19					-
FONDO						

B) CURVA DE GRANULOMETRIA




C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	6,45
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1.459
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1.595
Peso Específico	2,76
Contenido de Humedad (%)	0,40
Porcentaje de Absorción (%)	0,65




Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto





JAVIER FRANCISCO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. -

Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : -

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566, NTP 339.185**

INFORME N° : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : VILLA MARIA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : La Molina y La Gloria
Calicata : -
Muestra : -
Prof. (m) : - **Fecha de Recepción** : 13/10/22
Progresiva : - **Fecha de Ejecución** : 14/10/22
Coordenadas : -

Recipiente N°	ARENA (Molina)	PIEDRA (Gloria)
Peso de suelo humedo + tara	509,8	2421,8
Peso de suelo seco + tara	501,2	2412,5
Peso de tara	59,9	105,5
Peso de agua	8,6	9,3
Peso de suelo seco	441,3	2307,0
Contenido de agua	1,94	0,40
Contenido de Humedad (%)	1,94	0,40


Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.Ch

Equipos Usados
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
 HILDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : C-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

N° INFORME : JCH 22-234
SOLICITANTE : JAIR CORSINO ALONZO
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
UBICACIÓN : AV VILLA MARIA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Calicata : - **Cantera** : Gloria
Muestra : Piedra **Progresiva** : -
Prof.(m) : - **Coordenadas** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	1081,0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	692,0			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	389,0			
Peso de material seco (105°C) (gr)	1074,0			
Volumen de masa (gr)	382,0			
Peso Bulk (base seca)	2,761			2,761
Peso Bulk (base saturada)	2,779			2,779
Peso aparente (base seca)	2,812			2,812
Porcentaje de absorción (%)	0,65			0,65

Observaciones :
Realizado : Téc. JCh

Equipos Usados
Bal-003
Hor-001 o Hor-002


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




WILFRANCISCO
WILLO CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : C-09
Revisión : 1
Fecha : -
Página : 1 de 1

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO
ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203

Informe : JCH 22-234
Solicitante : JAIR CORSINO ALONZO
Proyecto : DISEÑO DE CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO AVENIDA VILLA MARIA LIMA 2022
Ubicación : AV VILLA MARIA
Fecha : OCTUBRE DEL 2022

Cantera : Gloria
Calicata : -
Muestra : Piedra
Prof. (m.) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Peso Unitario Varillado (gr/cm³) : 1,595
Peso Unitario Suelto (gr/cm³) : 1,459
Peso del molde (gr) : 2253
Volumen molde (cm³) : 9421,0

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm ³)
Peso de Molde+Agregado (gr)	17207	1,587
Peso de Molde+Agregado (gr)	17331	1,600
Peso de Molde+Agregado (gr)	17287	1,596
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm ³)
Peso de Molde+Agregado (gr)	15952	1,454
Peso de Molde+Agregado (gr)	15981	1,457
Peso de Molde+Agregado (gr)	16050	1,464

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecución : Tec. G.NR

Equipos Usados
Bal-003

Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO HILOLA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-23

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-21

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,0	21,2
Humedad Relativa	63,8	64,8

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 998,8 g para una carga de 4 000,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009: Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,1	0,05	0,10
2	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
6	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,04	0,14		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

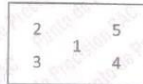
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,09	-0,04	1 300,00	1 299,9	0,04	-0,09	-0,05
2		0,9	0,05	-0,10		1 299,9	0,03	-0,08	0,02
3		0,9	0,08	-0,13		1 300,0	0,08	-0,03	0,10
4		0,9	0,06	-0,11		1 300,0	0,05	0,00	0,11
5		1,0	0,09	-0,04		1 299,9	0,03	-0,08	-0,04

Temp. (°C) Inicial: 21,0 Final: 21,0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,09	-0,04						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,04	4,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
50,00	49,9	0,04	-0,09	-0,05	49,9	0,03	-0,08	-0,04	0,1
100,00	99,9	0,03	-0,08	-0,04	99,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
500,00	499,9	0,04	-0,09	-0,05	500,0	0,08	-0,03	0,01	0,1
700,00	699,9	0,03	-0,08	-0,04	700,0	0,05	0,00	0,04	0,2
1 000,00	999,9	0,04	-0,09	-0,05	1 000,0	0,09	-0,04	0,00	0,2
1 500,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,04	1 500,0	0,06	-0,01	0,03	0,2
2 000,00	2 000,0	0,09	-0,04	0,00	2 000,0	0,06	-0,03	0,01	0,2
3 000,00	3 000,1	0,05	0,10	0,14	2 999,9	0,04	-0,09	-0,05	0,3
4 000,00	4 000,1	0,07	0,08	0,12	4 000,1	0,07	0,08	0,12	0,3

Temp. (°C) Inicial: 21,0 Final: 21,2

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,63 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,43 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,85 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_e: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **R31P30**

Número de Serie : **8338210058**

Alcance de Indicación : **30 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **1 g**

División de Escala Real (d) : **1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **BAL-003**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2022-05-16**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

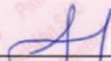
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,1
Humedad Relativa	64,4	64,4

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

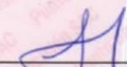
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			0,3	0,3		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza-Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,0	23,0

