



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“DESEMPEÑO ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE
PAVIMENTOS DE HORMIGÓN REFORZADOS
CON FIBRA DE ACERO EN SUPERFICIES PARA
EL TRANSPORTE EN LIMA METROPOLITANA –
DISTRITO DE CHORRILLOS, 2022”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Juan Carlos Orue Rojas

Asesor:

Ing. Jvan Jovanovic Aguirre
<https://orcid.org/0000-0003-1609-1704>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | JOSE LUIS NEYRA TORRES | 21454204 |
| | Nombre y Apellidos | N° DNI |

| | | |
|----------|-------------------------------|----------|
| Jurado 2 | ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ | 42009981 |
| | Nombre y Apellidos | N° DNI |

| | | |
|----------|------------------------------|------------------|
| Jurado 3 | NEICER CAMPOS VASQUEZ | 425844345 |
| | Nombre y Apellidos | N° DNI |

INFORME DE SIMILITUD

| | | | |
|--|--|--|---|
| <p>Turnitin Informe de Originalidad</p> <p>Procesado el: 05-sept.-2023 16:25 -05 Identificador: 2158510338 Número de palabras: 19973 Entregado: 1</p> <p>DESEMPEÑO ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN REFORZADOS CON FIBRA DE ACERO EN SUPERFICIES PARA EL TRANSPORTE EN LIMA METROPOLITANA - DISTRITO DE CHORRILLOS, 2022 Por Juan Carlos Rojas Grúé</p> | | <p>Índice de similitud 17%</p> | <p>Similitud según fuente</p> <p>Internet Sources: 16% Publicaciones: 5% Trabajos del estudiante: 8%</p> |
|--|--|--|---|

| |
|--|
| <p>1% match (Internet desde 16-abr.-2018) http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/440/TCIV_47.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |
| <p>1% match (Internet desde 02-nov.-2017) http://tesis.uco.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6117/MONTALVO_MARCO_PAVIMENTOS_FIBRAS.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 28-may.-2023) https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8462/T010_76505853_T_removed.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |
| <p>< 1% match () Pérez Casal, Digna. "Estudio del comportamiento de secciones mixtas de hormigón-mortero de reparación bajo solicitaciones normales." E.U. de Arquitectura Técnica (UPM), 2011</p> |
| <p>< 1% match () Mármol Salazar, Patricia Cristina. "Hormigones con fibras de acero características mecánicas". E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM), 2010</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 30-sept.-2013) http://oa.uom.es/cgi/exportview/subjects/Materiales/RIS/Materiales.ris</p> |
| <p>< 1% match () Garrido Bernal, Jaime. "Mechanical Behaviour of Masonry Components. Monitored by Elastic Wave Method". E.T.S.I. Industriales (UPM), 2016</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 18-abr.-2023) https://dspace.ucaque.edu.ec/bitstream/ucaque/13160/1/tesis%20Luciano%20Rojas.pdf</p> |
| <p>< 1% match () Palacios Ruiz, Douglas Fabricio, Romero Henríquez, Ruth Idalia. "Evaluación del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, al combinar agregados: basalto normal con vesicular". 2021</p> |
| <p>< 1% match () Cerdán Gómez, Jasmin Lizeth, Martínez Durán, Sergio, Morales Cuéllar, Marjorie Del Carmen. "Tratamiento superficial simple tipo cane seal como técnica de preservación en pavimento flexible". 2013</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 27-ago.-2021) https://repositorio.usmo.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7017/alvarado_rjg-rojue_bba.pdf</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 21-abr.-2023) https://repositorio.usmo.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/11654/bravo_jld.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |
| <p>< 1% match () Farfán Córdoba, Marlon, Pinedo Díaz, Diana Isabel, Araujo Novoa, Josué, Orbeoso Alayo, Jhison. "Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto". Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado - Decanato de Ingeniería Civil, 2019</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 25-sept.-2022) https://repositorio.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47076/2022Pw%3c%3b1aiozaSilvia.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 25-sept.-2022) https://repositorio.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35567/2021dianabulliamariomu%3c%3b1oz.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |
| <p>< 1% match (Internet desde 06-nov.-2020) http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/6091/Castro%20Montoya%2c%20Diana%20Vanessa.pdf?isAllowed=v&sequence=1</p> |

DEDICATORIA

A mis padres, quienes han sido un ejemplo por el cual admiro y lucho por alcanzar mis objetivos planteados con bastante fortaleza y perseverancia. Este logro obtenido, será el inicio de una nueva etapa en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de mis padres: Juan Carlos Orué Rodríguez y Ada Zulema Rojas, quienes a diario mostraban su confianza y esperanza hacia mi persona para poder lograr mis objetivos planteados desde un principio que es la de formar parte de la vida profesional exitoso.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| JURADO EVALUADOR..... | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD..... | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 9 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 11 |
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT..... | 13 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. Realidad Problemática | 14 |
| 1.2. Antecedentes Internacionales..... | 17 |
| 1.3. Antecedentes Nacionales..... | 18 |
| CAPÍTULO II. Marco teórico..... | 22 |
| 2.1. Pavimentos | 22 |
| 2.2. Tipos de pavimentos | 22 |
| 2.2.1. Pavimentos flexibles | 22 |
| 2.2.2. Pavimentos semirrígidos..... | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.3. Pavimentos rígidos..... | 24 |
| 2.2.4. Pavimentos articulados | 25 |
| 2.3. Hormigón reforzado con fibras de acero..... | 26 |
| 2.4. Componentes del hormigón reforzado con fibras de acero..... | 26 |
| 2.5. Elaboración del hormigón reforzado con fibras de acero | 30 |
| 2.6. Aplicaciones del hormigón reforzado con fibras de acero..... | 30 |
| 2.7. Superficies para el transporte | 33 |
| 2.8. Objetivos | 34 |
| 2.8.1. Objetivo General..... | 34 |
| 2.8.2. Objetivos específicos | 34 |
| 2.9. Hipótesis..... | 35 |
| 2.9.1. Hipótesis General..... | 35 |
| 2.9.2. Hipótesis Específicas | 35 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA..... | 36 |
| 3.1. Enfoque de la investigación | 36 |
| 3.2. Tipo de investigación | 36 |
| 3.3. Población y muestra | 37 |
| 3.4. Materiales, instrumentos y métodos..... | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5. Técnicas, instrumentos de recolección y análisis de datos | 38 |
| 3.6. Validez del instrumento | 40 |
| 3.6.1. Análisis de confiabilidad | 40 |
| 3.6.2. Análisis de datos | 40 |
| 3.6.3. Recolección de datos | 41 |
| 3.6.4. Procedimiento | 41 |
| 3.6.5. Aspectos éticos | 43 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | 45 |
| 4.1. Análisis del diseño de mezcla | 45 |
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN..... | 65 |
| CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 69 |
| 6.1. Conclusiones | 69 |
| 6.2. Recomendaciones..... | 72 |
| REFERENCIAS | 73 |
| ANEXOS | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1 | Relación del aspecto de la fibra de acero | 32 |
| Tabla 2 | Matriz de Ensayos | 39 |
| Tabla 3 | Operacionalización de variables..... | 42 |
| Tabla 4 | Matriz de consistencia | 44 |
| Tabla 5 | Descripción del agregado | 45 |
| Tabla 6 | Descripción del agregado | 45 |
| Tabla 7. | Materiales por kilogramo por metro cúbico de concreto..... | 46 |
| Tabla 8 | Resultados de ensayo a compresión del concreto Patrón | 46 |
| Tabla 9 | Resultados del ensayo a compresión del concreto con 3 % Dramix 3D | 47 |
| Tabla 10 | Resultados del ensayo a compresión del concreto con 5% Dramix 3D | 47 |
| Tabla 11 | Resultados del ensayo a compresión del concreto con 8% Dramix 3D | 48 |
| Tabla 12 | Resultados de los ensayos a flexión del concreto Patrón | 49 |
| Tabla 13 | Resultados de los ensayos a flexión del concreto con 3% Dramix 3D..... | 50 |
| Tabla 14 | Resultados de los ensayos a flexión del concreto con 5% Dramix 3D..... | 50 |
| Tabla 15 | Resultados de los ensayos a flexión del concreto con 8% Dramix 3D..... | 52 |
| Tabla 16 | Resultados de los ensayos a tracción del concreto Patrón..... | 54 |
| Tabla 17 | | 54 |
| Tabla 18 | Resultados de los ensayos a tracción del concreto con 5% Dramix 3D..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Tabla 19 Resultados de los ensayos a tracción del concreto con 8% Dramix 3D | 56 |
| Tabla 20 <i>Prueba de normalidad de Compresión</i> | 59 |
| Tabla 21 | 61 |
| Tabla 22 Prueba de normalidad de Tracción | 62 |
| Tabla 23 Prueba de Homogeneidad de Varianza..... | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Estructura del pavimento | 22 |
| Figura 2 Estructura del pavimento flexible | 23 |
| Figura 3 Estructura del pavimento semirrígido..... | 24 |
| Figura 4 Estructura del pavimento rígido..... | 25 |
| Figura 5 Estructura del pavimento articulado | 26 |
| Figura 6 Diferentes formas de las fibras..... | 33 |
| Figura 7 Resultados de los ensayos a compresión de las probetas en las edades de 7, 14 y 28 días..... | 48 |
| Figura 8 Resultados de los ensayos a flexión de las vigas en las edades de 7, 14 y 28 días. | 53 |
| Figura 9 | 56 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se tiene como objetivo el analizar los factores a considerar en el análisis estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana. Cuya metodología cuenta con un enfoque mixto, tipo aplicada, con un nivel de investigación explicativa y un diseño experimental. Se realizó el análisis para 4 tipos de mezcla, concreto patrón y concreto con 3%, 5% y 8% de fibra de acero Dramix 3D los cuales fueron sometidos a pruebas de compresión, flexibilidad y tracción las cuales fueron analizadas con un plazo de 7, 14 y 28 días para comprar los resultados y la reacción del concreto. Los resultados demuestran que la adición de esta fibra de acero Dramix 3D beneficia favorablemente la compresión, flexión y tracción.

Palabras clave: Compresión, flexibilidad, tracción, fibra de acero, pavimento de hormigón reforzado.

ABSTRACT

The objective of this research work is to analyze the factors to be considered in the structural analysis and design of steel fiber reinforced concrete pavements for transportation surfaces in Metropolitan Lima. Its methodology has a mixed approach, applied type, with an explanatory research level and an experimental design. The analysis was carried out for 4 types of mixes, standard concrete and concrete with 3%, 5% and 8% of Dramix 3D steel fiber, which were subjected to compression, flexibility and tensile tests, which were analyzed after 7, 14 and 28 days to compare the results and the reaction of the concrete. The results show that the addition of this Dramix 3D steel fiber favorably benefits compression, flexural and tensile strength.

Keywords: Compression, flexibility, tensile, steel fiber, reinforced concrete pavement.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Para permitir la libre circulación de las personas y un mejor acceso a los recursos, al empleo, a la educación, a las mercancías, a los productos agrícolas, a la ganadería, a los textiles, a la artesanía, a la industrialización, a la sanidad, etc., así como para generar un ahorro de costes en el mantenimiento de los vehículos, la pavimentación es el principal factor que interfiere en la infraestructura de las vías de circulación de vehículos, muy importante para el desarrollo de un país.

A partir del momento que la construcción de vías a base de pavimento comenzó a desarrollarse en todo el mundo, la optimización de las características, comportamiento y rendimiento se ha convertido en un asunto de mucho interés, ocasionando que se integren diferentes aspectos entre los cuales se encuentran las fibras. Particularmente aquellas metálicas y sintéticas son integradas como partes del hormigón usado para distintas estructuras, desplegando novedosas tecnologías de construcción. Para Vargas y Yataco (2020), las fibras metálicas son secciones discretas metálicas hechas con acero, fundamentalmente poseen poco contenido de carbono.

Por consiguiente, la economía peruana ha incrementado en términos de PBI de 192.6 mil millones de dólares en 2012 a 211.4 mil millones de dólares en 2017. Representando la construcción de carreteras la clase de proyecto con mayor importancia, le siguen aquellos referidos al servicio de agua y desagüe, locales de salud e infraestructuras de energía.

En relación con las carreteras, el Perú cuenta con 166,694.8 km de carreteras, de estas solamente 26,595.3 km se construyeron con superficie de rodadura pavimentada faltando por pavimentar el 84.05%. De acuerdo a estos datos, se evidencia la gran necesidad que presenta el país en cuanto a la pavimentación, esto para fomentar un desarrollo sostenible entre las regiones. Según Montoya (2016), el pavimento tiene como finalidad primordial resistir y distribuir de forma uniforme las cargas de las ruedas de los automóviles. Aparte de resguardarlo de la intemperie para impedir que se deforme de una manera excesiva.

A su vez, en Perú para construir cierta clase de pavimento, es necesario tener en cuenta aquello instituido en la Norma C.E.0.10: Pavimentos Urbanos, la misma fue planteada con la finalidad crear unos estándares para que exista un apropiado diseño en la seguridad pública. Cuando se trata de los pavimentos son establecidas unas medidas de resistencia del concreto, resistencia del suelo, entre otros. Cumplir las mismas brinda que la estructura del pavimento despliegue un desempeño mecánico apropiado y que las fallas que pudiesen presentarse sean reducidas. Al respecto, Sotil y Zegarra (2015) indican que las fibras de acero son un refuerzo primario del hormigón, pues poseen un alto módulo de elasticidad y comparándolas con otras fibras no solamente están limitadas al control de fenómeno de fisuración.

En efecto, Lima Metropolitana como cualquier otra localidad del país debe cumplir con las regulaciones y estándares que se han establecido para la pavimentación de sus sistemas de vialidad y carreteras. Es por ello que esta investigación pretende realizar un análisis estructural del diseño y composición de los pavimentos de hormigón reforzado con

fibra de acero en superficies para el transporte, con el fin de optimizar las propiedades mecánicas y particularidades físicas del pavimento, y así reducir las grietas que provocan la inestabilidad de las carreteras.

Formulación del problema

¿Qué factores se deberán considerar en el análisis estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana- Distrito de Chorrillos 2022?

Justificación

Desde una perspectiva teórica se fundamenta en el estudio de Montalvo (2015), con el trabajo: “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales” y en Mármol (2010), con la investigación sobre: “Hormigones con fibra de acero características mecánicas”. Estas investigaciones indican que los primordiales progresos que suministra la suma de fibras al hormigón son la minimización de fisuras en la contracción plástica como endurecida y la resistencia a tracción acrecienta considerablemente.

En el ámbito práctico, la sobre explotación indiscriminada de materia prima es un problema en la industria de la construcción, es por ello, que la implementación de fibras de acero en la mezcla de pavimento de hormigón es una solución, y se estima que el estudio del comportamiento de los diferentes diseños estructurales, teniendo como referencia las recomendaciones realizadas en los estudios publicados, respecto al comportamiento del pavimento de hormigón al momento de adicionarse fibras de acero, puede generar cambios

tangibles. Según el INEI (2019), dentro de los resultados de su investigación “producción de industrias de minerales no metálicos y metálicos comunes”, en el que se hallaron algunas informaciones significativas. De este modo, se expresa que la merma obtenida mediante la manipulación de los metales “virutas y limallas de acero” en el Perú en el año 2019 asciende a 1,884.815 toneladas y que no son procesadas adecuadamente, el presente estudio de investigación da un proceso útil a la viruta de acero ayudando a resolver este problema.

1.2. Antecedentes Internacionales

Montoya (2010) realizó una investigación titulada “Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos”. La misma fue una indagación comparativa acerca de concreto reforzado con dos tipos de fibras, y así proponer su utilización en carpeta de rodadura en pavimentos de parqueos. La primera parte trató acerca de los materiales fibroreforzados. Los antecedentes históricos, como han sido usadas las fibras para reforzar materiales a nivel mundial y el progreso que han experimentado en el transcurrir del tiempo y de acuerdo a los adelantos tecnológicos. Lo que permitió que actualmente su empleo sea más frecuente. También se describieron las partes que lo constituyen, los materiales compuestos, y las particularidades de todas dichas partes. Por último, se expuso el desarrollo experimental de los ensayos a los elementos de concreto fibroreforzado. Describiendo los materiales y el equipo usado, los datos y resultados conseguidos que permitieron analizar y comparar lo requerido para establecer cuán eficiente era cada uno frente a las cargas a flexión, correspondientes a una losa de rodadura.

Ramos (2012) efectuó una tesis de máster en la Universidad Politécnica de Catalunya titulada “Aplicación de Fibras Estructurales a los Pilotes tipo CPI 8”, en este se repasó el estado del conocimiento concerniente al hormigón reforzado con fibra de acero. Se desarrolló una metodología de cálculo de secciones circulares de hormigón reforzado con fibra de acero el cual se usará como fundamento para próximos estudios concernientes al diseño de pilotes y diferentes componentes utilizando esta clase de hormigón. La estrategia planteada reside en conseguir poca cantidad de fibras que aseguren una falla dúctil para el escenario hipotético de conseguir cuando ocurre la falla.

Mármol (2010) ejecutó un trabajo fin de máster en la Universidad Politécnica de Madrid titulado “Hormigones con fibra de acero características mecánicas”. Este trabajo presentó los tres tipos de hormigones con fibras que más se utilizan. Este fue aplicado a las particularidades mecánicas del hormigón reforzado con fibras de acero con una introducción teórica de la manera de trabajar las fibras y enfatizándose en las cuatro particularidades mecánicas más significativas que tiene esta clase de hormigón. Las cuales son la flexotracción, compresión, tenacidad-fatiga y resistencia al impacto.

1.3. Antecedentes Nacionales

Vargas y Yataco (2020) efectuaron una tesis en la Universidad Ricardo Palma titulada “Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos”. El estudio valoró la incidencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos rígidos a través de trabajos nacionales e internacionales, con el propósito de proporcionar una opción para

optimizar la resistencia a la flexión y disminuir la fisuración en el concreto. Logró concluirse que hay una elevada relación entre el aumento de la resistencia a la flexión del concreto en relación con la dosificación de fibra adicionada; igualmente añadir fibras se hace en una cantidad inmejorable y mayor a ella no puede conseguirse un superior aumento en la resistencia a flexión del concreto.