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,8	-0,3	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,1
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0
4		10	0,6	-0,1		10 001	0,6	0,9	1,0
5		10	0,8	-0,3		10 000	0,8	-0,3	0,0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23,0	23,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
50,0	50	0,6	-0,1	0,1	50	0,8	-0,3	-0,1	1
500,0	500	0,9	-0,4	-0,2	500	0,7	-0,2	0,0	1
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	0,0	2 000	0,6	-0,1	0,1	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	-0,1	5 000	0,8	-0,3	-0,1	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,2	7 000	0,9	-0,4	-0,2	2
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,1	10 000	0,8	-0,3	-0,1	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	0,0	15 000	0,7	-0,2	0,0	2
20 000,0	20 000	0,9	-0,4	-0,2	19 999	0,6	-1,1	-0,9	2
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	-0,1	24 999	0,8	-1,3	-1,1	3
30 000,0	30 000	0,9	-0,4	-0,2	30 000	0,9	-0,4	-0,2	3

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 9,78 \times 10^{-8} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,62 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,49 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Oapcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 170251
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

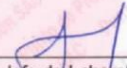
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 363 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACI3N (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,283	100,479	-0,28	-0,48	100,381	-0,38	-0,20
200	201,959	200,900	-0,98	-0,45	201,430	-0,71	0,53
300	301,654	302,007	-0,55	-0,67	301,831	-0,61	-0,12
400	401,937	401,074	-0,48	-0,27	401,506	-0,38	0,22
500	504,731	504,790	-0,95	-0,96	504,761	-0,94	-0,01
600	605,936	605,054	-0,99	-0,84	605,495	-0,91	0,15
700	704,788	704,984	-0,68	-0,71	704,886	-0,69	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACI3N

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} \cdot 100$$

$$Rp = \frac{\text{Error}(2) - \text{Error}(1)}{\text{Error}(1)}$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlaci3n : $R^2 = 1$

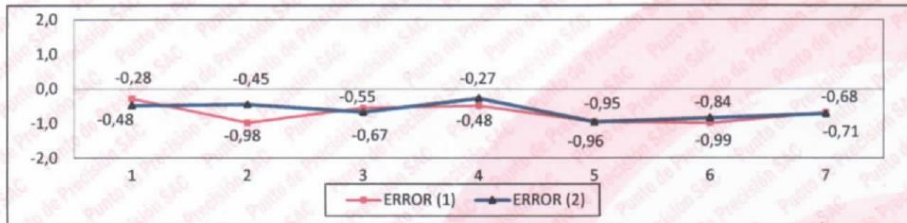
Ecuaci3n de ajuste : $y = 0,9913x + 0,6127$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

158-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente	: 538-05-2022	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%.
Solicitante	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	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 equipo o reglamentaciones vigentes.
Dirección	: Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
Equipo	: HORNO	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	: A&A INSTRUMENTS	
Modelo	: STHX-2A	
Serie	: 190546	
Identificación	: HOR-002 (*)	
Ubicación	: Área de Químicos	
Procedencia	: No indica	
Tipo de Ventilación	: Natural	
Nro. de Niveles	: 2	
Alcance del Equipo	: 50 °C a 300 °C	

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración	: 2022-05-24
Lugar de Calibración	: Instalaciones de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Método utilizado:	: Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-05-26

Fecha de emisión

ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N.S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 26/05/2022 13:21
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N.S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 27/05/2022 00:00
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chicla N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Tel.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



Certificado de Calibración 158-CT-T-2022

Página 2 de 7

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,8	19,5
Humedad Relativa %hr	72	69

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica 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 CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,2 °C.	104-CT-T-2022
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de $U = 0,23 \text{ °C} / 1,7 \text{ %hr}$	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de $U = 0,58$	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de $U = 0,9 \text{ mm}$	L-0801-2021

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01719-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 10 min
- La calibración se realizó con 50% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases con muestras
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo $60 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$**
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue $61,56 \text{ °C}$
La máxima temperatura detectada fue $63,01 \text{ °C}$ y la mínima temperatura detectada fue $60,80 \text{ °C}$
- Para la temperatura de trabajo $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$**
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue $110,21 \text{ °C}$
La máxima temperatura detectada fue $111,48 \text{ °C}$ y la mínima temperatura detectada fue $108,75 \text{ °C}$