Miranda y Rado (2019) realizaron una tesis denominada “Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac”. Se planteó el propósito de mostrar el concreto reforzado con fibras de acero como opción para solucionar la construcción de pavimento rígido. El concreto reforzado con fibra de acero y cemento puzolánico fue propuesto para construir pavimento rígido confrontando las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas y de esa manera conseguir la mezcla más eficiente que cumpla las condiciones del expediente técnico, y de esa manera aplicarlo en una parte del plan de pavimentación en la zona ya aludida.

Farfán et al. (2019) en su artículo presentan los resultados de su investigación, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de las fibras de acero en especímenes de concreto bajo resistencia a la compresión. En cuanto a la metodología se trató de una investigación básica, de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y transversal con un diseño experimental con un grupo control y solo con posprueba. El estudio contó con 2 grupos experimentales G2 y G3 (25,00 y 30,00 kg/m³ respectivamente) y 1 grupo control. Se desarrollaron pruebas de granulometría, peso específico suelto y compactado, contenido de humedad y capacidad de absorción según los parámetros establecidos en las normas peruanas y a estándares

internacionales. Las pruebas de compresión se realizaron a la edad de 14 días. Con relación a los resultados, señalan que el grupo de mayor resistencia fue el que tuvo una proporción de 25 kg/m³ de fibra de acero y una resistencia de 212,39 kg/m³ por encima del grupo control en un 1,1%. En cuanto a las conclusiones indican que: la granulometría de los agregados está dentro de los índices del NTP; el G2 logró la resistencia máxima; la utilización de estas fibras hace posible una mayor trabajabilidad del concreto; les permitió afirmar que la dosificación de 25,00 kg/m³ hace más adherentes a los materiales y con ello aumenta la resistencia a la compresión a diferencia de la disminución de la resistencia con los 30,00 kg/m³.

Montalvo (2015) formalizó una investigación en la Pontificia Universidad Católica del Perú titulada “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”. Su propósito fue mostrar el concreto reforzado con fibras como opción para optimizar el comportamiento del concreto; puesto sus múltiples aplicaciones permiten que se encuentre entre los materiales más requeridos por los beneficios que contribuyen. Las primordiales mejoras que brinda añadir fibras al concreto son: reducir fisuras en la contracción plástica como endurecida y la resistencia a tracción acrecienta considerablemente. Incrementar la calidad, ahorrar costos, y mejorar los materiales permite que sean ejecutados estudios acerca de diferentes aditivos añadidos al concreto. La utilización del concreto fibroreforzado ocurre aún más en esta nación, es usado desde los pavimentos rígidos hasta el reforzamiento de estabilidad en túneles, encontrándose entre los materiales más requeridos en los distintos ámbitos de la ingeniería. Se enfocó en comparar pavimentos de concreto simple, pavimentos de concreto reforzado con mallas de acero y el pavimento de

concreto reforzado con fibras de acero. Finalmente se realizó un ejemplo usando un proyecto real, este evidenció que el concreto reforzado con fibras de acero representa una mejor opción.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Pavimentos

Montejo (2002), lo conceptualiza como una estructura formada por capas superpuestas, apoyadas sobre el suelo de cimentación o igualmente denominado subrasante. Tal armazón sirve como soporte a las cargas continuas del tránsito y al esfuerzo creado por este, en el tiempo para el cual fue diseñado. En la figura 1 se puede ver su estructura.

Figura 1

Estructura del pavimento



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2015)

2.2. Tipos de pavimentos

2.2.1. Pavimentos flexibles

están conformados por una carpeta de mezcla bituminosa (asfalto) apoyada en dos capas de materiales no rígidos, denominados base y sub base. En ciertas situaciones, es posible que no tenga alguna de estas capas, eso dependerá de lo que el proyecto necesite (Montejo, 2002). En estos pavimentos flexibles, la carpeta de rodadura presenta menos rigidez debido a lo cual se deforma más y transfiere mayores tensiones en la subrasante. La

carpeta de rodadura no absorbe la totalidad de las cargas de los automóviles, sirve más como un transmisor, repartiendo la carga desde la carpeta de rodadura hasta que llegue a un nivel aceptable para la subrasante, se pueden ver los elementos de su estructura en la figura 2.

Figura 2

Estructura del pavimento flexible



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2015)

2.2.2. Pavimentos semirrígidos

Los mismos son parecidos al pavimento flexible, sin embargo, la base o subbase se ha rigidizado de forma artificial con un aditivo que pudiese ser: químico, cemento, cal, asfalto o emulsión tal como se puede ver en la figura 3. De igual manera, son corregidas o cambiadas las propiedades mecánicas de los materiales locales para construir la base y subbase, representando el procedimiento más económico en lugar de reubicar los materiales apropiados desde un lugar lejano (Montejo, 2002).

Figura 3

Estructura del pavimento semirrígido



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2015)

2.2.3. Pavimentos rígidos

Este se encuentra compuesto por una losa de concreto, la cual se apoya sobre la subrasante, o si es preciso, sobre una subbase de material escogido. La losa de concreto presenta una elevada dureza y un alto módulo de elasticidad, debido a lo cual dicha capa absorbe una gran cantidad de los esfuerzos generados por las cargas vehiculares, de igual manera son distribuidas las cargas en un área bastante extensa del pavimento, creando tensiones bastante bajas en la subrasante. Se representa con una estructura que como en la figura 4.

Figura 4

Estructura del pavimento rígido



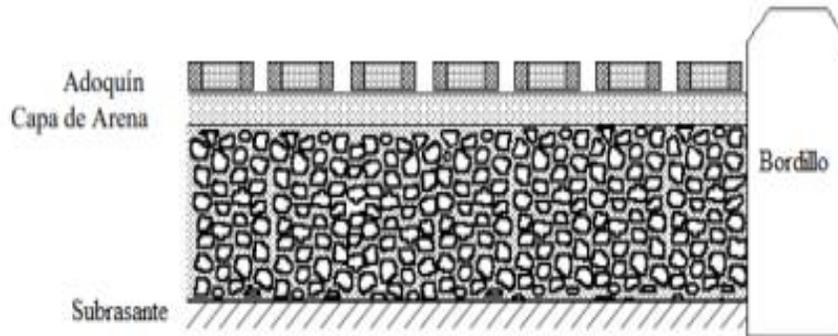
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2015)

2.2.4. Pavimentos articulados

Los bloques de concreto prefabricado de igual espesor, denominados adoquines forman la capa de rodadura de estos pavimentos. Estos son colocados sobre un manto de arena, esta a su vez está apoyada sobre la subrasante; se requerirá colocar una base granular previa si la subrasante no es capaz de resistir el peso de las cargas y su frecuencia. Se puede ver en la figura 5.

Figura 5

Estructura del pavimento articulado



Fuente: Mendoza et al. (2012).

2.3. Hormigón reforzado con fibras de acero

Para Ramos (2012), es un hormigón realizado con cementos hidráulicos, conteniendo áridos finos, y gruesos, agua y fibras discretas discontinuas cuyo propósito es ayudar a ciertas particularidades de los hormigones. Las fibras de este tipo son cortas y de pequeña sección. Pueden clasificarse así: Fibras poliméricas, Fibras de acero (en sus variantes en contenido de carbono e inoxidables) y fibras inorgánicas.

2.4. Componentes del hormigón reforzado con fibras de acero

Según Mármol (2010), los hormigones reforzados con fibras de acero se encuentran compuestos fundamentalmente por los mismos elementos que un hormigón tradicional y de forma adicional fibras de acero. Incluir fibras, permite que cambie el comportamiento del hormigón en estado endurecido, e igualmente lo hace en estado fresco, debido a lo cual a ciertas unidades les son demandadas condiciones que en los hormigones tradicionales no se requieren.

De acuerdo a la cantidad de fibras que se añadirán al hormigón y de la geometría de las mismas, el material compuesto sufrirá algunas variaciones en comparación con un hormigón tradicional. Tales cambios pasan por una limitación en el tamaño máximo del árido, inferiores valores de relación grava-arena, superiores cantidades de aditivos reductores de agua, y mayor demanda de finos, entre otros.

Cemento: Representa un material de construcción muy usado como conglomerante en el hormigón. Asimismo, es un polvo fino conseguido moliendo Clinker, yeso y diferentes aditivos cemento Portland. Respecto a sus usos y aplicaciones, existen 5 tipos de esta clase de cemento. Tipo I de uso general, tipo de moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación, tipo III: de alta resistencia inicial, tipo IV de bajo calor de hidratación, tipo V de alta resistencia a los sulfatos.

Agua: Resulta esencial al preparar la pasta del hormigón, esto por los distintos usos que tiene. La primordial labor es provocar la reacción de hidratación del cemento para conseguir lo que se necesita en cuanto a resistencias. El agua además lubrica la mezcla con la finalidad de garantizar el apropiado proceso. Por su relevancia, se deben considerar los límites permisibles de componentes perjudiciales, estos son detallados en la norma NTP 339.088.

Por probables limitaciones, el agua que se usará posiblemente incumplirá con los límites permisibles. En esta situación, se realizan ensayos comparativos usando esta clase de agua y el agua potable con iguales materiales y procedimientos. Todo eso es realizado con la finalidad de establecer los tiempos de fraguado y el desarrollo de resistencias a las edades de

7 y 28 días. De acuerdo a la NTP 339.084 los tiempos de fraguado para el agua utilizada posiblemente será hasta el 25% mayor o menor que los tiempos de fraguado del agua potable de referencia.

Áridos: Los agregados o áridos utilizados para elaborar el hormigón son la arena y la grava, derivadas de rocas erosionadas por agentes naturales o por trituración mecánica y tamizados de rocas. Los agregados forman el 60% al 75% del volumen del hormigón, razón por la cual influye bastante en las propiedades mecánicas del concreto fresco y endurecido, en las dosificaciones de la mezcla y en la economía del concreto. Los agregados o áridos están clasificados así:

Agregado fino: Conforme con Sánchez (2001) estos al igual que la arena, proceden de la descomposición natural o artificial de las rocas, los cuales pasan el tamiz N° 4 o 4.76 mm y quedan retenidos en el tamiz N° 200 o 74 mm.

Agregado grueso: Por ejemplo, la grava y piedra chancada o triturada, proceden de la desintegración natural o artificial de las rocas, y es considerado el material retenido en el tamiz N° 4 o 4.76 mm.

Aditivos: Los aditivos químicos están en distintos tipos como el reductor de agua, incorporador de aire, retardante, acelerante entre otros. La norma ASTM C494 – 04 crea los tipos de aditivos conforme a sus finalidades y usos. Los aditivos tienen que complementar más no reemplazar con la finalidad de impedir resultados no deseados. Es necesario una correcta dosificación y prácticas específicas.

Adiciones: Las adiciones usualmente empleadas en los hormigones reforzados con fibras de acero son materiales puzolánicos, por ejemplo: humo de sílice, puzolanas naturales y cenizas volantes. Agregar tales materiales se realiza con la finalidad de disminuir la permeabilidad del hormigón, acrecentar la durabilidad, optimizar la cohesión del material y por ende la adherencia fibramatriz, vigilar la retracción, reducir el riesgo de segregación y, particularmente cuando se trata de los hormigones proyectados, reducir el rebote. Debido a eso por la formación de silicatos parecidos a los producidos por el cemento, los mismos proporcionan hormigones con superiores particularidades.

Se agrega humo de sílice al hormigón de entre 7-10 % para sustituir el cemento, esto es conveniente en los hormigones proyectados en seco, no solamente por las propiedades puzolánicas del humo de sílice sino asimismo por las transformaciones geológicas que provoca en el hormigón en estado fresco, esto por la elevada superficie específica del humo de sílice, motivo por el cual disminuye el rebote. El humo de sílice en hormigones reforzados con fibra de acero proyectados en seco es capaz de disminuir la pérdida de fibras hasta valores del 20%.

Para Faisal et al. (2019) las propiedades mecánicas del uso de fibras de acero en el diseño del hormigón están asociadas a la capacidad de resistencia a la compresión, a las altas temperaturas y a su durabilidad. Su uso revolucionó la industria de la construcción y sus aportes se relacionan con las mejoras que constantemente se hacen a los materiales que se emplean para obtener mejores resultados. No obstante, señalan que presenta algunas

debilidades asociadas a su baja resistencia a la tracción, su fragilidad que se evidencia en el agrietamiento que puede conducir a la pérdida resistencia.

2.5. Elaboración del hormigón reforzado con fibras de acero

Ramos (2012), indica que las fibras de acero actúan en la masa de hormigón como partes rígidas, de gran área superficial y geometría muy esbelta, optimizando ciertas particularidades endurecidas y demandando cambios en los procesos tradicionales de dosificación, fabricación, transporte, vertido, compactación y acabado. El hecho de agregar fibras al hormigón posee algo bastante significativo en el costo total del hormigón reforzado con fibras de acero, siendo precisa la optimización de la dosificación para utilizar la cantidad rigurosamente requerida de fibras y de esta manera conseguir un material comercialmente más atractivo.

Si es añadida una baja cantidad de fibras (20-30 kg/m³), los hormigones reforzados es posible trabajarlos sin llevar a cabo con fibras de acero pueden trabajarse sin llevar cabo ningún cambio sobre los requerimientos establecidos para un hormigón tradicional. Mientras incrementa la cantidad de fibra a usar es necesario adecuar más la dosificación de las partes o elementos del hormigón. Los procesos para su elaboración son el amasado, consistencia, puesta en obra, y curado.

2.6. Aplicaciones del hormigón reforzado con fibras de acero

Considerando lo expuesto por Mármol (2010), las ventajas en las particularidades ingenieriles y económicas capaces de ser conseguidas mediante el uso de fibras de acero en

la matriz cementicia que crea el hormigón difunde el empleo de tales hormigones de elevado rendimiento para una diversidad de usos en la construcción.

Seguidamente, son nombradas ciertas aplicaciones, las mismas están basadas en el hecho de que añadir fibras al hormigón perfecciona las propiedades mecánicas de este, acrecentando su ductilidad y la energía de fractura, alargando así la vida útil de la estructura logrando que la forma de la fisuración sea controlada. Estas son en pavimentos, túneles, prefabricado, tubos para saneamiento entre otras. Los hormigones utilizados en la construcción de pavimentos precisan unas particularidades específicas para responder a los requerimientos estructurales:

Resistencia a flexotracción: Un pavimento es un elemento estructural que, por su forma de trabajar, transfiriendo las cargas de tráfico a la base o terreno, precisa de una alta resistencia a flexotracción.

Resistencia a fatiga: Se requiere por la forma reiterada de actuación de las cargas de tráfico.

Trabajabilidad: El hormigón tiene que ser trabajado cómodamente con los equipos de construcción y que tengan gran cohesión y tixotropía.

Mínima retracción: La retracción es una problemática específica de los pavimentos, en la cual prevalece la superficie sobre el espesor, induciendo que aparezcan fisuras indeseables. Asimismo, en pavimentos de carreteras la necesidad de resistencias iniciales altas soporta regularmente una importante fisuración.

Mendoza, et al. (2012) explican que las fibras de acero se clasifican en atención a sus formas geométricas que toman en cuenta esencialmente su longitud, su forma y diámetro, con respecto a otras. Además, en atención a características tales como: si la superficie es pareja o trabajada, si es rectilínea o está doblada que van incorporarse como un refuerzo secundario de forma homogénea a la mezcla de concreto. De este modo, la relación entre sus rasgos se representa de este modo: longitud (L), por la forma y por el diámetro, en tabla 1.

Tabla 1

Relación del aspecto de la fibra de acero

| | |
|--|---|
| <p>Longitud (L): distancia entre los dos extremos de la fibra</p> | $\left(\frac{n}{kg}\right) = \frac{400000}{LD^2\pi\gamma}$ |
| <p>Diámetro (D): es el diámetro transversal de la fibra</p> | <p>Donde:</p> |
| <p>Número de fibras por kilómetros: se calcula con la fórmula</p> | <p>L = Longitud de la fibra (mm) D = Diámetro de la fibra (mm) Y = Peso específico (Kg/m³)</p> |

Fuente: Maccaferri como citan Mendoza, et al. (2012)

Otras características tienen que ver con:

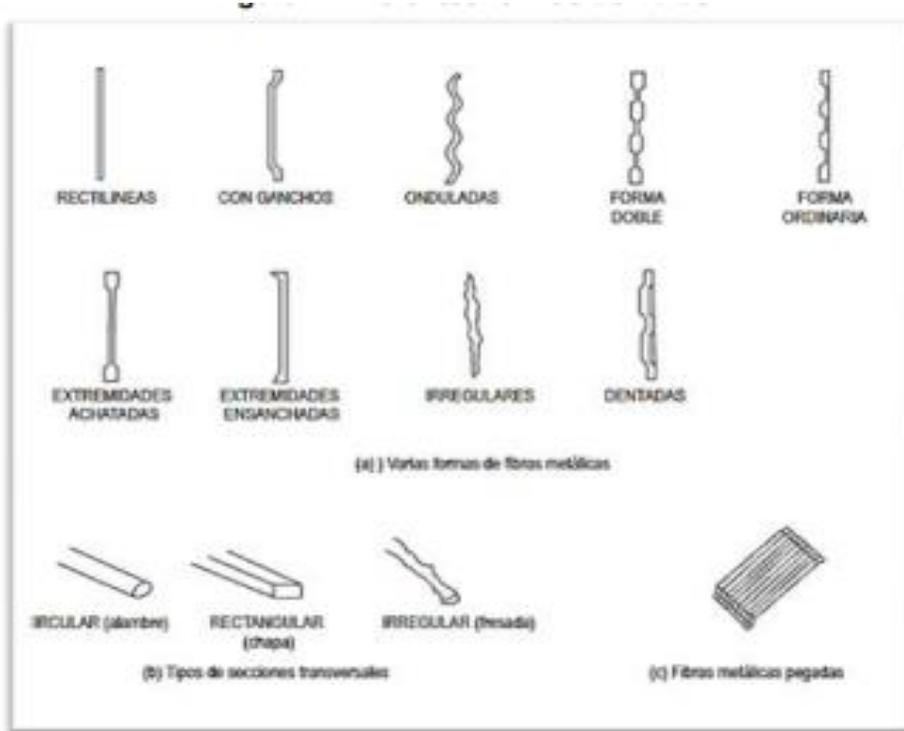
Relación de aspecto: está determinado por lo delgada que sea la fibra ($\lambda=L/D$), con la misma longitud, así cuando es más alto y menor es el diámetro es equivalente de esta fibra. De esta manera, cuando estas fibras poseen la misma longitud, será más ligera la fibra por lo que se requerirá más fibra por unidad de masa. Otra es la resistencia a la tracción cuyo cálculo se

realiza dividiendo el esfuerzo que se requiere para la rotura por el área de la sección de la fibra.