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,30	61,15	60,96	62,56	61,59	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,42	1,76
02	60,0	61,66	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,32	61,92	61,62	61,74	1,91
04	60,0	61,35	61,30	61,07	62,66	61,64	61,56	60,90	61,53	62,17	61,82	61,60	1,76
06	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
08	60,0	61,76	61,40	61,17	62,81	62,15	61,61	61,10	61,48	62,17	61,82	61,75	1,71
10	60,0	61,35	61,30	61,07	63,01	61,64	61,71	60,90	61,32	61,87	61,57	61,57	2,11
12	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
14	60,0	61,76	61,45	61,37	62,81	62,15	61,51	60,90	61,32	61,87	61,57	61,67	1,91
16	60,0	61,40	61,30	61,07	62,61	61,74	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,65	1,54
18	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
20	60,0	61,61	61,40	61,17	62,81	61,89	61,51	60,90	61,37	61,92	61,67	61,63	1,91
22	60,0	61,61	61,50	61,37	62,81	62,15	61,71	61,10	61,48	62,12	61,77	61,76	1,71
24	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,92	61,62	61,35	1,56
26	60,0	61,40	61,25	61,01	62,56	61,69	61,46	60,85	61,27	61,77	61,52	61,48	1,71
28	60,0	61,46	61,30	61,12	63,01	61,74	61,51	61,10	61,53	62,12	61,82	61,67	1,91
30	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
32	60,0	61,76	61,30	60,81	62,71	62,15	61,51	60,95	61,37	61,92	61,57	61,60	1,90
34	60,0	61,46	61,50	61,37	62,71	61,79	61,71	61,00	61,48	62,17	61,82	61,70	1,71
36	60,0	61,10	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
38	60,0	61,46	61,30	61,12	62,76	61,89	61,56	60,95	61,43	61,97	61,67	61,61	1,81
40	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,02	61,72	61,79	1,91
42	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,56	60,95	61,43	62,12	61,62	61,43	1,55
44	60,0	61,20	61,15	60,96	62,46	61,54	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,39	1,66
46	60,0	61,76	61,50	61,27	62,91	62,05	61,61	61,05	61,43	62,02	61,77	61,74	1,86
48	60,0	61,66	61,50	61,27	63,01	62,00	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,78	1,91
50	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	61,05	61,17	62,07	61,52	61,38	1,55
52	60,0	61,46	61,25	61,17	62,71	61,84	61,61	60,80	61,43	61,77	61,62	61,56	1,91
54	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,00	61,48	62,07	61,82	61,79	2,01
56	60,0	61,46	61,35	61,22	62,71	61,79	61,71	61,05	61,48	62,17	61,72	61,67	1,66
58	60,0	61,15	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
60	60,0	61,05	61,35	61,17	62,81	61,94	61,61	61,05	61,48	62,07	61,67	61,62	1,76
T. PROM	60,0	61,39	61,28	61,07	62,67	61,74	61,53	60,94	61,35	61,96	61,65	61,56	
T.MAX	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82		
T.MIN	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52		
DTT	0,0	0,71	0,45	0,56	0,65	0,81	0,35	0,30	0,36	0,40	0,30		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,01	0,24
Minima Temperatura Medida	60,80	0,25
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,81	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,73	0,12
Estabilidad Medida (±)	0,405	0,020
Uniformidad Medida	2,11	0,13

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.

T.MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

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

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

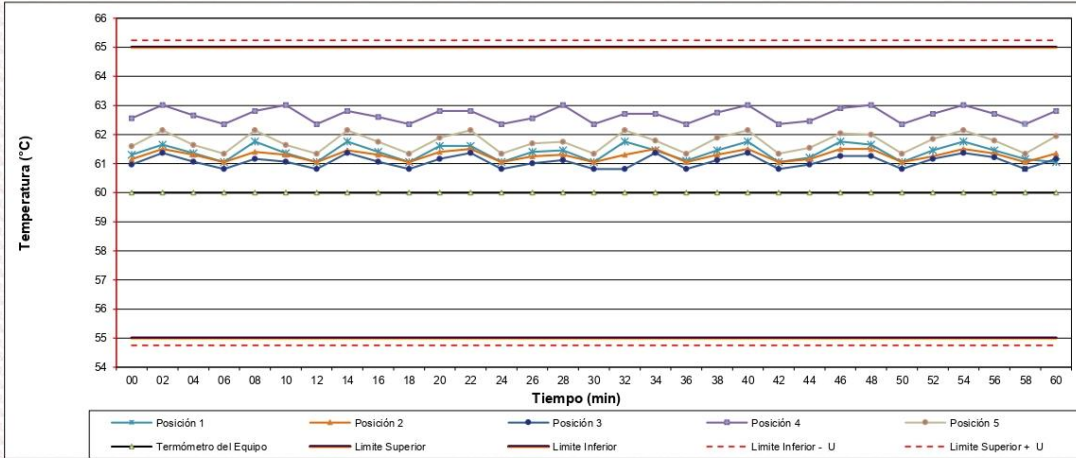
Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

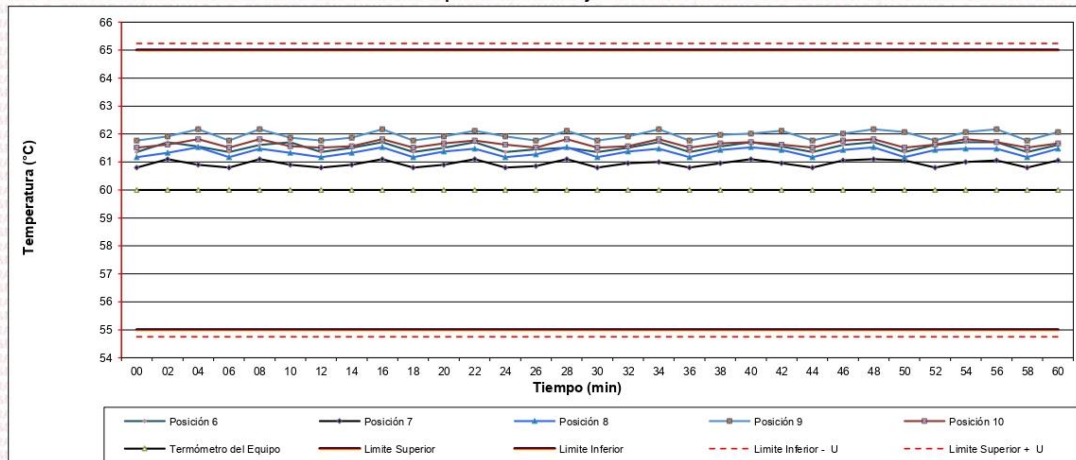
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,17	109,05	110,04	110,64	109,57	110,10	109,56	110,11	110,78	110,44	109,95	1,73
02	110,0	109,07	108,75	109,89	110,49	109,42	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,02	2,52
04	110,0	109,47	109,20	110,39	110,94	110,16	110,25	109,46	110,11	110,78	110,44	110,12	1,74
06	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,36	111,03	110,68	110,57	1,74
08	110,0	109,52	109,29	110,49	110,99	109,97	110,35	109,66	110,61	111,27	110,93	110,31	1,98
10	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
12	110,0	109,42	109,15	110,44	110,79	110,07	110,20	109,46	110,61	111,27	110,93	110,23	2,13
14	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,11	110,78	110,44	110,49	1,74
16	110,0	109,37	109,20	110,24	110,79	109,77	110,25	109,61	110,51	111,17	110,83	110,17	1,98
18	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
20	110,0	109,32	109,15	110,34	110,79	110,02	110,20	109,46	110,11	110,78	110,44	110,06	1,64
22	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,61	111,27	110,93	110,64	1,74
24	110,0	109,37	109,15	110,34	110,79	109,82	110,20	109,56	110,11	110,78	110,44	110,05	1,64
26	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,51	111,17	110,83	109,98	2,43
28	110,0	109,32	109,15	110,34	110,94	110,11	110,20	109,46	110,16	110,83	110,49	110,10	1,79
30	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,71	110,41	111,08	110,73	110,56	1,78
32	110,0	109,86	108,75	110,74	111,29	109,52	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,27	2,54
34	110,0	109,07	109,29	109,84	110,49	110,07	110,35	109,46	110,11	110,78	110,44	109,99	1,71
36	110,0	109,52	109,29	110,49	111,04	110,21	110,35	109,85	110,51	111,17	110,83	110,33	1,88
38	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,46	110,11	110,78	110,44	110,44	2,03
40	110,0	109,77	109,49	110,69	111,24	110,21	110,55	109,95	110,61	111,27	110,93	110,47	1,78
42	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,62	109,81	109,71	110,11	110,78	110,44	109,86	2,03
44	110,0	109,27	109,00	110,24	110,74	109,87	110,06	109,85	110,31	110,98	110,64	110,09	1,98
46	110,0	109,67	109,49	110,64	111,14	110,51	110,55	109,46	110,46	111,12	110,78	110,38	1,68
48	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	109,52	110,80	109,85	110,11	110,78	110,44	110,38	1,96
50	110,0	109,67	109,44	110,64	111,09	110,51	110,50	109,95	110,61	111,27	110,93	110,46	1,83
52	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	110,05	110,11	110,78	110,44	109,89	2,03
54	110,0	109,47	109,34	111,04	110,89	109,97	110,40	109,46	110,36	111,03	110,68	110,26	1,69
56	110,0	110,06	109,74	109,84	111,48	110,51	110,80	109,95	110,51	111,17	110,83	110,49	1,74
58	110,0	109,07	109,24	109,99	110,69	109,52	110,30	109,66	110,41	111,08	110,73	110,07	2,01
60	110,0	109,27	109,20	111,04	110,64	109,87	110,25	109,51	110,26	110,93	110,59	110,15	1,84
T. PROM	110,0	109,50	109,24	110,42	110,94	109,98	110,30	109,72	110,33	111,00	110,66	110,21	
T. MAX	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	110,05	110,61	111,27	110,93		
T. MIN	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,42	109,81	109,46	110,11	110,78	110,44		
DTT	0,0	1,04	0,99	1,20	0,99	1,09	0,99	0,59	0,50	0,49	0,49		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,48	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,75	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,20	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,76	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,60	0,02
Uniformidad Medida	2,54	0,12

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

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

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

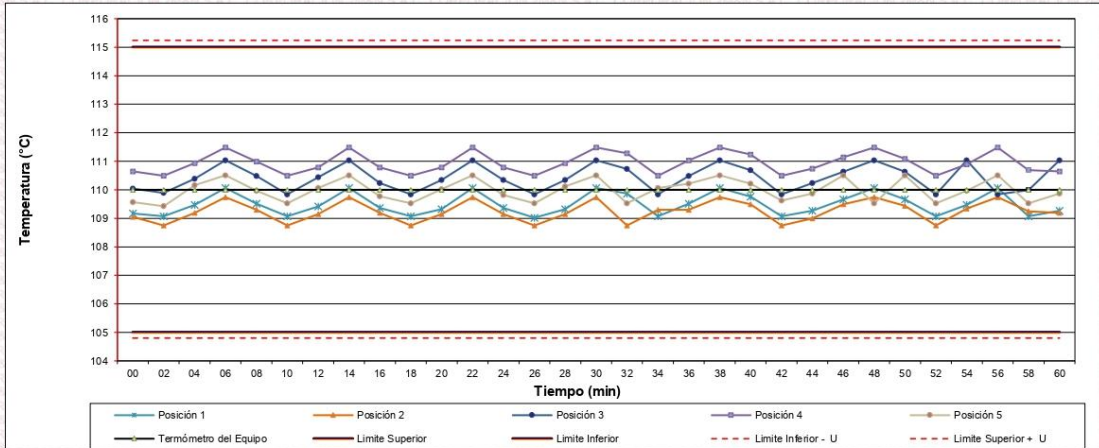
Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