En cuanto a las formas, Maccaferri como citan Mendoza, et al. (2012) las categorizó axialmente y pueden tener una sección circular, rectangular o variada que se distinguen en la figura 6.

Figura 6

Diferentes formas de las fibras



Fuente: Maccaferri como citan Mendoza, et al. (2012).

2.7. Superficies para el transporte

El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (2006), fue elaborado para usarse en la implementación de la Ley General de Tránsito Terrestre, en la que se fijan “las normas

técnicas de la planificación, estudio, diseño, construcción y mantenimiento” (pág. 3) de la vialidad en el ámbito nacional, así como su correcta administración de acuerdo a los objetivos del Estado. En el texto se define la superficie de rodadura como la parte del pavimento que está en contacto directo con las llantas de los vehículos que circulan por esa vía.

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo General

Analizar los factores a considerar en el análisis estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

2.8.2. Objetivos específicos

Identificar las características físicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

Determinar las propiedades mecánicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

Examinar los componentes estructurales de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

Sintetizar las metodologías de diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

2.9. Hipótesis

2.9.1. Hipótesis General

La estructura y el diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son las más convenientes para emplear en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

2.9.2. Hipótesis Específicas

- Las características físicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son adecuadas para usar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.
- Las propiedades mecánicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.
- Los componentes estructurales de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero son proporcionados para implementar en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.
- Las metodologías de diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero son convenientes en superficies para el transporte en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación es mixta, ya que empleará datos recopilados de estudios anteriores (cualitativo) para comparar con los datos numéricos (cuantitativo), obtenidos del análisis de la estructura y composición de los pavimentos de hormigón reforzado con fibra de acero en las vías urbanas por las que se desplaza el transporte (público y privado). Los datos y números, que se espera obtener, proceden de los ensayos de materiales realizados para analizar el comportamiento y su incidencia en las propiedades mecánicas del pavimento de hormigón al adicionar la fibra de acero como agregado en diferentes porcentajes.

Según Hernández et al., (2014), la investigación cuantitativa sigue un patrón predecible y estructurado que brinda la posibilidad de generalizar los resultados más extensamente, los fenómenos pueden ser controlados, y de igual manera la perspectiva de conteo y las magnitudes de los mismos. De igual modo, el análisis cualitativo ofrecerá una gran oportunidad de réplica y un enfoque acerca de aspectos determinados tales como fenómenos y facilidad la comprensión entre estudios similares.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada con base en los criterios establecidos por Arias (2012), puesto que en este tipo de estudios confluyen un conjunto de elementos, que serán sometidos a ciertas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para contemplar las consecuencias o reacciones producidas (variable dependiente).

Nivel de investigación

Este trabajo está enfocado en un nivel de investigación explicativa, sustentado por Arias (2012), ya que esta busca el porqué de las situaciones por medio del establecimiento de relaciones causa-efecto. De allí que, los estudios explicativos se ocupan de establecer las causas (investigación post facto), y de los efectos (investigación experimental), por medio de la prueba de hipótesis, sus resultados y conclusiones componen el nivel más profundo de conocimientos.

Diseño de la investigación

El presente trabajo se enmarca en un diseño experimental. Para Hurtado (2012), en el diseño experimental, el investigador puede manipular una variable experimental no comprobada, bajo condiciones rigurosamente controladas. Su propósito reside en detallar cómo y debido a qué motivo es producido o puede generarse una situación. Pretende pronosticar el porvenir, crear predicciones que ya confirmadas, se transforman en leyes y generalizaciones tendientes a aumentar la cantidad de conocimientos académicos y la mejora del trabajo educativo.

En el caso del presente estudio, la investigación se desarrollará mediante un ensayo en un laboratorio, en el cual se replicarán condiciones y proporciones de ingrediente que permitirán analizar los componentes necesarios para el diseño de un hormigón reforzado con fibras de acero que responda a las necesidades de las superficies para el transporte.

3.3. Población y muestra

Hernández et al. (2014) afirman que la población es el conjunto de elementos finitos o infinitos con particularidades comunes, los cuales son extensas conclusiones de

investigación, así mismo es determinada por la problemática y el o los objetos de estudio. Es así como, la población para la cual se enfocará la presente investigación será los pavimentos de hormigón reforzados con fibras de acero de algunas vías de Lima Metropolitana.

La muestra estará definida por 28 probetas, las cuales 10 serán ensayadas para soportar resistencia a la compresión, 9 ensayos para resistencia a la tracción y 9 probetas de resistencia a la flexión, de las cuales se incorporará porcentajes de fibra de acero en 3%, 5% y 8% respecto al agregado fino a edades de curado de 7, 14 y 28 días, todas las probetas serán diseñadas utilizando el método del ACI 211 para que cumplan la resistencia de un $F'c=210$ kg/cm².

3.4. Materiales, instrumentos y métodos

El método de análisis de la estructura y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero, ello implica la revisión de los diferentes métodos de diseño de pavimento, dado que sus requerimientos técnicos y de composición son reconocidos como estándares dentro de las regulaciones nacionales e internacionales, entre otros se tomaron: el método de diseño para pavimento rígido PCA (1984) y la Metodología de Pavimento Rígido AASHTO 93.

3.5. Técnicas, instrumentos de recolección y análisis de datos

La observación directa será una de las técnicas más utilizadas, puesto que, durante los ensayos, es importante la observación y el registro de información. Según Hernández, et al. (2014) indica que la recolección de información implica un proceso de selección,

seguimiento, y el registro en un instrumento. Dichos instrumentos de datos, y este debe ser correcto y confiable hace referencia de cómo el.

Aplicar una técnica lleva a conseguir información, esta tiene que guardarse de forma material y así los datos puedan recuperarse, procesarse, analizarse e interpretarse luego; a tal soporte se le llama instrumento. Este para recoger información es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), usado para conseguir, registrar o almacenar información (Arias, 2012). Todo instrumento de recolección de datos debe poseer: objetividad confiabilidad y validez, ante ello los instrumentos utilizados en la investigación son: Ficha de recolección de datos, balanza electrónica y prensa hidráulica para los ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta, todos los equipos con calibración actualizada y dichos resultados certificadas debidamente por la empresa JJ GEOTECNIA SAC empresa certificada para la realización de análisis de laboratorio. En cuanto a la ficha se elaboró una matriz que permitirá el registro de los resultados de los ensayos, tal como se ve en la tabla 2.

Tabla 2

Matriz de Ensayos

| Tipo de ensayo | Edad (días) | | | | % | |
|-----------------------------|-------------|----|----|---|---|---|
| | 7 | 14 | 28 | 3 | 5 | 8 |
| Resistencia a la compresión | | | | | | |
| Resistencia a la tracción | | | | | | |
| Resistencia a la flexión | | | | | | |

Fuente: JJ GEOTECNIA S.A.C .

3.6. Validez del instrumento

Hernández et al., (2014), precisan la validez como el grado en donde un instrumento es capaz de medir la variable que desea sea medida.

Los instrumentos que se emplearán para los ensayos normalizados serán tomando en cuenta la Norma Técnica Peruana “NTP 339.034-11” y siguiendo los lineamientos de la ASTM c39-07 (American Society for Testing and Materials) norma internacional del método de ensayo personalizado para concreto cuyos resultados serán posteriormente validados por el jefe de laboratorio, Ingeniero de Suelos y Pavimentos y el Control de Calidad JJGEOTECNIA. Además, los equipos de laboratorio son calibrados con certificación de INACAL (Instituto Nacional de Calidad).

3.6.1. Análisis de confiabilidad

Para Hernández et al. (2014) la confiabilidad indica el grado en que un instrumento genera resultados sólidos y coherentes, es por esto que para la presente investigación se adjuntaran los certificados de calibración de cada instrumento que se empleará.

3.6.2. Análisis de datos

Seguidamente, son descritas las diversas sistematizaciones a las que serán sometidos los datos logrados: categorización, registro, tabulación y codificación si fuere necesario. En lo concerniente al análisis, se precisarán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis), o estadísticas (descriptiva o inferenciales), que se utilizarán para interpretar lo que evidencien la información recopilada. Para el estudio de los datos logrados con los ensayos en laboratorio, será necesario hacer:

3.6.3. Recolección de datos

Observación y ensayos de probetas.

En el procesamiento de los datos y tablas comparativas se utilizará el programa Microsoft Excel. En la sistematización para la posterior interpretación de los datos conseguidos y efectuar la prueba de normalidad, el análisis estadístico ANOVA para la resistencia, se utilizará el software SPSS V26. Por último, se desarrollará un análisis de varianza.

3.6.4. Procedimiento

Para llevar a cabo esta investigación se seguirá el siguiente proceso con la finalidad de describir los detalles de todos los pasos que se lograran realizar:

- Obtención de las fibras de acero
- Obtención de áridos
- Propiedades físicas de los áridos
- Propiedades físicas de las fibras de acero
- Diseño de mezcla
- Ensayos del pavimento de hormigón

Tabla 3

Operacionalización de variables

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensión | Indicador |
|------------------------|--|--|-----------------------------|--|
| Fibras de acero | Sotil y Zegarra (2015) afirman que las fibras de acero son un refuerzo primario del hormigón, ya que tienen un elevado módulo de elasticidad y a la diferencia de otras fibras no solo se limitan al control de fenómeno de fisuración. Su diámetro varía entre 0.25 y 0.80 mm y su longitud entre 10 y 75 mm. | Son fibras de longitudes cortas con áreas transversales variadas; se adicionan en la mezcla de hormigón utilizando los procesos tradicionales de mezcla, para mejorar sus propiedades. | Resistencia a la compresión | Adición de 3% de fibra de acero. |
| | | | Resistencia a la tracción | Adición de 5% de fibra de acero. |
| | | | Resistencia a la flexión | Adición de 8% de fibra de acero. |
| Pavimentos de hormigón | El pavimento de hormigón, en su definición más elemental, es la capa que consta de losas de hormigón de cemento Portland, no armadas que puede no cumplir con una función estructural, pero que puede cumplir funciones tanto de base como de revestimiento (Calo, 2016). | Su diseño toma en cuenta las características del suelo de fundación, sus materiales componentes y su comportamiento frente a las cargas de tránsito y del ambiente (Calo, 2016). | Aspectos económicos | Durabilidad Variedad de métodos, equipos y tecnologías Estructura, diseño y composición Integración al medio ambiente |
| | | | Aspectos constructivos | |
| | | | Aspectos técnicos | |
| | | | Aspectos ambientales | |

Nota: Esta tabla muestra a detalle la operacionalización de variables realizadas en la investigación.

3.6.5. Aspectos éticos

En la presente investigación se están citando a todas las fuentes que han sido consultadas y empleadas, además la información obtenida de las investigaciones analizadas fue utilizada con fines académicos, y se presentan todos los resultados sin alterar los datos reales. La misma está basada en la autenticidad de sus métodos y de sus resultados, y así conseguir un beneficio real para la sociedad. Se tiene el compromiso de poder encaminar el estudio con la finalidad de conseguir un beneficio social, lo cual se evidencia a partir de la escogencia de la situación problemática, la metodología empleada y finalizando con los resultados logrados.

Tabla 4

Matriz de consistencia

| Objetivo General | hipótesis General | Metodología |
|---|--|--|
| Analizar los factores a considerar en el análisis estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | La estructura y el diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son las más convenientes para emplear en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | <p>Enfoque: Mixto</p> <p>Tipo: Experimental</p> <p>Nivel: Explicativa.</p> |
| Objetivos Específicos | Hipótesis Específicos | Diseño: Experimental. |
| Identificar las características físicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Las características físicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son adecuadas para usar en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Población y Muestra: Pavimentos y hormigón reforzados con fibras de acero en 28 probetas. |
| Determinar las propiedades mecánicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Las propiedades mecánicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Técnica e instrumentos de recolección: La observación directa y ensayos (pruebas). |
| Examinar los componentes estructurales de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Los componentes estructurales de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero son proporcionados para implementar en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Instrumentos: Ficha, balanza y prensa hidráulica. |
| Sintetizar las metodologías de diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Las metodologías de diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero son convenientes en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos 2023. | Análisis de datos: Documental , Estadística descriptiva e inferencial. |

Nota: Esta tabla muestra a detalle la matriz de consistencia de la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis del diseño de mezcla

De acuerdo al objetivo general planteado se analiza los factores a considerar en el análisis estructural y diseño de pavimentos de hormigón según la cantidad de agregados, sea fino o grueso y variando con el nivel de porcentaje en cuanto al acero Dramix 3D.

Tabla 5

Descripción del agregado

| DESCRIPCIÓN DEL AGREGADO | FINO | GRUESO |
|---|------|--------|
| Contenido de Humedad (%) | 1 | 0.2 |
| Peso Específico (kg/m ³) | 2.65 | 2.67 |
| Absorción % | 1.2 | 1.2 |
| Peso Unitario Suelto (Kg/m ³) | 1480 | 1499 |
| Peso Unitario Compactado (Kg/m ³) | 1788 | 1625 |
| Módulo de Fineza | 2.88 | 6.78 |

Nota: Esta tabla muestra datos concernientes al agregado utilizado en la investigación.

Tabla 6

Descripción del agregado

| DATOS DE CONCRETO REQUERIDO | |
|--------------------------------|--------------------------|
| TIPO DE CEMENTO | CEMENTO ANDINO TIPO I |
| Resistencia a la Compresión | 257 |
| Resistencia Promedio Requerido | 333 |
| Agua (lt) | 230 |
| Aire Total (%) | 2% |
| Agua/Cemento | 0.652 |

Nota: Esta tabla muestra datos concernientes al agregado utilizado en la investigación

Tabla 7. Materiales por kilogramo por metro cúbico de concreto

| Proporción por Volumen | Cemento (kg/m ³) | Agua (kg/m ³) | Agregado Fino (kg/m ³) | Agregado Grueso (kg/m ³) | Dramix 3D (kg/m ³) |
|--|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Concreto f'c=210 kg/cm ² | 353 | 230 | 739 | 991 | - |
| Concreto f'c=210 kg/cm ² +3% Dramix 3D | 353 | 230 | 739 | 991 | 14.12 |
| Concreto f'c=210 kg/cm ² +5% Dramix 3D | 353 | 230 | 739 | 991 | 21.18 |
| Concreto f'c=210 kg/cm ² +8% Dramix 3D | 353 | 230 | 739 | 991 | 28.24 |

Nota: Esta tabla muestra las cantidades volumétricas de los materiales añadidos que se mantienen desde el diseño de la mezcla producido por el método ACI 211, hasta a la que solo añadimos las fibras Dramix 3D en cantidades de 3; 5 y 8 por ciento, con un peso de 14.12 kg, 21.18 kg y 28.24 kg, respectivamente.

Tabla 8

Resultados de ensayo a compresión del concreto Patrón

| Nº Muestra | Edad (Días) | Fuerza Máxima (kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|------------|-------------|--------------------|---|--|--------------------------|
| 1 C-1 | 7 | 13362.5 | 170.1 | 166.33 | 79.20 |
| 2 C-2 | 7 | 12865.8 | 163.8 | | |
| 3 C-3 | 7 | 12969.5 | 165.1 | | |
| 4 C-4 | 14 | 15598.8 | 198.6 | 192.17 | 91.53 |
| 5 C-5 | 14 | 14985.8 | 190.8 | | |
| 6 C-6 | 14 | 14695.8 | 187.1 | | |
| 7 C-7 | 28 | 17385.8 | 221.4 | 220.15 | 104.83 |
| 8 C-8 | 28 | 17286.5 | 220.1 | | |
| 9 C-9 | 28 | 17499.9 | 222.8 | | |
| 10 C-10 | 28 | 16985.8 | 216.3 | | |

Nota: Esta tabla muestra las resistencias de las probetas (patrón), de acuerdo al ensayo de compresión, resultó que la probeta patrón edad 7 días presentó una resistencia promedio de 170.1 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 79.20%; para la probeta patrón edad 14 días presentó una resistencia promedio de 192.17 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 91.53% y para la probeta patrón edad 28 días presentó una resistencia promedio de 220.15 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 104.83%.

Tabla 9

Resultados del ensayo a compresión del concreto con 3 % Dramix 3D

| N° Muestra | Edad (Días) | Fuerza Máxima (kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (%) |
|------------|-------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 | C-1 | 7 | 13568.5 | 172.8 | 82.30 |
| 2 | C-2 | 7 | 14050.5 | 178.9 | |
| 3 | C-3 | 7 | 13088.6 | 166.6 | |
| 4 | C-4 | 14 | 15786.5 | 201 | 94.47 |
| 5 | C-5 | 14 | 15269.8 | 194.4 | |
| 6 | C-6 | 14 | 15686.7 | 199.7 | |
| 7 | C-7 | 28 | 17862.1 | 227.4 | 109.48 |
| 8 | C-8 | 28 | 18025.6 | 229.5 | |
| 9 | C-9 | 28 | 17956.7 | 228.6 | |
| 10 | C-10 | 28 | 18367.7 | 233.9 | |

Nota: Esta tabla muestra las resistencias de las probetas de concreto + 3% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de compresión, resultó que la probeta patrón edad 7 días presentó una resistencia promedio de 172.77 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 82.30%; para la probeta patrón edad 14 días presentó una resistencia promedio de 198.37 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 94.47% y para la probeta patrón edad 28 días presentó una resistencia promedio de 229.85 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 109.48%.