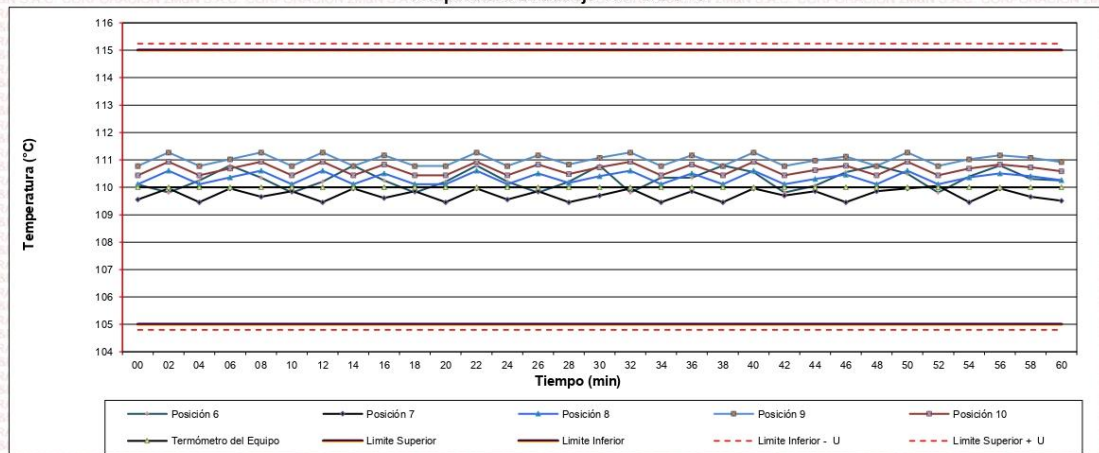
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correo: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Cód. de Servicio: 01719-A

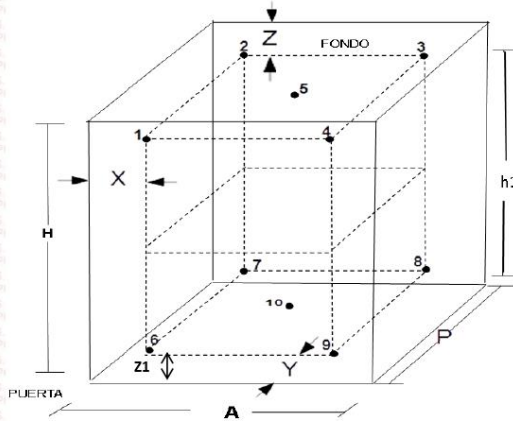
Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 56,0 cm
P= 45,0 cm
H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,6 cm **Z= 14,0 cm**
Y= 5,6 cm **Z1= 8,5 cm**

Distancias entre planos

h1= 33,5 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de la parrilla superior a: 31,0 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 10,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-041-2022

Fecha de emisión: 2022-06-01
Expediente: 1219-2022

Página 1 de 3

SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : Av. Próceros de la Independencia Nro. 2236 Apv.
San Hilarión Lima - San Juan de Lurigancho - Lima

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones trazables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

UNIDAD BAJO PRUEBA : PIE DE REY
Marca : INSIZE
Modelo : 1108-300W
Cód. fábrica : No Indica
Número de serie : 1002171539
Cód. de identificación : EML-003
Ubicación : No Indica
Alcance Indic. : 0 mm a 300 mm;
0 in a 12 in
Resolución : 0,01 mm; 0,0005 in
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : No Indica

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuran en este documento.

DE LA CALIBRACIÓN
Fecha : 2022-06-01
Lugar : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey Sta. Edición, Agosto 2012, SNM-

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	20,0 °C ± 2,0 °C
-------------	------------------

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-074-2019 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



Ing. Moisés A. Inga Chuco
Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294

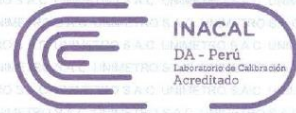
INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
Tel.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-022**



Registro N° LC - 022

Certificado de Calibración N° CL-041-2022
Página 2 de 3

RESULTADOS DE MEDICIÓN

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I): 0 μm

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICION DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR (μm)
0,000	0,000	0
50,000	50,010	10
100,000	100,004	4
150,000	150,011	11
200,000	200,021	21
300,001	300,031	30

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) (μm)
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) (μm)
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S _{I-E}) (μm)
30,00	-53

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (S _{P-E}) (μm)
30,00	27

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) (μm)
9,98	0



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárata, San Juan de Lurigancho - Lima
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM; #998446498

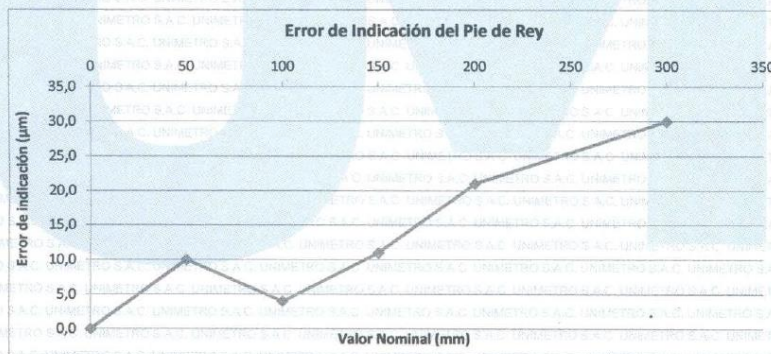
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (µm)
30,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (µm)
5,00	10

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey: $[(32,62^2 + 0,008^2 * L^2)]^{1/2} \mu\text{m}$
L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (SE-i)
- Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P)
- Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862-1988.



FIN DEL DOCUMENTO




INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima

Tel.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM; #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

Anexo 5: Ficha técnica fibra Z de polipropileno



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N°675, Urb. La Campiña, Chorrillos, Lima - Perú.
(01) 2523058 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Fibra para concreto

Fibra Z de Polipropileno

Descripción: Fibra inerte de polipropileno 100% para la prevención de las rajaduras y fisuras en el concreto. Cumple con las Normas ASTM C1116 Tipo I - II, ASTM C 1399 y resistencia residual. ASTM C 1116-95.

Ventajas

- Reduce la permeabilidad.
- Reduce la contracción y resistencia al impacto y la ductilidad.
- Bloquea la propagación de fisuras y rajaduras en el concreto.
- Resistente al álcalis.
- No corrosivo.
- Reduce la pérdida de agua en las primeras 3 horas al 50%.
- No afecta el proceso de hidratación del cemento.
- Resistente a la abrasión.

Usos

En cualquier hormigón de cemento Portland que necesite tenacidad, resistencia al agrietamiento y mejore el sello contra el agua.

Aplicación

- 400gr x m³ para concreto menor de F_c = 300 Kg/ cm²
- 950gr Concreto mayor de F_c = 300kg/ cm²
- Concreto: 50gr x Bolsa de cemento.
- Mortero: 30gr x Bolsa de cemento.

Información técnica

- Absorción: Ninguna.
- Gravedad específica: 0.9.
- Temperatura de encendido: 590°C.
- Conductividad térmica: Menor de 1 BTU-in/hr-ft² - °F.
- Conductividad eléctrica: Mayor de 1e + 10 ohm-cm.
- Resistencia a ácidos y sales.
- Ácido acético al 10% durante 28 días: Resistente.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Titto Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf.: (044) 425 548 - 998 127 657



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N°675. Urb. La Campiña, Chorrillos. Lima - Perú.
(01) 2523058 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

- Salmuera durante 28 días: Resistente.
- Punto de fusión: 160 - 170°C.
- Resistencia antialcalina: 100% resistente.
- Módulo de elasticidad: 15,000 Kg./cm².
- Alargamiento a la rotura: 20 - 30%.
- Resistencia a la tracción: 560 - 765 MPA.

Resistencia Residual

La resistencia residual media deberá ser mayor a 3 kg/cm² con un coeficiente de variación de 10% según la Norma ASTM C-1399.

Envases

Bolsa de 1.6Kg.

Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor detalle remítase a la hoja de seguridad del producto.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Titto Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

Anexo 6: Panel fotográfico de ensayos realizados en el laboratorio



Pesos de la fibra de polipropileno 400 g. y 950 g.



Diseño de mezcla del concreto patrón



Ensayo de Asentamiento (Slump) muestra patrón 0g



Vaciado de probetas



Diseño de mezcla con 400 g. de fibra de polipropileno



Ensayo de asentamiento (Slump) con 400 g. de fibra de polipropileno



Diseño de mezcla con 950 g. de fibra de polipropileno



Ensayo de asentamiento (Slump) con 950 g. de fibra de polipropileno



Probetas de concreto con incorporación de fibra de polipropileno



Vigas de concreto con incorporación de fibra de polipropileno



Curado de probetas



Curado de vigas

Resistencia a la compresión (Concreto patrón)



Rotura (7 días)



Rotura (14 días)



Rotura (28 días)

Resistencia a la compresión (Concreto + 400 gr/m³ de fibra de polipropileno)



Rotura (7 días)



Rotura (14 días)



Rotura (28 días)

Resistencia a la compresión (Concreto + 950 gr/m3 de fibra de polipropileno)



Rotura (7 días)



Rotura (14 días)



Rotura (28 días)



Resistencia a la flexión (Concreto patrón)



Resistencia a la flexión (Concreto + 400 gr/m³ de fibra de polipropileno)



Resistencia a la flexión (Concreto + 950 gr/m³ fibra de polipropileno)