Tabla 10

Resultados del ensayo a compresión del concreto con 5% Dramix 3D

| N° Muestra | Edad (Días) | Fuerza Máxima (kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (%) |
|------------|-------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 | C-1 | 7 | 15085.6 | 192.1 | 91.87 |
| 2 | C-2 | 7 | 15365.2 | 195.6 | |
| 3 | C-3 | 7 | 14985 | 190.8 | |
| 4 | C-4 | 14 | 16085.6 | 204.8 | 95.87 |
| 5 | C-5 | 14 | 15369.8 | 195.7 | |
| 6 | C-6 | 14 | 15988.8 | 203.6 | |
| 7 | C-7 | 28 | 18696.8 | 238.1 | 114.23 |
| 8 | C-8 | 28 | 18969.5 | 241.5 | |
| 9 | C-9 | 28 | 18686.8 | 237.9 | |
| 10 | C-10 | 28 | 18999.8 | 241.9 | |

Nota: Esta tabla muestra las resistencias de las probetas de concreto + 5% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de compresión, resultó que la probeta patrón edad 7 días presentó una

resistencia promedio de 273.00 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 97.50%; para la probeta patrón edad 14 días presentó una resistencia promedio de 301.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 107.74% y para la probeta patrón edad 28 días presentó una resistencia promedio de 326.00 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 116.43%.

Tabla 11

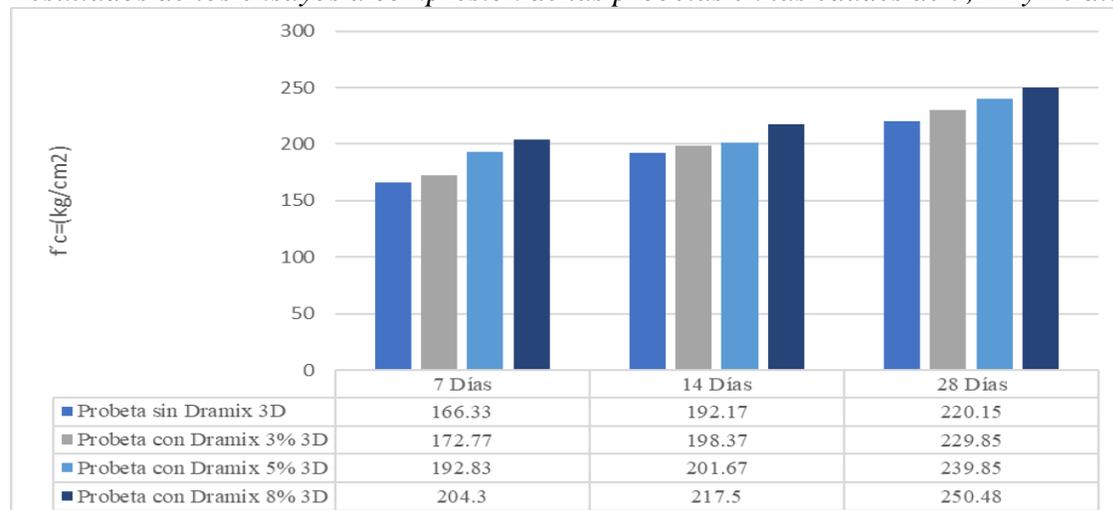
Resultados del ensayo a compresión del concreto con 8% Dramix 3D

| N° Muestra | Edad (Días) | Fuerza Máxima (kg) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|------------|-------------|--------------------|---|--|--------------------------|
| 1 | C-1 | 7 | 16053.5 | 204.4 | 97.27 |
| 2 | C-2 | 7 | 16085.6 | 204.8 | |
| 3 | C-3 | 7 | 15998.5 | 203.7 | |
| 4 | C-4 | 14 | 17356.5 | 221 | 103.57 |
| 5 | C-5 | 14 | 16985.6 | 216.3 | |
| 6 | C-6 | 14 | 16898.7 | 215.2 | |
| 7 | C-7 | 28 | 19886.7 | 253.2 | 119.25 |
| 8 | C-8 | 28 | 19898.2 | 253.4 | |
| 9 | C-9 | 28 | 19036.5 | 242.4 | |
| 10 | C-10 | 28 | 19865.7 | 252.9 | |

Nota: Esta tabla muestra las resistencias de las probetas de concreto + 7% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de compresión, resultó que la probeta patrón edad 7 días presentó una resistencia promedio de 204.30 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 97.27%; para la probeta patrón edad 14 días presentó una resistencia promedio de 217.50 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 103.57% y para la probeta patrón edad 28 días presentó una resistencia promedio de 250.48 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 119.25%.

Figura 7

Resultados de los ensayos a compresión de las probetas en las edades de 7, 14 y 28 días.



Nota: Esta tabla muestra los resultados hallados en las pruebas a compresión de las probetas indicaron que, a la edad de 7 días el esfuerzo de la rotura de probeta que contiene 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 3.73%, de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 13.74% y 2%, respectivamente. Con respecto a la edad de 14 días la probeta que contiene el 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 8.16% de igual forma adhiriendo el 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 10.23% y 12.30%, respectivamente. Mientras que a la edad de 28 días la probeta que contiene el 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 8.68% de igual forma con la incorporación del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 11.77% y 14.86%, respectivamente. Se dedujo que las fibras de acero Dramix 3D influye en la resistencia de las probetas al ensayo de compresión.

Tabla 12

Resultados de los ensayos a flexión del concreto Patrón

| N° | Muestra | Edad (Días) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (Kg/cm ²) | Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------------------|--|---|--------------------------|
| 1 | F-1 | 7 | 2.7468 | 28 | 27.67 | 9.507% |
| 2 | F-2 | 7 | 2.7468 | 28 | | |
| 3 | F-3 | 7 | 2.6487 | 27 | | |
| 4 | F-4 | 14 | 3.0411 | 31 | 31.67 | 10.882% |
| 5 | F-5 | 14 | 3.1392 | 32 | | |
| 6 | F-6 | 14 | 3.1392 | 32 | | |
| 7 | F-7 | 28 | 3.6297 | 37 | 37.67 | 12.944% |
| 8 | F-8 | 28 | 3.7278 | 38 | | |
| 9 | F-9 | 28 | 3.7278 | 38 | | |

Nota: En la tabla, se mostraron las muestras de vigas de concreto (patrón), de acuerdo al ensayo de flexión, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó un módulo de rotura promedio de 27.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 9.507%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó un módulo de rotura promedio de 31.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 10.882% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó un módulo de rotura promedio de 37.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 12.944%.

Tabla 13

Resultados de los ensayos a flexión del concreto con 3% Dramix 3D

| N° | Muestra | Edad (Días) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (Kg/cm ²) | Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------------------|--|---|--------------------------|
| 1 | F-1 | 7 | 2.943 | 30 | 29.00 | 9.385% |
| 2 | F-2 | 7 | 2.943 | 30 | | |
| 3 | F-3 | 7 | 2.6487 | 27 | | |
| 4 | F-4 | 14 | 3.3354 | 34 | 34.33 | 11.111% |
| 5 | F-5 | 14 | 3.3354 | 34 | | |
| 6 | F-6 | 14 | 3.4335 | 35 | | |
| 7 | F-7 | 28 | 3.924 | 40 | 39.67 | 12.837% |
| 8 | F-8 | 28 | 3.924 | 40 | | |
| 9 | F-9 | 28 | 3.8259 | 39 | | |

Nota: En la tabla, se mostraron las muestras de vigas de concreto + 3% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de flexión, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó un módulo de rotura promedio de 29.00 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 9.385%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó un módulo de rotura promedio de 34.33 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 11.11% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó un módulo de rotura promedio de 39.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 12.837%.

Tabla 14

Resultados de los ensayos a flexión del concreto con 5% Dramix 3D

| N° | Muestra | Edad (Días) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (Kg/cm ²) | Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------------------|--|---|--------------------------|
| 1 | F-1 | 7 | 3.0411 | 31 | 30.67 | 9.553% |
| 2 | F-2 | 7 | 3.0411 | 31 | | |
| 3 | F-3 | 7 | 2.943 | 30 | | |
| 4 | F-4 | 14 | 3.4335 | 35 | 35.67 | 11.111% |
| 5 | F-5 | 14 | 3.5316 | 36 | | |
| 6 | F-6 | 14 | 3.5316 | 36 | | |
| 7 | F-7 | 28 | 3.924 | 40 | 40.67 | 12.669% |
| 8 | F-8 | 28 | 4.0221 | 41 | | |
| 9 | F-9 | 28 | 4.0221 | 41 | | |

Nota: Esta la tabla presenta las muestras de vigas de concreto + 5% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de flexión, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó un módulo de rotura promedio de 30.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 9.553%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó un módulo de rotura promedio de 35.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 11.11% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó un módulo de rotura promedio de 40.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 12.669%.

Tabla 15

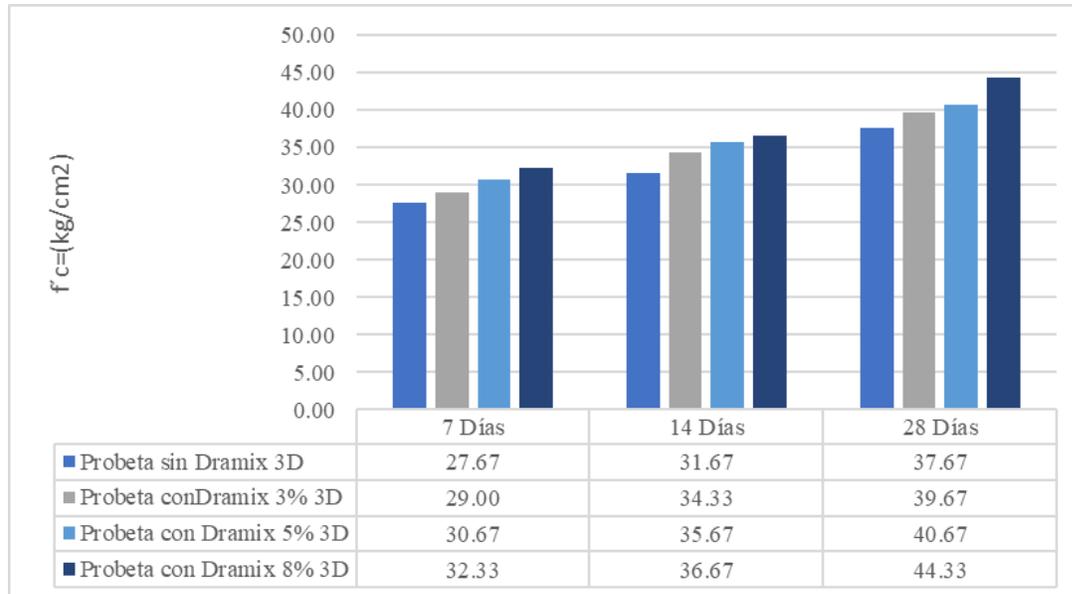
Resultados de los ensayos a flexión del concreto con 8% Dramix 3D

| N° | Muestra | Edad (Días) | Módulo de Rotura (Mpa) | Módulo de Rotura (Kg/cm ²) | Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------------------|--|---|--------------------------|
| 1 | F-1 | 7 | 3.2373 | 33 | 32.33 | 9.510% |
| 2 | F-2 | 7 | 3.1392 | 32 | | |
| 3 | F-3 | 7 | 3.1392 | 32 | | |
| 4 | F-4 | 14 | 3.6297 | 37 | 36.67 | 10.784% |
| 5 | F-5 | 14 | 3.5316 | 36 | | |
| 6 | F-6 | 14 | 3.6297 | 37 | | |
| 7 | F-7 | 28 | 4.3164 | 44 | 44.33 | 13.039% |
| 8 | F-8 | 28 | 4.3164 | 44 | | |
| 9 | F-9 | 28 | 4.4145 | 45 | | |

Nota: Esta tabla presenta las muestras de vigas de concreto + 7% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de flexión, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó un módulo de rotura promedio de 32.33 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 9.510%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó un módulo de rotura promedio de 36.67 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 10.784% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó un módulo de rotura promedio de 44.33 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 13.039%.

Figura 8

Resultados de los ensayos a flexión de las vigas en las edades de 7, 14 y 28 días.



Nota: El grafico representa los resultados hallados en las pruebas a compresión de las probetas indicaron que, a la edad de 7 días el esfuerzo de la rotura de probeta que contiene 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 0.72%, de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 4.33% y 7.58%, respectivamente. Con respecto a la edad de 14 días la probeta que contiene el 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 3.59% de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 5.50% y 11.63%, respectivamente. Mientras que a la edad de 28 días la probeta que contiene el 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 2.27% de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 5.77% y 12.73%, respectivamente. Se dedujo que las fibras de acero Dramix 3D influye favorablemente en el desempeño con respecto a flexión. (ver tabla 16)

Tabla 16
Resultados de los ensayos a tracción del concreto Patrón

| N° | Muestra | Edad (Días) | Carga (kg) | Resistencia del | Resistencia del | Resistencia Promedio (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | | Espécimen (Mpa) | Espécimen (Kg/cm2) | | |
| 1 | T-1 | 7 | 6236.5 | 1.95219 | 19.9 | 19.93 | 10.002% |
| 2 | T-2 | 7 | 6236.4 | 1.95219 | 19.9 | | |
| 3 | T-3 | 7 | 6285.3 | 1.962 | 20 | | |
| 4 | T-4 | 14 | 6939.4 | 2.16801 | 22.1 | 21.63 | 10.855% |
| 5 | T-5 | 14 | 6836.5 | 2.13858 | 21.8 | | |
| 6 | T-6 | 14 | 3598.5 | 2.0601 | 21 | | |
| 7 | T-7 | 28 | 8136.2 | 2.54079 | 25.9 | 24.87 | 12.477% |
| 8 | T-8 | 28 | 7752.6 | 2.42307 | 24.7 | | |
| 9 | T-9 | 28 | 7599.2 | 2.3544 | 24 | | |

Nota: Esta tabla presenta las muestras de vigas de concreto (patrón), de acuerdo al ensayo de tracción, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 19.93 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de 10.002%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 21.63 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de 10.855% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 24.87 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de 12.477%.

Tabla 17
Resultados de los ensayos a tracción del concreto con 3% Dramix 3D

| N° | Muestra | Edad (Días) | Carga (kg) | Resistencia del | Resistencia del | Resistencia Promedio (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | | Espécimen (Mpa) | Espécimen (Kg/cm2) | | |
| 1 | T-1 | 7 | 6386.5 | 1.99143 | 20.3 | 20.30 | 9.951% |
| 2 | T-2 | 7 | 6345.6 | 1.98162 | 20.2 | | |
| 3 | T-3 | 7 | 6400.5 | 2.00124 | 20.4 | | |
| 4 | T-4 | 14 | 7136.2 | 2.22687 | 22.7 | 22.13 | 10.850% |
| 5 | T-5 | 14 | 6913.6 | 2.1582 | 22 | | |
| 6 | T-6 | 14 | 6825.3 | 2.12877 | 21.7 | | |
| 7 | T-7 | 28 | 8265.6 | 2.58003 | 26.3 | 25.57 | 12.533% |
| 8 | T-8 | 28 | 7989.8 | 2.49174 | 25.4 | | |
| 9 | T-9 | 28 | 7965.5 | 2.4525 | 25 | | |

Nota: Esta tabla presenta las muestras de vigas de concreto + 3% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de tracción, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 20.30 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de

9.951%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 22.13 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 10.850% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 25.57 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 12.533%.

Tabla 18

Resultados de los ensayos a tracción del concreto con 5% Dramix 3D

| N° | Muestra | Edad (Días) | Carga (kg) | Resistencia del Espécimen (Mpa) | Resistencia del Espécimen (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (Kg/cm ²) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------|---------------------------------|---|--|--------------------------|
| 1 | T-1 | 7 | 6538.6 | 2.04048 | 20.8 | 20.77 | 9.759% |
| 2 | T-2 | 7 | 6534.8 | 2.04048 | 20.8 | | |
| 3 | T-3 | 7 | 6498.5 | 2.03067 | 20.7 | | |
| 4 | T-4 | 14 | 7356.8 | 2.29554 | 23.4 | 23.00 | 10.808% |
| 5 | T-5 | 14 | 7105.3 | 2.21706 | 22.6 | | |
| 6 | T-6 | 14 | 7235.4 | 2.2563 | 23 | | |
| 7 | T-7 | 28 | 8469.5 | 2.6487 | 27 | 27.17 | 12.766% |
| 8 | T-8 | 28 | 8625.6 | 2.69775 | 27.5 | | |
| 9 | T-9 | 28 | 8598.2 | 2.6487 | 27 | | |

Nota: Esta tabla presenta las muestras de vigas de concreto + 5% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de tracción, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 20.77 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 9.759%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 23.00 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 10.808% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 27.17 Kg/cm² con un porcentaje de resistencia promedio de 12.766%.

Tabla 19

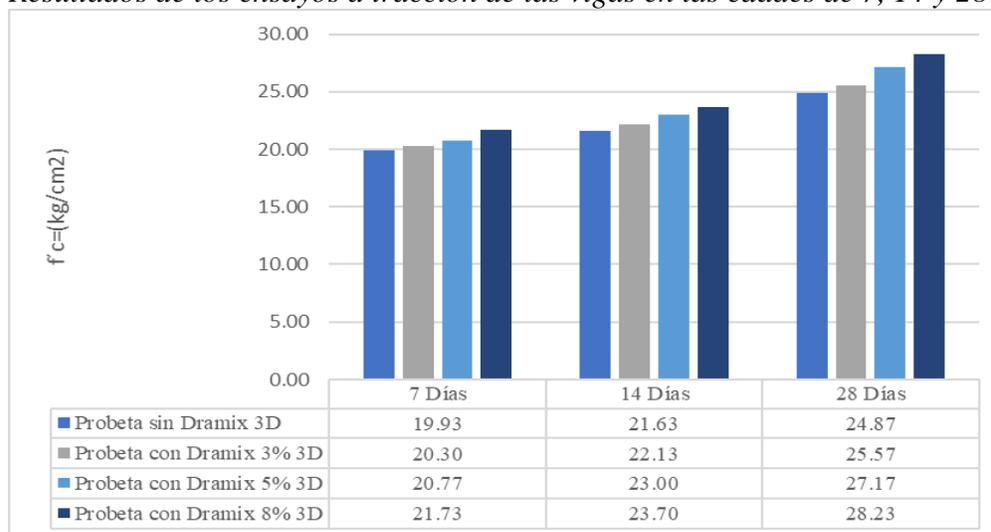
Resultados de los ensayos a tracción del concreto con 8% Dramix 3D

| N° | Muestra | Edad (Días) | Carga (kg) | Resistencia del | Resistencia del | Resistencia Promedio (Kg/cm2) | Resistencia Promedio (%) |
|----|---------|-------------|------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | | Espécimen (Mpa) | Espécimen (Kg/cm2) | | |
| 1 | T-1 | 7 | 7036.5 | 2.19744 | 22.4 | 21.73 | 9.834% |
| 2 | T-2 | 7 | 6845.6 | 2.13858 | 21.8 | | |
| 3 | T-3 | 7 | 6586.6 | 2.0601 | 21 | | |
| 4 | T-4 | 14 | 7639.5 | 2.38383 | 24.3 | 23.70 | 10.724% |
| 5 | T-5 | 14 | 7365.2 | 2.29554 | 23.4 | | |
| 6 | T-6 | 14 | 7358.6 | 2.29554 | 23.4 | | |
| 7 | T-7 | 28 | 8762.2 | 2.73699 | 27.9 | 28.23 | 12.775% |
| 8 | T-8 | 28 | 9036.2 | 2.82528 | 28.8 | | |
| 9 | T-9 | 28 | 8936.4 | 2.7468 | 28 | | |

Nota: Esta tabla presenta las muestras de vigas de concreto + 7% de fibra de acero Dramix 3D, de acuerdo al ensayo de tracción, resultó que la viga de concreto patrón edad 7 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 21.73 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de 9.834%; para la viga de concreto patrón edad 14 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 23.70 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de 10.724% y para la viga de concreto patrón edad 28 días presentó una resistencia del espécimen promedio de 28.23 Kg/cm2 con un porcentaje de resistencia promedio de 12.775%.