Resistencia a la compresión y flexión del concreto incorporando fibra de polipropileno (28 días)



01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_0)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_0 = 0.35$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

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

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico es: **90%**

c) PROBABILIDAD (Z_R)

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

$$Z_R = -1.2820$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. Tambien se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrian afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

El Índice de Serviabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico es: 4.3

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

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

El Índice de Serviabilidad Final P_f para el tipo de tráfico es: 2.5

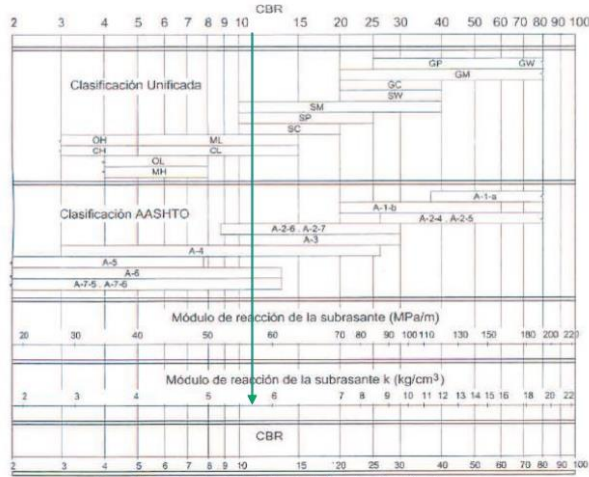
03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MÓDULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (k)

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R.

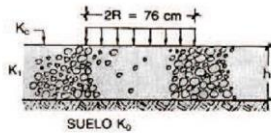
Figura 14.1
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokje, PCA 1971

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- KC (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular



RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95%)	k (kg/cm³)	k (Mpa)
COEF. COMB.	KC	40.00%	12.7483	125
COEF. SUBRAANTE	K0	40.00%	11.9	116

03.02 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.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'_c)
<5000000	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
DE 5000000 A 15000000	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15000000	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

De acuerdo al número de ejes equivalentes, la resistencia del concreto sera: **323 kg/cm²**

$$M_R = a(f'_c)^{0.5}, 1.99 < a < 3.18$$

$$M_R = 32.0 \text{ kg/cm}^2 = 3.14 \text{ MPa}$$

03.03 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E_c)

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$f'_c = 323 \text{ kg/cm}^2 = 4594 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} = 3863461 \text{ psi} = 26638 \text{ Mpa}$$

03.04 MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

.....
TABLA DE MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
	2.7	3.8-4.4	2.8	3.8

$$J = 2.8$$

03.04 COEFICIENTE DE DRENAJE (C_d)

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

$$C_d = 1.0$$

04. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

ESPEJOR	G _r	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Solver	
290.93 mm	-0.222	7.123	7.123	1.93	Correcto!!

04.01 PASADORES O DOWELLS

Es necesaria para pavimentos con un Número de Repeticiones de EE mayores a 4 millones en el periodo de diseño.

ESPEJOR DE LOSA (mm)	A	DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

Los pasadores o dowells serán de 32 mm de diámetro, tendrán una longitud de 460 mm
Y tendrán una separación de 300 mm

04.02 BARRAS DE AMARRE

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes

ESPEJOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91

Las barras de amarre serán de 1.59 cm de diámetro, tendrán una longitud de 91 cm
Y tendrán una separación de 91 cm

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.35$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

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

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico es: **90%**

c) PROBABILIDAD (Z_R)

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

$$Z_R = -1.2820$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. Tambien se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrian afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

El Índice de Serviabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico es: **4.3**

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

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

El Índice de Serviabilidad Final PF para el tipo de tráfico es: **2.5**

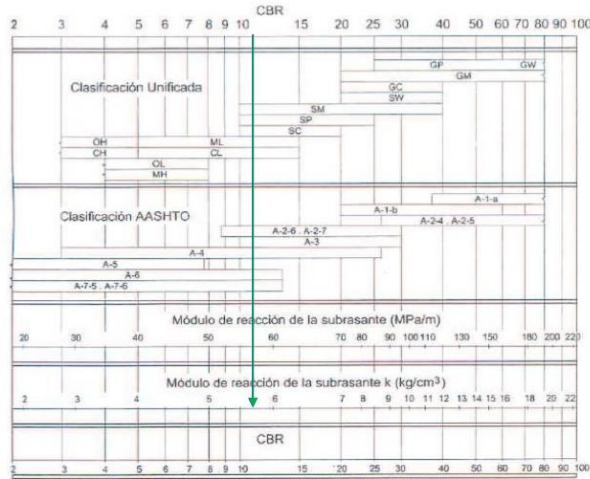
03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MÓDULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (*k*)

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de *k* son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de *k* es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores *R*.