Figura 9

Resultados de los ensayos a tracción de las vigas en las edades de 7, 14 y 28 días.



Nota: El grafico muestra los resultados hallados en las pruebas a compresión de las probetas indicaron que, a la edad de 7 días el esfuerzo de la rotura de probeta que contiene 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 0.72%, de igual forma con la adición del 5% y 7% de fibra de acero con porcentajes de 4.33% y 7.58%, respectivamente. Con respecto a la edad de 14 días la probeta que contiene el 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 3.59% de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 5.50% y 11.63%, respectivamente. Mientras que a la edad de 28 días la probeta que contiene el 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 2.27% de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 5.77% y 12.73%, respectivamente. Se dedujo que las fibras de acero Dramix 3D influye favorablemente en el desempeño con respecto a flexión.

4.2. Prueba de Normalidad

Las hipótesis de investigación son sugerencias provisionales sobre la posible relación entre dos o más variables. Una hipótesis nula (H_0) es una afirmación que rechaza la hipótesis de investigación o incluso afirma que no existe relación entre las variables. (Hernández y Fernández y Baptista, 2010, P.P. 96 y 104). Según los autores mencionados anteriormente, la hipótesis alternativa (H_1) se refiere a posibilidades diferentes de la hipótesis de investigación y la hipótesis nula (p.105).

Tato (1998) nos informa de que la probabilidad de error, o el nivel de significancia del 5% mencionado anteriormente, se sitúa entre 0 (suceso imposible) y 1 (suceso seguro). A continuación, nos informa de que la probabilidad, que en este caso se expresaría como p y sería 0,05 (P.P. 63 y 64), está por debajo de ese umbral. En consecuencia, establecemos la fórmula de decisión que se ilustra a continuación.

Hipótesis de normalidad:

H_0 : La distribución de la muestra sigue una distribución normal

H1: La distribución de la muestra no sigue una distribución normal

Regla de decisión

Si Sig. $P < 0.05$ = Rechazo H_0

Si Sig. $P > 0.05$ = Acepto H_0

Regla de Correspondencia

$N < 50$ = Shapiro – Wilk

$N > 50$ = Kolmogorov - Smirnov

En base la hipótesis específica de: Las propiedades mecánicas de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022. Se plantean 3 hipótesis para la prueba de normalidad basadas en los 3 parámetros de análisis de las propiedades de los pavimentos de hormigón, Compresión, Flexión y Tracción.

H1: La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

H2: Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimos para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

H3: Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

4.2.1. Prueba de Hipótesis H1_Compresión

H0: La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte no son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

H1: La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

La prueba de normalidad realizada a los análisis del pavimento de hormigón reforzado cuenta con un total de 10 resultados cada uno dependiendo según la cantidad de fibra de acero Dramix 3D añadido los cuales van desde el concreto patrón el cual no cuenta con ninguna cantidad de fibra de acero, a concreto con un 3%, 5% y 8% de fibra de acero Dramix 3D.

Tabla 20

Prueba de normalidad de Compresión

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---------------------------------|----|--------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resultados del ensayo a compresión del concreto patrón | 0,207 | 10 | 0,200* | 0,875 | 10 | 0,113 |
| Resultados del ensayo a compresión del concreto con 3 % Dramix 3D | 0,229 | 10 | 0,148 | 0,892 | 10 | 0,018 |
| Resultados del ensayo a compresión del concreto con 5 % Dramix 3D | 0,262 | 10 | 0,051 | 0,785 | 10 | 0,010 |
| Resultados del ensayo a compresión del concreto con 8% Dramix 3D | 0,205 | 10 | 0,200* | 0,827 | 10 | 0,030 |

Nota: Esta tabla muestra los resultados de la prueba de normalidad presentados en la tabla 20, se procede a escoger la prueba de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor a 50, en donde podemos observar que un nivel de significancia del 0,113 lo que nos indica que se acepta la hipótesis nula H_0 : “La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzado con concreto patrón en superficies para el transporte no son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. No obstante, en la segunda hipótesis se obtiene como resultado un nivel de normalidad de 0,018, siendo este menor a 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H_1 :” La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 3% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. De igual forma se acepta la hipótesis H_1 : “La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 5% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022” ya que se obtuvo un 0,010 en la prueba de normalidad. Y por último se obtuvo un total de 0,030 en la prueba de normalidad para la hipótesis H_1 : “La resistencia de compresión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 8% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. Dando como conclusión que para el concreto patrón la prueba de normalidad se aceptó la hipótesis nula con un 0,113, mientras que para las hipótesis con 3%, 5% y 8% de fibra de acero se obtuvo un 0,018, 0,010 y 0,030 respectivamente aceptándose de esta forma las 3 hipótesis alternativa.

4.2.2. Prueba de Hipótesis H_2 _Flexión

H_0 : Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte no son óptimos para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

H1: Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimos para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

Tabla 21

Prueba de normalidad de Flexión

| | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--|--------------------|----|--------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resultados del ensayo a Flexión del concreto patrón | 0,197 | 9 | 0,200* | 0,873 | 9 | 0,133 |
| Resultados del ensayo a Flexión del concreto con 3 % Dramix 3D | 0,172 | 9 | 0,200* | 0,917 | 9 | 0,036 |
| Resultados del ensayo a Flexión del concreto con 5 % Dramix 3D | 0,191 | 9 | 0,200* | 0,885 | 9 | 0,017 |
| Resultados del ensayo a Flexión del concreto con 8% Dramix 3D | 0,225 | 9 | 0,200* | 0,854 | 9 | 0,008 |

Nota: Esta tabla muestra los resultados de la prueba de normalidad presentados en la tabla 21, se procede a escoger la prueba de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor a 50, en donde podemos observar que un nivel de significancia del 0,133 lo que nos indica que se acepta la hipótesis nula H0: “Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzado con concreto patrón en superficies para el transporte no son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. No obstante, en la segunda hipótesis se obtiene como resultado un nivel de normalidad de 0,036, siendo este menor a 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H1:” Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 3% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. De igual forma se acepta la hipótesis H1: “Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 5% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022” ya que se obtuvo un 0,017 en la prueba de normalidad. Y por último se obtuvo un total de 0,008 en la prueba

de normalidad para la hipótesis H1: “Los módulos de rotura de flexión de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 8% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. Dando como conclusión que para el concreto patrón la prueba de normalidad se aceptó la hipótesis nula con un 0,133, mientras que para las hipótesis con 3%, 5% y 8% de fibra de acero se obtuvo un 0,036, 0,017 y 0,008 respectivamente aceptándose de esta forma las 3 hipótesis alternativa.

4.2.3. Prueba de Hipótesis H3_Tracción

H3: Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte no son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

H3: Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022.

Tabla 22

Prueba de normalidad de Tracción

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---------------------------------|----|--------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resultados del ensayo a tracción del concreto patrón | 0,175 | 9 | 0,200* | 0,892 | 9 | 0,208 |
| Resultados del ensayo a tracción del concreto con 3 % Dramix 3D | 0,173 | 9 | 0,200* | 0,882 | 9 | 0,026 |
| Resultados del ensayo a tracción del concreto con 5 % Dramix 3D | 0,216 | 9 | 0,200* | 0,839 | 9 | 0,047 |
| Resultados del ensayo a tracción del concreto con 8% Dramix 3D | 0,209 | 9 | 0,200* | 0,881 | 9 | 0,016 |

Nota: Esta tabla muestra los resultados de la prueba de normalidad presentados en la tabla 22, se procede a escoger la prueba de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor a 50, en donde podemos observar que un nivel de significancia del 0,208 lo que nos indica que se acepta la hipótesis nula H_0 : “Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzado con concreto patrón en superficies para el transporte no son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. No obstante, en la segunda hipótesis se obtiene como resultado un nivel de normalidad de 0,026, siendo este menor a 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H_1 :” Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 3% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. De igual forma se acepta la hipótesis H_1 : “Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 5% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022” ya que se obtuvo un 0,047 en la prueba de normalidad. Y por último se obtuvo un total de 0,016 en la prueba de normalidad para la hipótesis H_1 : “Las resistencias de tracción de los pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero 8% Dramix en superficies para el transporte son óptimas para utilizar en Lima Metropolitana – Distrito de Chorrillos, 2022”. Dando como conclusión que para el concreto patrón la prueba de normalidad se aceptó la hipótesis nula con un 0,208, mientras que para las hipótesis con 3%, 5% y 8% de fibra de acero se obtuvo un 0,026, 0,047 y 0,016 respectivamente aceptándose de esta forma las 3 hipótesis alternativa.

4.3. Prueba de homogeneidad de Varianza

Tabla 23

Prueba de Homogeneidad de Varianza

| | | Estadístico de Levene | gl 1 | gl 2 | Sig. |
|------------|--|--------------------------|------|------|-------|
| Compresión | Se basa en la mediana | 1,569 | 1 | 20 | 1,978 |
| | Se basa en la mediana | ,586 | 1 | 20 | ,845 |
| | Se basa en la mediana y gl ajustado | ,586 | 1 | 20 | ,150 |
| | Se basa en la media recortada | 1,035 | 1 | 20 | ,484 |
| | Se basa en la mediana | 3,279 | 1 | 18 | 2,456 |
| Flexión | Se basa en la mediana | ,843 | 1 | 18 | ,808 |
| | Se basa en la mediana y gl ajustado | ,843 | 1 | 18 | ,317 |
| | Se basa en la media recortada | 2,064 | 1 | 18 | 0,264 |
| | Se basa en la mediana | 1,890 | 1 | 18 | 2,089 |
| | Se basa en la mediana | ,646 | 1 | 18 | 0,888 |
| Tracción | Se basa en la mediana y gl ajustado | ,646 | 1 | 18 | ,444 |
| | Se basa en la media recortada | 1,534 | 1 | 18 | ,806 |

Nota: Esta tabla muestra la Prueba aplicada para determinar la homogeneidad de varianzas se reporta como resultado destacable que el p - valor es mayor que 0.05 para cada uno de los análisis y variables consideradas en el estudio, lo cual nos permite sostener que las varianzas de las resistencias a la compresión, los módulos de rotura de flexión y la resistencia a la tracción correspondiente al pavimento de hormigón reforzados a un nivel de 3%, 5% y 8% de fibra de acero, son homogéneas.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

El objetivo del estudio actual fue determinar el concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm² añadiendo fibra de acero Dramix 3D en proporciones de 3%, 5% y 8% en relación al peso del cemento para lo cual en peso es 14.12 kg, 21.18 kg y 28.24 kg respectivamente, con la ya mencionada incorporación en la preparación de la mezcla se elaboraron probetas y vigas para poder realizar los ensayos requerido (compresión, flexión y tracción) donde se busca hallar si influencia en sus propiedades mecánicas del concreto; para poder calcular esta influencia se realizaron los ensayos de compresión, flexión y tracción para el ensayo de compresión las probetas que se requirieron tuvieron dimensiones de 6” x 12” y con respecto a la viga sus dimensiones fueron 6” x 6” x 21”, los resultados obtenidos fueron de forma experimental, resolver los problemas planteados y de igual forma contrastar la hipótesis generada para el trabajo.

Los resultados hallados de forma experimental que se desarrollaron en el laboratorio nos demuestran que la adición de 3%, 5% y 8% de fibra de acero Dramix 3D influye beneficiosamente dando mayor consistencia y generando también la mejora de la resistencia frente a esfuerzos generados a compresión, flexión y tracción.

Los datos generados a partir del análisis realizado al concreto en cuanto a compresión son los siguientes: a la edad de 7 días el esfuerzo de la rotura de probeta que contiene 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 3.73%, de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 13.74% y 18.59%, respectivamente. Con respecto a la edad de 14 días la probeta que contiene el 3%, 5%, 8 % de fibra de acero Dramix 3D con

porcentajes de 3.13%, 4.17% y 11.65% respectivamente. Con respecto a la edad de 28 días la probeta que contiene el 3%, 5%, 8 % de fibra de acero Dramix 3D con porcentajes de 4.22%, 8.21% y 12.11% respectivamente. Se dedujo que las fibras de acero Dramix 3D influye en la resistencia de las probetas al ensayo de compresión.

Los datos generados a partir del análisis realizado al concreto en cuanto a flexión son los siguientes: a la edad de 7 días el esfuerzo de la rotura de probeta que contiene 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 4.59%, de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 9.77% y 14.42%, respectivamente. Con respecto a la edad de 14 días la probeta que contiene el 3%, 5%, 8 % de fibra de acero Dramix 3D con porcentajes de 7.76%, 11.21% y 13.63% respectivamente. Con respecto a la edad de 28 días la probeta que contiene el 3%, 5%, 8 % de fibra de acero Dramix 3D con porcentajes de 5.04%, 7.38% y 15.04% respectivamente. Se dedujo que las fibras de acero Dramix 3D influye en la resistencia de las probetas al ensayo de compresión.

Los datos generados a partir del análisis realizado al concreto en cuanto a tracción son los siguientes: a la edad de 7 días el esfuerzo de la rotura de probeta que contiene 3% de fibra de acero Dramix 3D es mayor en un 1.81%, de igual forma con la adición del 5% y 8% de fibra de acero con porcentajes de 4.01% y 8.28%, respectivamente. Con respecto a la edad de 14 días la probeta que contiene el 3%, 5%, 8 % de fibra de acero Dramix 3D con porcentajes de 2.26%, 5.94% y 8.72% respectivamente. Con respecto a la edad de 28 días la probeta que contiene el 3%, 5%, 8 % de fibra de acero Dramix 3D con porcentajes de 2.74%,

8.48% y 11.91% respectivamente. Se dedujo que las fibras de acero Dramix 3D influye en la resistencia de las probetas al ensayo de compresión.

Según la tesis de Valencia Castro y Quintana Cruz (2016), los estudios sobre el uso de fibras de acero en diversas proporciones analizan y comparan internacionalmente un hormigón simple no saturado con fibras de acero con un hormigón que contiene 12% y 14% de fibras. Encuentran resultados prometedores en ensayos de compresión simple, donde el hormigón con 14% ha mejorado en su resistencia a la compresión en un 13,65%, además de llegar a la conclusión de que la probeta está experimentando los efectos de las fibras de acero. Si bien estamos de acuerdo en que el asentamiento de la probeta cambió de frágil a dúctil como resultado de que las fibras de alambre dieron al hormigón esa propiedad, el aumento de la resistencia a la compresión es coherente con los resultados de este estudio. Robalino y López (2017) realizaron cálculos similares para determinar qué cantidad de fibras de acero debe añadirse al hormigón para mejorar su capacidad de resistir la compresión. Según esta investigación, la adición de fibra de acero al hormigón aumentaba su capacidad para resistir la compresión hasta en un 5,99 %, al tiempo que aumentaba su capacidad para resistir la flexión en un 35 %. Sin embargo, los resultados del esfuerzo para lograr la compresión y los resultados obtenidos mediante la flexión y la disminución de la capacidad de compresión coinciden. Beltrán Bermúdez (2020) también evaluó el comportamiento del hormigón con una $f'c = 21\text{Mpa}$ y adiciones de 3%, 5% y 8% de residuos de fibras de acero industrial. Encontró que la trabajabilidad del concreto disminuía como resultado de su mal desempeño en resistencia a la compresión y flexión. Por lo tanto, era inadecuado para su uso. Aguirre

(2021) realizó un análisis en el ámbito nacional utilizando 20 kg y 30 kg de fibra de acero por metro cúbico de hormigón. Como valores de la variación mecánica del diseño, los hallazgos fueron consistentes con este estudio, con un aumento en la resistencia a flexión de hasta 64,43% y 91,33%, respectivamente, mientras que la compresión disminuyó a 5,15% y 2,72%, respectivamente. Por ello, Morán y Huerta (2020) sugieren mejorar los atributos mecánicos del hormigón para que pueda ser utilizado en pavimentos rígidos. Con la $f'c = 350$ kg/cm² de nuestro hormigón y la adición de 15 kg/m³ de hormigón, realizaron ensayos de compresión y flexión con este fin, con resultados positivos que mostraron una mejora de hasta el 13% respecto al hormigón típico sin fibra de acero Dramix 4d. Además, en su tesis de 2016, Condori sugirió estudiar cómo afecta la composición del 1% de fibra de acero Dramix al comportamiento a flexión. Los resultados de este análisis revelaron que el esfuerzo de compresión de la fibra de acero convencional y de la fibra de acero Dramix, respectivamente, fue de 232,09 kg/cm² y 267,87 kg/cm². En el análisis se utilizó un valor específico de $f'c = 210$ kg/cm². Como consecuencia, el Dramix aumenta un 15,42%, y los ensayos de flexión en hormigón con un 1% de Dramix añadido dan como resultado una presión de 4,31 MPa, que es aproximadamente el doble que la del objeto de referencia. Este resultado es coherente con lo que descubrimos durante nuestro estudio. Aunque la compresión es comparativamente menor, podemos deducir que la adición adecuada de fibras 4D Dramix favorece la mejora de la resistencia a la flexión del hormigón.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Las características físicas, en cuanto la descripción de los componentes del pavimento de hormigón reforzado no varía, tan solo el único factor que se altera es la cantidad fibra de acero Dramix 3D que se le añade.
- Con respecto a las propiedades mecánicas, las resistencias de los ensayos a compresión, flexión y tracción realizados se ejecutaron de manera favorable, teniendo como diseño una resistencia de concreto de 210 kg/cm^2 , a ello la adición de fibra de acero Dramix 3D en porcentaje de 3%, 5% y 8%, donde las probetas y vigas de concreto patrón alcanzaron esfuerzos a compresión f'_c (kg/cm^2) de 166.33; 192.17 y 220.15; así también con la flexión de 27.67; 31.67 y 37.67 y de igual forma la tracción de 19.93, 21.63 y 24.87, esto a las edades de 7; 14 y 28 días. Mientras que las muestras con la incorporación de fibra de acero Dramix 3D en porcentaje de 3%, 5% y 8% alcanza resistencias a compresión de 172.77 kg/cm^2 , 198.37 kg/cm^2 y 229.85 kg/cm^2 ; 192.83 kg/cm^2 , 201.67 kg/cm^2 y 239.85 kg/cm^2 ; y 204.3 kg/cm^2 , 217.5 kg/cm^2 y 250.48 kg/cm^2 ; respectivamente, mientras que a flexión de 29.00 kg/cm^2 , 34.33 kg/cm^2 y 39.67 kg/cm^2 ; 30.67 kg/cm^2 , 35.67 kg/cm^2 y 40.67 kg/cm^2 ; y 32.33 kg/cm^2 , 36.67 kg/cm^2 y 44.33 kg/cm^2 y mientras que la tracción consta de un 20.30 kg/cm^2 , 22.13 kg/cm^2 y 25.57 kg/cm^2 ; 20.77 kg/cm^2 , 23.00 kg/cm^2 y 27.17 kg/cm^2 ; y 21.73 kg/cm^2 , 23.70 kg/cm^2 y 28.23 kg/cm^2 .

Donde el aumento del nivel de resistencia a la compresión se puede contemplar claramente en los ensayos los cuales con la cantidad del 3% de fibra de acero Dramix 3D se contempló

una mejora del 3.73% para los primeros 7 días, 3.13% a los 14 y 4.22% a los 28 días respecto al concreto patrón. Además de ello se halló que con una cantidad de 5% de fibra de acero hubo una mejora del 13.74% para los primeros 7 días, 4.71% a los 14 y 8.21% a los 28 días. Y con una cantidad de 8% de fibra de acero 18.59% para los primeros 7 días, 11.65% a los 14 y 12.11% a los 28 días. En cuanto a la resistencia por flexión con la cantidad del 3% de fibra de acero Dramix 3D se contempló una mejora del 4.59% para los primeros 7 días, 7.76% a los 14 y 5.04% a los 28 días respecto al concreto patrón. Además de ello se halló que con una cantidad de 5% de fibra de acero hubo una mejora del 9.77% para los primeros 7 días, 11.21% a los 14 y 7.38% a los 28 días. Y con una cantidad de 8% de fibra de acero 14.42% para los primeros 7 días, 13.63% a los 14 y 15.04% a los 28 días. Y en cuanto a la resistencia por tracción con la cantidad del 3% de fibra de acero Dramix 3D se contempló una mejora del 1.81% para los primeros 7 días, 2.26% a los 14 y 2.74% a los 28 días respecto al concreto patrón. Además de ello se halló que con una cantidad de 5% de fibra de acero hubo una mejora del 4.01% para los primeros 7 días, 5.94% a los 14 y 8.48% a los 28 días. Y con una cantidad de 8% de fibra de acero 8.28% para los primeros 7 días, 8.72% a los 14 y 11.91% a los 28 días.

- Los componentes estructurales del pavimento del hormigón son limitados por las siguientes partes, empezando por el agua, el cemento, el agregado fino el agregado grueso, dichos componentes no se alteran no obstante el componente que se varía es el acero Dramix 3D el cual varía en un 3%, 5% y 8% el total del peso de la mezcla.

- La metodología utilizada para el diseño de la presente investigación viene dada por la Guía AASHTO 93 la cual plantea acertadamente el diseño de estructurales del pavimento del hormigón, de la cual se hizo referencia además de la aplicación de las respectivas fórmulas para el correcto desarrollo.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda que el diseño de la mezcla de ASTM D75 tenga en cuenta los materiales adecuados. Esto es necesario para obtener resultados, ya que estos elementos influyen directamente en las tensiones a las que se somete el hormigón para el diseño previsto, tanto en compresión como en flexión.
- Dado que los pavimentos rígidos fabricados con fibras de acero Dramix 3D pueden costar hasta un 18% menos que los pavimentos rígidos fabricados con hormigón convencional, se aconseja que las entidades estatales de la región lleven a cabo estudios técnicos o iniciativas relacionadas con estos pavimentos rígidos.
- Para diseños de pavimentos rígidos expuestos a tráfico pesado, se aconseja la adición de fibras de acero Dramix 3D para proporcionar una mayor resistencia a la tensión.
- Se recomienda romper las probetas de hormigón después de haberlas sacado del agua a fin de adquirir su máxima resistencia para el ensayo de compresión. Romper las probetas en seco puede afectar a su resistencia.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la investigación científica*. Editorial Episteme.
- Calo, D. y Polzinetti, M. (2016). Manual de pavimentos urbanos de hormigón. Instituto del Cemento Portland Argentino. https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Manual_Pavimentos_Urbanos_de_Hormigon.pdf
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Editorial McGraw-Hill Interamericana
- Hurtado, J. (2012). *El proyecto de investigación: Comprensión holística de la metodología e investigación*. Ediciones Quirón.
- Faisal A., N., Hasanah, W., Zulpatah, M., Zakariah, G. & Frederick, J. (2019). Mechanical properties of steel fibres reinforced concrete. The European Proceedings of Multidisciplinary Sciences EpMS, 12(61), 615-622. <https://doi.org/10.15405/epms.2019.12.61>
- Farfán C., M., Pinedo D., D., Araujo N., J. y Orbegoso A., J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. Revista Gaceta Técnica, 20(2), 4-13. <file:///D:/Dialnet-FibrasDeAceroEnLaResistenciaALaCompresionDelConcre-7074366.pdf>
- Ministerio de Transporte. (2020). Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito. Instituto Nacional de Vías-Colombia. <https://inteinsapavimentos.com.co/wp-content/uploads/2020/07/Manual-Pavimentos-Flexibles-INVIAS-Altos-Volumenes-de-Tra%CC%81nsito.pdf>

- Mármol, P. (2010). *Hormigones con fibra de acero características mecánicas*. [Tesis de Maestría]. Universidad Politécnica de Madrid. Repositorio académico de la universidad. http://oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf
- Mendoza V., J., Vásquez, A. y Villa A., M. R. (2012). Análisis del refuerzo residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas. (Tesis de Especialización, Universidad Militar de Nueva Granada). <http://143448523.pdf>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2006, 10 de febrero). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (Proyecto). Dirección de Normatividad Vial. <https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf>
- Miranda, C. y Rado, E. (2019). *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac*. [Tesis de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Repositorio académico de la universidad. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628106/Rado_MM.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Montalvo, M. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*. [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Repositorio académico de la universidad. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6117>
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Universidad Católica de

Colombia.

Montoya, K. (2010). *Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos*. [Tesis de grado]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Repositorio académico de la universidad. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4653/1/Kevin%20Estuardo%20Montoya%20Valdez.pdf>

Ramos, H. (2012). *Aplicación de Fibras Estructurales a los Pilotes tipo CPI 8*. [Tesis de Maestría]. Universidad Politécnica de Catalunya. Repositorio académico de la universidad. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15822/Tesis_Ramos.pdf

Sánchez, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bhandar Editores.

Sotil, A., y Zegarra, J. (2015). *Análisis Comparativo del Comportamiento del Concreto sin Refuerzo, Concreto Reforzado con Fibras de Acero Wirand®FF3 y Concreto Reforzado con Fibras de Acero Wirand®FF4 aplicado a Losas Industriales de Pavimento Rígido*. [Tesis de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Repositorio académico de la universidad. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616>

Vargas, G. y Yataco, A. (2020). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos*. [Tesis de grado]. Universidad Ricardo

Palma. Repositorio académico de la universidad.

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3678>

Vega, G. (2016). Revisión del empleo de fibras de acero en hormigones autocompactantes.

Anales de Edificación, 2(3), 41-51. Doi: 10.20868/ade.2016.3471

ANEXOS

Anexo 01: Certificado del ensayo análisis granulométrico agregado fino



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------|---------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO | Código FOR-LTC-AG-001 | Revisión 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA - Datos de laboratorio
SOLICITANTE - Juan Carlos Orué Rojas
TESIS - "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022"

UBICACIÓN - LIMA, PERÚ

MATERIAL - Agregado fino
PESO INICIAL HUMEDO (g) 633.1
PESO INICIAL SECO (g) 626.7

CANTERA: TRAPICHE
% W = 1.0
MF = 2.88

Fecha de ensayo: 17/02/2023

| MALLAS | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO | | % ACUMULADOS | | ESPECIFICACIONES ASTM C 33 |
|--------|---------------|-------------------|------|--------------|--------|----------------------------|
| | | (g) | (%) | Retenido | Pasa | |
| 1/2" | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/8" | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 |
| Nº4 | 4.75 | 3.0 | 1.3 | 1.3 | 98.7 | 85 - 100 |
| Nº5 | 2.35 | 111.7 | 17.8 | 19.1 | 80.9 | 85 - 100 |
| Nº 10 | 1.9 | 137.1 | 21.9 | 41.0 | 59.0 | 50 - 85 |
| Nº 30 | 0.60 | 138.2 | 22.1 | 63.1 | 36.9 | 25 - 60 |
| Nº 50 | 0.30 | 78.2 | 12.5 | 75.6 | 24.4 | 05 - 30 |
| Nº 100 | 0.15 | 79.9 | 12.7 | 88.3 | 11.7 | 0 - 10 |
| FONDO | | 73.6 | 11.7 | 100.0 | 0.0 | 0 - 0 |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|---|
| <p>Elaborado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES</p> | <p>Revisado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741</p> | <p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 02: Certificado del ensayo de análisis granulométrico agregado grueso



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO | Código | FOR-LTC-AG-002 |
| | | Revisión | I |
| | | Aprobado | CC-JJ |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

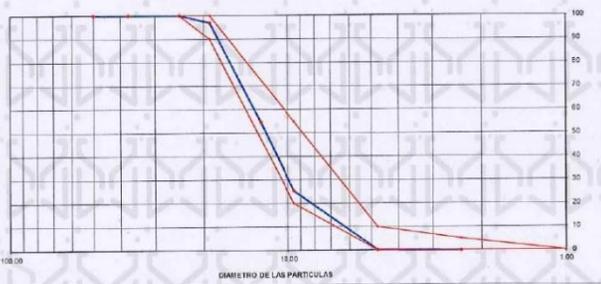
REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas
TESSIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022"

UBICACION : LIMA, PERU Fecha de ensayo: 17/02/2023

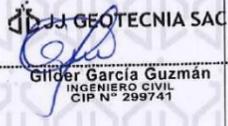
MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERAL TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g) : 4,324.10 % W = 0.2
PESO INICIAL SECO (g) : 4,317.30 MF = 6.78

| MALLAS | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO | | % ACUMULADOS | | ESPECIFICACIONES HUSO # 07 |
|--------------|---------------|-------------------|------|--------------|-------|----------------------------|
| | | (g) | (%) | Retenido | Passa | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| 1 1/2" | 37.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | |
| 1" | 24.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 |
| 3/4" | 19.00 | 135.9 | 3.1 | 3.1 | 96.9 | 90 - 100 |
| 1/2" | 12.50 | 1,825.1 | 42.3 | 45.4 | 54.6 | 20 - 55 |
| 3/8" | 9.50 | 1,259.0 | 29.2 | 74.6 | 25.4 | 0 - 10 |
| Nº 4 | 4.75 | 1,088.0 | 25.2 | 99.8 | 0.2 | 0 - 5 |
| Nº 6 | 2.50 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | |
| Nº 16 | 1.18 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | |
| CONDICIONADO | | 3.1 | 0.1 | | | |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  VºBº Jefe de Laboratorio |  Glicer García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos |  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 03: Certificado del ensayo peso unitarios (F, G o G1b)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o G1b) | Código | FOR-LTC-AG-018 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

| | |
|--|------------------------------------|
| REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas TESIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" UBICACIÓN : LIMA, PERU | Fecha de ensayo: 17/02/2023 |
|--|------------------------------------|

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE

| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| 1. Peso de la Muestra + Molde | g | 30740 | 30694 |
| 2. Peso del Molde | g | 9800 | 9800 |
| 3. Peso de la Muestra (1 - 2) | g | 20940 | 20894 |
| 4. Volumen del Molde | cc | 13950 | 13950 |
| 5. Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.501 | 1.498 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | g/cc | 1.499 | |

| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|---|-------|-------|-------|
| 1. Peso de la Muestra + Molde | g | 32491 | 32422 |
| 2. Peso del Molde | g | 9800 | 9800 |
| 3. Peso de la Muestra (1 - 2) | g | 22691 | 22622 |
| 4. Volumen del Molde | cc | 13950 | 13950 |
| 5. Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | 1.627 | 1.622 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | g/cc | 1.625 | |

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por:  JJ GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MATERIALES | Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 04: Certificado del ensayo peso unitario



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| |
|-------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |
|-------------------------------------|

| |
|--|
| CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO |
|--|

| | |
|----------|----------------|
| Código | FOR-LAB-AG-015 |
| Revisión | 1 |
| Aprobado | CC-JJ |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas
TESIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022"
UBICACIÓN : LIMA, PERU **Fecha de ensayo:** 17/02/2023

| MATERIAL | AGREGADO FINO | CANTERA | TRAPICHE | | | |
|--|--|---------|----------|-------|-------|-------|
| | | | | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
| MUESTRA N° | | | | | | |
| 1 | Peso de la Muestra + Molde | g | | 6442 | 6468 | 6431 |
| 2 | Peso del Molde | g | | 2363 | 2363 | 2363 |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2) | g | | 4079 | 4105 | 4068 |
| 4 | Volumen del Molde | cc | | 2760 | 2760 | 2760 |
| 5 | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | | 1.478 | 1.487 | 1.474 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | | | | g/cc | 1.480 | |
| | | | | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
| MUESTRA N° | | | | | | |
| 1 | Peso de la Muestra + Molde | g | | 7307 | 7299 | 7291 |
| 2 | Peso del Molde | g | | 2363 | 2363 | 2363 |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2) | g | | 4944 | 4936 | 4928 |
| 4 | Volumen del Molde | cc | | 2760 | 2760 | 2760 |
| 5 | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | | 1.791 | 1.788 | 1.786 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | | | | g/cc | 1.788 | |

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  [Firma] |  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 |  [Firma] |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 05: Certificado del ensayo gravedad especifica de sólidos



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS | Código FOR-LAB-MS-009 Revisión 1 Aprobado CC-JJ |
|-------------------------------------|---|---|

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

| | |
|--|------------------------------------|
| REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas TESIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" UBICACION : LIMA, PERU | Fecha de ensayo: 17/02/2023 |
|--|------------------------------------|

| | | |
|----------------------------|--------------------|--|
| MATERIAL : AGREGADO GRUESO | CANTERA : TRAPICHE | |
|----------------------------|--------------------|--|

| MUESTRA N° | | | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO |
|------------|---|------|--------|--------|----------|
| 1 | Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A | g | 1597.0 | 1592.0 | 1594.5 |
| 2 | Peso muestra Sat. Sup. Seca B | g | 2539.0 | 2520.0 | 2529.5 |
| 3 | Peso muestra Seca C | g | 2510.0 | 2497.0 | 2503.5 |
| 4 | Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A | g/cc | 2.70 | 2.70 | 2.70 |
| 5 | Peso específico de masa = C/B-A | g/cc | 2.66 | 2.67 | 2.67 |
| 6 | Peso específico aparente = C/C-A | g/cc | 2.75 | 2.76 | 2.75 |
| 7 | Absorción de agua = (B - C)/C*100 | % | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  VOB JEFE DE LABORATORIO | Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL SIP N° 289741 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA |
|---|--|---|

Anexo 06: Certificado del ensayo peso específico y absorción



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--------|----------------|----------|---|----------|-------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Código</td> <td>FOR-LAB-AG-013</td> </tr> <tr> <td>Revisión</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Aprobado</td> <td>CC-JJ</td> </tr> </table> | Código | FOR-LAB-AG-013 | Revisión | 1 | Aprobado | CC-JJ |
| Código | FOR-LAB-AG-013 | | | | | | | |
| Revisión | 1 | | | | | | | |
| Aprobado | CC-JJ | | | | | | | |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

| | |
|--|------------------------------------|
| REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas TESIS : Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022 UBICACION : LIMA, PERU | Fecha de ensayo: 17/02/2023 |
|--|------------------------------------|

| | |
|--------------------------|--------------------|
| MATERIAL : AGREGADO FINO | CANTERA : TRAPICHE |
|--------------------------|--------------------|

| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO |
|--|-------|-------|----------|
| 1 Peso de la Arena S.S.S + Peso Balón + Peso de Agua | g | 981.7 | 982.9 |
| 2 Peso de la Arena S.S.S + Peso Balón | g | 671.1 | 670.5 |
| 3 Peso del Agua (W = 1 - 2) | g | 310.6 | 312.4 |
| 4 Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón | g/oc | 665.1 | 665.10 |
| 5 Peso del Balón N° 2 | g/oc | 171.1 | 170.5 |
| 6 Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5) | g/oc | 494 | 494.6 |
| 7 Volumen del Balón (V = 500) | cc | 497.9 | 498.1 |

| RESULTADOS | M - 1 | M - 2 | PROMEDIO |
|--|-------|-------|----------|
| PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W)) | g/oc | 2.64 | 2.66 |
| PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W)) | g/oc | 2.67 | 2.69 |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)) (500-A) | g/oc | 2.72 | 2.74 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/W*100] | % | 1.2 | 1.1 |

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|---|---|
| Elaborado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 07: Certificado del ensayo diseño de la mezcla de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | Código | FOR-LAB-CO-001 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |
| | | Fecha | 10/08/2018 |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