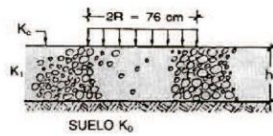
Figura 14.1
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Stokie, PCA 1971

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- KC (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular



RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95%)	k (kg/cm³)	k (Mpa)
COEF. COMB.	KC	40.00%	12.7483	125
COEF. SUBRAANTE	K0	40.00%	11.9	116

03.02 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.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'c)
<5000000	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
DE 5000000 A 15000000	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15000000	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

De acuerdo al número de ejes equivalentes, la resistencia del concreto sera: **337 kg/cm²**

$$M_R = a(f'_c)^{0.5}, 1.99 < a < 3.18$$

$$M_R = 39.0 \text{ kg/cm}^2 = 3.82 \text{ MPa}$$

03.03 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E_c)

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$f'_c = 337 \text{ kg/cm}^2 = 4594 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} = 3863461 \text{ psi} = 26638 \text{ Mpa}$$

03.04 MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

TABLA DE MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
		2.7	3.8-4.4	2.8

$$J = 2.8$$

03.04 COEFICIENTE DE DRENAJE (C_d)

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C _d	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

$$C_d = 1.0$$

04. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

ESPESOR	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Solver	
260.46 mm	-0.222	7.123	7.123	1.93	Correcto!!

04.01 PASADORES O DOWELLS

Es necesaria para pavimentos con un Número de Repeticiones de EE mayores a 4 millones en el periodo de diseño.

ESPESOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

Los pasadores o dowells serán de 32 mm de diámetro, tendrán una longitud de 460 mm
Y tendrán una separación de 300 mm

04.02 BARRAS DE AMARRE

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes

ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91

Las barras de amarre serán de 1.59 cm de diámetro, tendrán una longitud de 84 cm
Y tendrán una separación de 91 cm

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.35$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

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

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico es: **90%**

c) PROBABILIDAD (Z_R)

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

$$Z_R = -1.2820$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. Tambien se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrian afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

El Índice de Serviabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico es: **4.3**

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

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

El Índice de Serviabilidad Final PF para el tipo de tráfico es: **2.5**

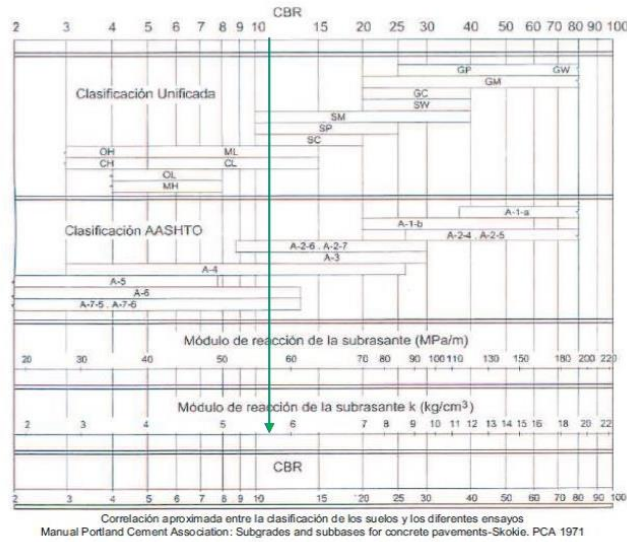
03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (*k*)

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de *k* son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de *k* es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte californiana (CBR) o las pruebas de valores R.

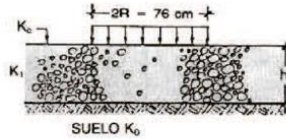
Figura 14.1
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie, PCA 1971

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K_1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- K_c (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
- K_0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular



RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95%)	k (kg/cm3)	k (Mpa)
COEF. COMB.	KC	40.00%	12.7483	125
COEF. SUBRAANTE	K0	40.00%	11.9	116

03.02 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.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f _c)
<5000000	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
DE 5000000 A 15000000	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15000000	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

De acuerdo al número de ejes equivalentes, la resistencia del concreto sera: **336 kg/cm²**

$$M_R = \alpha(f_c')^{0.5}, 1.99 < \alpha < 3.18$$

$$M_R = 41.0 \text{ kg/cm}^2 = 4.02 \text{ MPa}$$

03.03 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E_c)

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$f_c' = 336 \text{ kg/cm}^2 = 4779 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f_c')^{0.5} = 3940443 \text{ psi} = 27168 \text{ Mpa}$$

03.04 MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

TABLA DE MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
		2.7	3.8-4.4	2.8

$$J = 2.8$$

03.04 COEFICIENTE DE DRENAJE (C_d)

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C _d	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

$$C_d = 1.0$$

04. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

ESPESOR	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Solver	
253.28 mm	-0.222	7.123	7.123	1.92	Correcto!!

04.01 PASADORES O DOWELLS

Es necesaria para pavimentos con un Número de Repeticiones de EE mayores a 4 millones en el periodo de diseño.

ESPESOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

Los pasadores o dowells serán de 32 mm de diámetro, tendrán una longitud de 460 mm
Y tendrán una separación de 300 mm

04.02 BARRAS DE AMARRE

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes

ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91

Las barras de amarre serán de 1.59 cm de diámetro, tendrán una longitud de 82 cm
Y tendrán una separación de 91 cm



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño de concreto con fibra de polipropileno para losa del pavimento rígido, avenida Villa María, Lima 2022", cuyo autor es CORSINO ALONZO JAIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 21 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ DNI: 21453567 ORCID: 0000-0001-8529-878X	Firmado electrónicamente por: MGARCIALV el 03- 03-2023 21:34:49

Código documento Trilce: TRI - 0534462