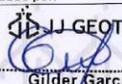
| | |
|--|------------------------------------|
| REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas TESIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" UBICACION : LIMA, PERU | Fecha de ensayo: 20/02/2023 |
|--|------------------------------------|

| MATERIAL | Fc 210 kg/cm ² | | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ |
|------------------------------------|---------------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | PESO ESPECÍFICO g/cc | MÓDULO FINEZA | | | | |
| CEMENTO ANDINO TIPO I | 3.15 | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.65 | 2.98 | 1.0 | 1.2 | 1480.0 | 1788.0 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.67 | 6.78 | 0.2 | 1.2 | 1489.0 | 1625.0 |

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

| | | |
|---|---------|---------------------------------------|
| A) VALORES DE DISEÑO | | |
| 1. ASENTAMIENTO | | 5.12 pulg |
| 2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | | 3/4" |
| 3. RELACION AGUA CEMENTO | | 0.652 |
| 4. AGUA | | 230 |
| 5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | 2.0 |
| 6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | 0.37 |
| B) ANÁLISIS DE DISEÑO | | |
| FACTOR CEMENTO | 353.000 | Kg/m ³ |
| Volumen absoluto del Agregado fino | | 0.1121 m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | | 0.2300 m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agua | | 0.0200 m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Aire | | 0.0000 m ³ /m ³ |
| VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | |
| Volumen absoluto del Agregado fino | | 0.2787 m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | | 0.3710 m ³ /m ³ |
| SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | 1.012 |
| C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | |
| CEMENTO | 353 | Kg/m ³ |
| AGUA | 230 | Lts/m ³ |
| AGREGADO FINO | 739 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | 991 | Kg/m ³ |
| PESO DE MEZCLA | 2312 | Kg/m ³ |
| D) CORRECCION POR HUMEDAD | | |
| AGREGADO FINO HUMEDO | 745.9 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | 992.9 | Kg/m ³ |
| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | |
| AGREGADO FINO | 0.20 | Lts/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | 1.00 | Lts/m ³ |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | 241.4 Lts/m ³ |
| F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | |
| CEMENTO | 353 | Kg/m ³ |
| AGUA | 241 | Lts/m ³ |
| AGREGADO FINO | 746 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | 993 | Kg/m ³ |
| PESO DE MEZCLA | 2333 | Kg/m ³ |
| G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 Lts) | | |
| CEMENTO | 18.30 | Kg |
| AGUA | 12.55 | Lts |
| AGREGADO FINO | 38.79 | Kg |
| AGREGADO GRUESO | 51.81 | Kg |

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo) | PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo) | |
| C 1.0 | C 1.0 | |
| A.F 2.11 | A.F 2.14 | |
| A.G 2.91 | A.G 2.91 | |
| H2O 25.32 Kg | H2O 25.32 Lt | |

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por:  JJ GEOTECNIA SAC Vº BP Jefe de Laboratorio | Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL QIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|---|---|

Anexo 08: Certificado del ensayo diseño de mezcla de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

| |
|-------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |
|-------------------------------------|

| |
|---|
| CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO |
|---|

| | |
|----------|----------------|
| Código | FOR-LAB-CO-001 |
| Revisión | 1 |
| Aprobado | CC-JJ |
| Fecha | 1/06/2018 |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Juan Carlos Orúe Rojas
TESIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022"

UBICACION : LIMA PERU Fecha de ensayo: 20/02/2023

| MATERIAL | PESO ESPECIFICO g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ |
|------------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| CEMENTO ANDINO TIPO I | 3.15 | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.65 | 2.88 | 1.0 | 1.2 | 1480.0 | 1788.0 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.67 | 6.78 | 0.2 | 1.2 | 1499.0 | 1625.0 |

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

| | | | | | | |
|---|--|---------|--|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| A) VALORES DE DISEÑO | | | | | | |
| 1 | ASENTAMIENTO | | | 5.14 | pulg | |
| 2 | TAMANO MAXIMO NOMINAL | | | 3/4" | | |
| 3 | RELACION AGUA CEMENTO | | | 0.652 | | |
| 4 | AGUA | | | 230 | | |
| 5 | TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | | | 2.0 | | |
| 6 | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | | 0.37 | | |
| B) ANALISIS DE DISEÑO | | | | | | |
| | FACTOR CEMENTO | 353.000 | | Kg/m ³ | 8.3 | lbs/m ³ |
| | Volumen absoluto del cemento | | | 0.1121 | m ³ /m ³ | |
| | Volumen absoluto del Agregado grueso | | | 0.2300 | m ³ /m ³ | |
| | Volumen absoluto del Aire | | | 0.0260 | m ³ /m ³ | 0.382 |
| | VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | 0.2767 | m ³ /m ³ | 0.650 |
| | Volumen absoluto del Agregado fino | | | 0.3710 | m ³ /m ³ | 1.012 |
| | SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | | | |
| C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | | | | | |
| | CEMENTO | 353 | | Kg/m ³ | | |
| | AGUA | 230 | | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO FINO | 739 | | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | 991 | | Kg/m ³ | | |
| | FIBRA DRAMIX 3D (dosis 4% del peso de cemento) | 14.12 | | Kg/m ³ | | |
| D) PESO DE MEZCLA | | | | 2326 | Kg/m ³ | |
| CORRECCION POR HUMEDAD | | | | 745.9 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO FINO HUMEDO | | | | 992.6 | Kg/m ³ | |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | | | | | | |
| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | | % | Lts/m ³ | |
| AGREGADO FINO | | | | 0.20 | 1.5 | |
| AGREGADO GRUESO | | | | 1.00 | 9.9 | |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | | | 11.4 | Lts/m ³ |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | | | 241.4 | Lts/m ³ |
| F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | | | | | |
| | CEMENTO | 353 | | Kg/m ³ | | |
| | AGUA | 241 | | Lts/m ³ | | |
| | AGREGADO FINO | 745 | | Kg/m ³ | | |
| | AGREGADO GRUESO | 993 | | Kg/m ³ | | |
| | FIBRA DRAMIX 3D (dosis 4% del peso de cemento) | 14.12 | | Kg/m ³ | | |
| G) PESO DE MEZCLA | | | | 2347 | Kg/m ³ | |
| CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.) | | | | | | |
| | CEMENTO | 16.39 | | Kg | | |
| | AGUA | 12.55 | | Lts | | |
| | AGREGADO FINO | 35.79 | | Kg | | |
| | AGREGADO GRUESO | 51.51 | | Kg | | |
| | FIBRA DRAMIX 3D (dosis 4% del peso de cemento) | 7.34 | | g | | |
| PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo) | | | | | | |
| | C | 1.0 | | | | |
| | A.F | 2.11 | | | | |
| | A.G | 2.91 | | | | |
| | A.G | 26.32 | | | | |
| PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo) | | | | | | |
| | C | 1.0 | | | | |
| | A.F | 2.34 | | | | |
| | A.G | 2.91 | | | | |
| | H2o | 26.32 | | | | |

| |
|---|
| Elaborado por:  Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL ZIP N° 2997451 |
|---|

| |
|--|
| Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL ZIP N° 2997451 |
|--|

| |
|--|
| Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA |
|--|

Anexo 09: Certificado del ensayo diseño de mezcla de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|--------|----------------|----------|---|----------|-------|-------|-----------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-LAB-CO-061</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>1</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-JJ</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>1/06/2018</td></tr> </table> | Código | FOR-LAB-CO-061 | Revisión | 1 | Aprobado | CC-JJ | Fecha | 1/06/2018 |
| Código | FOR-LAB-CO-061 | | | | | | | | | |
| Revisión | 1 | | | | | | | | | |
| Aprobado | CC-JJ | | | | | | | | | |
| Fecha | 1/06/2018 | | | | | | | | | |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Juan Carlos Orúe Rojas
TESIS : "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022"
UBICACIÓN : LIMA, PERU Fecha de ensayo: 20/02/2023

| MATERIAL | f _c 210 kg/cm ² | | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. UNITARIO S. Kg/m ³ | P. UNITARIO C. Kg/m ³ |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | PESO ESPECÍFICO g/cc | MODULO FINESA | | | | |
| CEMENTO ANDINO TIPO I | 3.15 | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.65 | 2.88 | 1.0 | 1.2 | 1480.0 | 1788.0 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.67 | 6.78 | 0.2 | 1.2 | 1499.0 | 1625.0 |

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

| A) VALORES DE DISEÑO | | | |
|----------------------|----------------------------|-------|------|
| 1 | ASENTAMIENTO | 5 | pulg |
| 2 | TAMANO MAXIMO NOMINAL | 3/4" | |
| 3 | RELACION AGUA CEMENTO | 0.452 | |
| 4 | AGUA | 230 | |
| 5 | TOTAL DE AIRE ATRAPADO % | 2.0 | |
| 6 | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | 0.37 | |

| B) ANALISIS DE DISEÑO | | | |
|--------------------------------------|--|---------|--------------------------------|
| FACTOR CEMENTO | | 353.000 | Kg/m ³ |
| Volumen absoluto del cemento | | 0.1121 | m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agua | | 0.2300 | m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Aire | | 0.0200 | m ³ /m ³ |
| | | | 0.362 |
| VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | | |
| Volumen absoluto del Agregado fino | | 0.2787 | m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | | 0.3710 | m ³ /m ³ |
| SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | | 1.012 |

| C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO | | | |
|---|--|-------|-------------------|
| CEMENTO | | 353 | Kg/m ³ |
| AGUA | | 230 | L/m ³ |
| AGREGADO FINO | | 739 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | | 691 | Kg/m ³ |
| FIBRA DRAMIX 3D (dosis 0% del peso de cemento) | | 21.18 | Kg/m ³ |
| PESO DE MEZCLA | | 2333 | Kg/m ³ |

| D) CORRECCION POR HUMEDAD | | | |
|---------------------------|--|-------|-------------------|
| AGREGADO FINO HUMEDO | | 745.6 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | | 950.6 | Kg/m ³ |

| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | | |
|--|--|------|------------------|
| AGREGADO FINO | | 4% | L/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | | 0.20 | 1.6 |
| | | 1.00 | 9.9 |
| | | | 11.4 |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | | 241.4 |

| F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO | | | |
|---|--|-------|-------------------|
| CEMENTO | | 353 | Kg/m ³ |
| AGUA | | 241 | L/m ³ |
| AGREGADO FINO | | 748 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | | 950 | Kg/m ³ |
| FIBRA DRAMIX 3D (dosis 0% del peso de cemento) | | 21.18 | Kg/m ³ |
| PESO DE MEZCLA | | 2354 | Kg/m ³ |

| G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 #) | | | |
|--|--|--------|-----|
| CEMENTO | | 16.35 | Kg |
| AGUA | | 12.55 | Lts |
| AGREGADO FINO | | 35.79 | Kg |
| AGREGADO GRUESO | | 31.91 | Kg |
| FIBRA DRAMIX 3D (dosis 0% del peso de cemento) | | 1101.4 | g |

| PORPORCION EN PESO p ₃ (húmedo) | | PORPORCION EN VOLUMEN p ₃ (húmedo) | |
|--|----------|---|----------|
| C | 1.0 | C | 1.0 |
| A.F | 2.11 | A.F | 2.14 |
| A.G | 2.81 | A.G | 2.81 |
| H ₂ O | 25.32 Kg | H ₂ O | 25.32 LT |

Elaborado por:



JJ GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio

Revisado por:



JJ GEOTECNIA SAC
Gilder García Guzmán
INGENIERO CIVIL
CIP N° 298741
Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Aprobado por:



JJ GEOTECNIA SAC
CONTROL DE CALIDAD
Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Orúe Rojas Juan Carlos

Pág. 85

Anexo 10: Certificado del ensayo diseño de mezcla de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|--------|----------------|----------|---|----------|-------|-------|-----------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-LAB-CO-001</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>1</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-JJ</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>1/08/2018</td></tr> </table> | Código | FOR-LAB-CO-001 | Revisión | 1 | Aprobado | CC-JJ | Fecha | 1/08/2018 |
| Código | FOR-LAB-CO-001 | | | | | | | | | |
| Revisión | 1 | | | | | | | | | |
| Aprobado | CC-JJ | | | | | | | | | |
| Fecha | 1/08/2018 | | | | | | | | | |

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

| | | | | | | |
|--------------------|---|--|--|--|--|--|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | | | | | |
| SOLICITANTE | Juan Carlos Orué Rojas | | | | | |
| TESIS | "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" | | | | | |
| UBICACIÓN | LIMA, PERU | | | | | |
| | Fecha de ensayo: 29/02/2023 | | | | | |

| MATERIAL | Pc 210 kg/cm ² | | HUM. NATURAL % | ABSORCIÓN % | P. LÍQUIDO S. kg/cm ² | P. LÍQUIDO C. kg/cm ² |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | PESO ESPECÍFICO g/cm ³ | MÓDULO FINIZA | | | | |
| CEMENTO ANDINO TIPO I | 3.15 | | | | | |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE | 2.65 | 2.88 | 1.0 | 1.2 | 1480.0 | 1786.0 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.87 | 6.78 | 0.2 | 1.2 | 1459.0 | 1625.0 |

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

| | | |
|---|---------|--------------------------------|
| A) VALORES DE DISEÑO | | |
| 1 ASENTAMIENTO | | 4.34 pulg |
| 2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | | 3/4" |
| 3 RELACION AGUA/CEMENTO | | 0.652 |
| 4 AGUA | | 230 |
| 5 TOTAL DE AGUA ATRAPADO % | | 2.0 |
| 6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO | | 0.37 |
| B) ANALISIS DE DISEÑO | | |
| FACTOR CEMENTO | 353.000 | Kg/m ³ |
| Volumen absoluto de cemento | 0.1121 | m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agua | 0.2300 | m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Aire | 0.0200 | m ³ /m ³ |
| VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS | | |
| Volumen absoluto del Agregado fino | 0.2787 | m ³ /m ³ |
| Volumen absoluto del Agregado grueso | 0.3710 | m ³ /m ³ |
| SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS | | 1.012 |
| C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO | | |
| CEMENTO | 353 | Kg/m ³ |
| AGUA | 230 | L/m ³ |
| AGREGADO FINO | 739 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | 691 | Kg/m ³ |
| FIBRA DRAMIX 30 (osis 8% del peso de cemento) | 28.24 | Kg/m ³ |
| PESO DE MEZCLA | 2340 | Kg/m ³ |
| D) CORRECCION POR HUMEDAD | | |
| AGREGADO FINO HUMEDO | 745.9 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | 693.6 | Kg/m ³ |
| E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS | | |
| AGREGADO FINO | 0.23 | L/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | 1.30 | L/m ³ |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | 241.4 Lt/m ³ |
| F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO | | |
| CEMENTO | 353 | Kg/m ³ |
| AGUA | 241 | L/m ³ |
| AGREGADO FINO | 746 | Kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO | 693 | Kg/m ³ |
| FIBRA DRAMIX 30 (osis 9% del peso de cemento) | 28.24 | Kg/m ³ |
| PESO DE MEZCLA | 2361 | Kg/m ³ |
| G) CANTIDAD DE MATERIALES (53 lt) | | |
| CEMENTO | 18.36 | Kg |
| AGUA | 12.65 | Lt |
| AGREGADO FINO | 38.70 | Kg |
| AGREGADO GRUESO | 51.61 | Kg |
| FIBRA DRAMIX 30 (osis 9% del peso de cemento) | 1.68 | g |

| | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|
| PROPORCIÓN EN PESO (húmedo) | PROPORCIÓN EN VOLUMEN (húmedo) | |
| C 1.0 | C 1.0 | |
| A/F 2.11 | A/F 2.14 | |
| A/G 2.81 | A/G 2.81 | |
| H ₂ O 25.32 Kg | H ₂ O 25.32 Lt | |

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  J. GEOTECNIA SAC Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos |  JJ GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 11: Certificado del ensayo compresión de especímenes cilíndricos de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| |
|-------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |
|-------------------------------------|

| |
|--|
| CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO |
|--|

| | |
|----------|----------------|
| Código | FOR-LAB-CC-009 |
| Revisión | 1 |
| Aprobado | CC-JJ |
| Fecha | 20/03/2023 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

| | | |
|--------------------|---|------------------------------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | |
| SOLICITANTE | Juan Carlos Orué Rojas | |
| TESIS | "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" | |
| UBICACIÓN | Lima | Fecha de emisión: 20/03/2023 |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | F _c Diseño kg/cm ² | % F _c |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 | 13362.5 | 78.5 | 170.1 | 210.0 | 81.0 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 | 12865.0 | 78.5 | 163.9 | 210.0 | 78.0 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 | 12969.5 | 78.5 | 165.1 | 210.0 | 78.5 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 01/03/2023 | 14 | 15598.8 | 78.5 | 198.6 | 210.0 | 94.6 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 01/03/2023 | 14 | 14985.8 | 78.5 | 190.8 | 210.0 | 90.9 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 01/03/2023 | 14 | 14955.8 | 78.5 | 197.1 | 210.0 | 89.1 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 | 17385.8 | 78.5 | 221.4 | 210.0 | 105.4 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 | 17295.5 | 78.5 | 220.1 | 210.0 | 104.8 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 | 17499.9 | 78.5 | 222.8 | 210.0 | 106.1 |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 28 | 16985.8 | 78.5 | 216.3 | 210.0 | 103.0 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almidonadas de neopreno como material reforzante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|--|--|
| <p>Elaborado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. VºBP LABORATORIO DE MATERIALES</p> <p>Jefe de Laboratorio</p> | <p>Revisado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p> | <p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p> |
|---|--|--|

Anexo 12: Certificado del ensayo compresión de especímenes cilíndricos de concreto



Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 \ 933848839
Calle 21, Los Rosales de Pto Mir B, 17, Los Olivos
Email: informes@j1geotecnia.sac.com

www.j1geotecnia.sac.com

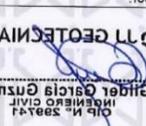
| | | | | | | | |
|--|---|------------------------|-----------------|------------------------|---|--|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES COMPRISION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO CERTIFICADO DE ENSAYO | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Fecha: 29/07/2023</td> <td style="width: 30%;">Aprobado: CG-11</td> <td style="width: 40%;">Código: FOR-LAB-00-008</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">LABORATORIO DE CONCRETO Y AGRÉGADOS ASPM C30-1119 228 004-11</td> </tr> </table> | Fecha: 29/07/2023 | Aprobado: CG-11 | Código: FOR-LAB-00-008 | LABORATORIO DE CONCRETO Y AGRÉGADOS ASPM C30-1119 228 004-11 | | |
| Fecha: 29/07/2023 | Aprobado: CG-11 | Código: FOR-LAB-00-008 | | | | | |
| LABORATORIO DE CONCRETO Y AGRÉGADOS ASPM C30-1119 228 004-11 | | | | | | | |

| | |
|--|--|
| LABORACION Dpto de Control de Calidad y Asesoría Técnica Lima | REFERENCIA Proyecto: Construcción de Pavimento de Hormigón Reforzado con Fibra de Acero en Superficies para el Transporte en Lima Metropolitana - Ubicación: Calle 21, Los Olivos |
|--|--|

| IDENTIFICACION DE ESPECIMEN | FECHA DE VAMADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA (kgf) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA (kgf/cm ²) | Fc (kgf/cm ²) | Nº F.C. |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------|
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 31/07/2023 | 1 | 12288.2 | 18.2 | 1178.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 31/07/2023 | 1 | 14800.2 | 18.2 | 1188.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 31/07/2023 | 3 | 13068.8 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 79.4 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 01/08/2023 | 14 | 14788.2 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 01/08/2023 | 14 | 12588.8 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 01/08/2023 | 14 | 14888.2 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 30/08/2023 | 30 | 13888.2 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 30/08/2023 | 30 | 14888.2 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 30/08/2023 | 30 | 14888.2 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 82.3 |
| 30# ACERO | 30/07/2023 | 01/09/2023 | 31 | 14888.2 | 18.2 | 1088.8 | 210.0 | 111.4 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 L.P. (división de escala 0.1 N)

OBSERVACIONES:
 * El ensayo fue realizado conforme a los procedimientos del método de ensayo de laboratorio para el ensayo de compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
 * Se utilizó un equipo de ensayo de tipo hidráulico con célula de carga de 200 kN.
 * Se utilizó un equipo de ensayo de tipo hidráulico con célula de carga de 200 kN.

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por:  Ing. Juan Carlos Orúe Rojas Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Revisado por:  J1 GEOTECNIA S.A.C. | Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD J1 GEOTECNIA S.A.C. |
|--|---|---|

Anexo 13: Certificado del ensayo compresión de especímenes cilíndricos de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--------|----------------|----------|---|----------|-------|-------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-LAB-CO-009</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>1</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-JJ</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>20/03/2023</td></tr> </table> | Código | FOR-LAB-CO-009 | Revisión | 1 | Aprobado | CC-JJ | Fecha | 20/03/2023 |
| Código | FOR-LAB-CO-009 | | | | | | | | | |
| Revisión | 1 | | | | | | | | | |
| Aprobado | CC-JJ | | | | | | | | | |
| Fecha | 20/03/2023 | | | | | | | | | |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

| | |
|-------------------------------|---|
| REFERENCIA SOLICITANTE | Datos de laboratorio Juan Carlos Orué Rojas "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" |
| UBICACIÓN | Fecha de emisión: 20/03/2023 |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | F _c Diseño kg/cm ² | % F _c |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 27/02/2023 | 7 | 15085.0 | 78.5 | 192.1 | 210.0 | 91.5 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 27/02/2023 | 7 | 15365.2 | 78.5 | 195.6 | 210.0 | 93.2 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 27/02/2023 | 7 | 14985.0 | 78.5 | 190.8 | 210.0 | 90.9 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 04/03/2023 | 14 | 16085.0 | 78.5 | 204.8 | 210.0 | 97.5 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 03/03/2023 | 14 | 15388.0 | 78.5 | 195.7 | 210.0 | 93.2 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 03/03/2023 | 14 | 15988.0 | 78.5 | 203.6 | 210.0 | 96.9 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 20/03/2023 | 28 | 18658.0 | 78.5 | 238.1 | 210.0 | 113.4 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 20/03/2023 | 28 | 18969.0 | 78.5 | 241.5 | 210.0 | 115.0 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 20/03/2023 | 28 | 18685.0 | 78.5 | 237.9 | 210.0 | 113.3 |
| 5% ACERO | 20/03/2023 | 04/03/2023 | 28 | 18999.0 | 78.5 | 241.9 | 210.0 | 115.2 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 CO0 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas.
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente.
- * Previsión de reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 14: Certificado del ensayo compresión de especímenes cilíndricos de concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**CERTIFICADO DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE
CONCRETO**

| | |
|----------|----------------|
| Código | FOR-LAB-GO-009 |
| Revisión | 1 |
| Aprobado | CC-JJ |
| Fecha | 20/03/2023 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C30.07 / NTP 339.034-11

| | | | |
|--------------------|---|--------------------------|------------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Juan Carlos Orué Rojas | | |
| TESIS | "Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022" | | |
| UBICACIÓN | Lima | Fecha de emisión: | 20/03/2023 |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm ² | ESFUERZO kgf/cm ² | F _c Diseño kgf/cm ² | % F _c |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|------------------------------|---|------------------|
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 | 10533.5 | 78.5 | 204.4 | 210.0 | 97.3 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 | 10385.6 | 78.5 | 204.8 | 210.0 | 97.5 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 | 15928.5 | 78.5 | 203.7 | 210.0 | 97.0 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 14 | 17356.5 | 78.5 | 221.0 | 210.0 | 105.2 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 14 | 16905.6 | 78.5 | 216.3 | 210.0 | 103.0 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 14 | 16808.7 | 78.5 | 215.2 | 210.0 | 102.5 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 | 19866.7 | 78.5 | 253.2 | 210.0 | 120.6 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 | 19898.2 | 78.5 | 253.4 | 210.0 | 120.6 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 | 19005.5 | 78.5 | 242.4 | 210.0 | 115.4 |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 28 | 19865.7 | 78.5 | 252.9 | 210.0 | 120.4 |

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referencial
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:



JJ GEOTECNIA S.A.C.
Jefe de Laboratorio

Revisado por:



JJ GEOTECNIA SAC
Glider García Guzmán
INGENIERO CIVIL
CIP N° 299741
Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Aprobado por:



JJ GEOTECNIA S.A.C.
CONTROL DE CALIDAD
Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 15: Método de prueba estándar para la determinación del módulo de rotura del hormigón – concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cef: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO | Código | AE-FO-124 |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-01-2023 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS: Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022

SOLICITANTE: Juan Carlos Orué Rojas

CÓDIGO DE PROYECTO: ---

UBICACIÓN DE PROYECTO: Lima

FECHA DE EMISIÓN: 20/03/2023

REALIZADO POR: P. Tassayo

REVISADO POR: D. Coelo

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2023

TURNO: Diurno

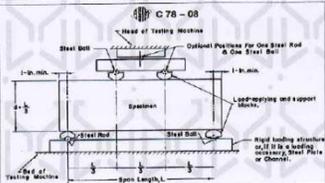
Tipo de muestra: Concreto endurecido

Presentación: Especímenes prismáticos

F'c de diseño: 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

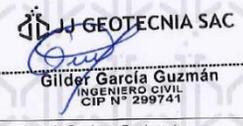
| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 28 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 28 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 27 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 31 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 32 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 32 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 37 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 38 kg/cm ² |
| PATRÓN Fc 210 | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 38 kg/cm ² |



C 78 - 08

OBSERVACIONES:

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---|---|--|
|  JJ GEOTECNIA S.A.C. VºBº LABORATORIO DE MATERIALES Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 16: Método de prueba estándar para la determinación del módulo de rotura del hormigón – concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO | Código | AE-FO-124 |
|---|---------|---------|------------|
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | | Version | 01 |
| | | Fecha | 30-01-2023 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022

SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas

OÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

FECHA DE EMISIÓN : 20/03/2023

REALIZADO POR : P. Tassayo

REVISADO POR : D. Coato

FECHA DE ENSAYO : 20/03/2023

TURNO : Diurno

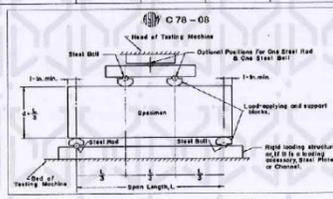
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 30 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 30 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 46.0 | 27 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 03/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 34 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 03/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 34 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 03/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 35 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 40 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 40 kg/cm ² |
| 3% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 39 kg/cm ² |



C 78 - 08

OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionaladas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---|--|---|
|  JJ GEOTECNIA S.A.C. Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 17: Método de prueba estándar para la determinación del módulo de rotura del hormigón – concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO | Código | AE-PO-124 |
|-------------------------------------|--|----------|------------|
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Variable | 01 |
| | | Fecha | 30.01.2023 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022

SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas

CÓDIGO DE PROYECTO : --

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

FECHA DE EMISIÓN : 20/03/2023

REALIZADO POR : P. Tasyco

REVISADO POR : D. Ccoito

FECHA DE ENSAYO : 20/03/2023

TURNO : Diurno

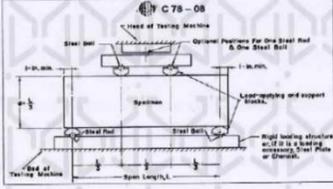
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 31 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 31 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 30 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 35 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 36 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 36 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 40 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 41 kg/cm ² |
| 5% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 41 kg/cm ² |



ASTM C78-08
Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Supports and Third-Point Loading)

OBSERVACIONES:

- Muestras Preparadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|---|---|
| <p>Elaborado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES</p> <p>Jefe de Laboratorio</p> | <p>Revisado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p> | <p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p> |
|---|---|---|

Anexo 18: Método de prueba estándar para la determinación del módulo de rotura del hormigón – concreto



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENLAYO DE MATERIALES | FORMATO | Código | AE-PO-124 |
|-------------------------------------|---|---------|------------|
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-01-2023 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022

SOLICITANTE : Juan Carlos Orué Rojas

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

FECHA DE EMISIÓN : 20/03/2023

REALIZADO POR : P. Tassayo

REVISADO POR : D. Cofo

FECHA DE ENSAYO : 20/03/2023

TURNO : Diurno

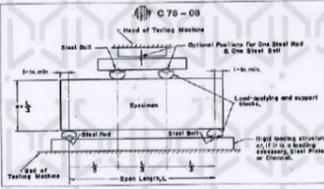
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

Fb de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | UBICACIÓN DE FALLA | LIZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 33 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 32 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 2 | 45.0 | 32 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 03/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 37 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 03/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 38 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 03/03/2023 | 14 días | 2 | 45.0 | 37 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 44 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 44 kg/cm ² |
| 8% DE ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 2 | 45.0 | 45 kg/cm ² |



C 78 - 09

OBSERVACIONES:

- Muestras Preparadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|--|
| <p>Elaborado por:</p> <div style="text-align: center;">  <p>Jilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741</p> </div> <p>Jefe de Laboratorio</p> | <p>Revisado por:</p> <div style="text-align: center;">  <p>JJ GEOTECNIA SAC</p> </div> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p> | <p>Aprobado por:</p> <div style="text-align: center;">  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C</p> </div> <p>CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p> |
|---|--|--|

Anexo 19: Método de prueba estándar para la determinación de resistencia a la tracción de especímenes cilíndricos



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO | Código | AE-FO-120 |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS | Versión | 01 |
| | | Fecha | 01-01-2023 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|------------------|---|
| PROYECTO | “Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana - Distrito de Chorrillos, 2022” |
| SOLICITANTE | Juan Carlos Cruz Rojas |
| UBICACIÓN | Lima |
| FECHA DE EMISIÓN | 27/02/2023 |

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Tipo de muestra | Concreto endurecido |
| Presentación | Especímenes cilíndricos |
| F _{td} de diseño | 210 kg/cm ² |

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE INICIO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO (cm) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|----------------|-----------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| PATRÓN | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 10.0 | 6238.5 | 19.9 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 10.0 | 6236.4 | 19.9 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 10.0 | 5265.3 | 20.0 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 10.0 | 6936.4 | 22.1 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 10.0 | 6836.5 | 21.8 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 6/03/2023 | 14 días | 10.0 | 6598.5 | 21.0 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 10.0 | 8138.2 | 25.9 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 10.0 | 7752.6 | 24.7 kg/cm ² |
| PATRÓN | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 10.0 | 7599.2 | 24 kg/cm ² |

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JJ GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  VOPB VOUCHER DE MATERIALES |  Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Anexo 20: Método de prueba estándar para la determinación de resistencia a la tracción de especímenes cilíndricos



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO | | |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS | Código | AE-PO-126 |
| | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 03-01-2023 |
| | | Plano | 1 de 1 |

| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | Desempeño estructural y diseño de pavimentos de hormigón reforzados con fibra de acero en superficies para el transporte en Lima Metropolitana |
| SOLICITANTE | D. Milla de Chorrillos, 2022 |
| UBICACIÓN | Juan Carlos Orúe Rojas |
| FECHA DE EMISIÓN | Lima 27/02/2023 |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido |
| Presentación | Especímenes cilíndricos |
| F de diseño | 210 kg/cm ² |

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE INICIO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO (cm) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|----------------|-----------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 10.0 | 7036.5 | 22.4 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 10.0 | 6845.6 | 21.8 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 27/02/2023 | 7 días | 10.0 | 6586.6 | 21.0 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 14 días | 10.0 | 7639.5 | 24.3 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 14 días | 10.0 | 7305.2 | 23.4 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 06/03/2023 | 14 días | 10.0 | 7358.6 | 23.4 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 10.0 | 8702.2 | 27.9 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 10.0 | 9036.2 | 28.8 kg/cm ² |
| 8% ACERO | 20/02/2023 | 20/03/2023 | 28 días | 10.0 | 8036.4 | 28 kg/cm ² |

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JJ GEOTECNIA.
- Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|--|--|

Anexo 21: Certificado de calibración por INACAL.

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco
de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Jr. Thomas Alejandro Cochrane N° 3914 MZ.17 LT.13 Urb. Condevilla Señor, distrito San Martín de Porres, provincia Lima,
departamento Lima.

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el
DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 28 de agosto de 2019
Fecha de Vencimiento: 27 de agosto de 2022

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRÍA Alejandra
FAU 20600283015 soft
Fecha: 2021-05-19 02:11:42
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL.

Cédula N° : 679-2019-INACAL/DA
Contrato N° : 032-2019-INACAL-DA
Registro N° : LC - 035

Fecha de emisión: 17 de mayo de 2021

*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 inicia a partir del 06 de mayo de 2021, según Cédula de Notificación N° 227-2021-INACAL/DA.
El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web: www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorial/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo 22: Certificado de calibración LM22-155

 **SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.**

CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LM22-155

Número de OT: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01
Lugar de Calibración : En las instalaciones del cliente
Fecha de Emisión : 2022-10-05

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

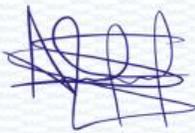
| | | | |
|--------|---------------------|----------------|---------------|
| Marca | : ELE INTERNACIONAL | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : ADR TOUCH HEAD | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : 1887-1-00074 | Ubicación | : Laboratorio |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|------------|---|------|----|
| Capacidad | : | 2000 | KN |
| Resolución | : | 0,01 | KN |

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP, tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"

| | | |
|---|---|---|
| Sello | Metrólogo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marin Berrios | Wilfredo Reyes Yzaguirre |

Anexo 23: Certificado de calibración LM22-155 maquinaria de prensado



CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA
EXPERIENCIA A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

LM22-155

Número de OT: 519-2022

PATRONES UTILIZADOS

| Descripción del Instrumento | Identificación y/o Serie |
|-------------------------------|--------------------------|
| Celda de Carga Patrón (40 tn) | LO-IM-18 |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | | Final | |
|------------------|---------|----|-------|----|
| Temperatura | 18,9 | °C | 16,5 | °C |
| Humedad Relativa | 79 | % | 80 | % |



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Indicación del Patrón | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | |
|-----------------------|--------------------------------|----------|----------|-------------------------|
| | Valor de Indicación | | | |
| F _i (kgf) | F1 (kgf) | F2 (kgf) | F3 (kgf) | F _{prom} (kgf) |
| 1660 | 1519,7 | 1519,5 | 1519,6 | 1519,6 |
| 3990 | 3757,0 | 3757,1 | 3756,8 | 3757,0 |
| 6340 | 5939,8 | 5940,0 | 5939,9 | 5939,9 |
| 8665 | 8099,6 | 8099,6 | 8099,8 | 8099,7 |
| 10985 | 10560,5 | 10560,7 | 10560,7 | 10560,6 |
| 13010 | 12449,2 | 12449,3 | 12449,0 | 12449,2 |
| 15310 | 14220,1 | 14220,3 | 14220,2 | 14220,2 |
| 17655 | 16977,2 | 16977,4 | 16977,4 | 16977,3 |
| 20075 | 19394,0 | 19394,2 | 19393,8 | 19394,0 |
| 22540 | 21661,3 | 21661,5 | 21661,3 | 21661,4 |
| 24875 | 23993,8 | 23993,7 | 23993,9 | 23993,8 |
| 27036 | 26109,6 | 26109,8 | 26109,6 | 26109,7 |
| 29145 | 28138,2 | 28138,3 | 28138,3 | 28138,3 |
| 32006 | 31191,7 | 31191,6 | 31191,9 | 31191,7 |
| 35101 | 34703,0 | 34702,8 | 34703,1 | 34703,0 |
| RETORNO A CERO | 0 | 0 | 0 | |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN
La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES
Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.
Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Edición 02 - Rev. Julio 2019

Página 2 de 2

Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres
Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Anexo 24: Cédula de Notificación N°313-2022-INACAL/DA



PERÚ

Ministerio
de la Producción

Instituto Nacional de Calidad
INACAL

Dirección de Acreditación

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”
“Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú”

San Isidro, 11 de agosto de 2022.

CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N°313-2022-INACAL/DA

Señor

Wilfredo Jesús Reyes Yzaguirre

Representante Legal

SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.

Jr. Thomas Alejandro Cochrane N° 3914 MZ.17 LT.13 Urb. Condevilla Señor

San Martín de Porres.-

Asunto : Extensión de Vigencia de Acreditación

Referencia : HT N° 8052 / Carta s/n del 04 de agosto 2022
Expediente N° 00224-2022-DA-E

Cumplo con notificar lo siguiente: **VISTO:**

La carta de la referencia, mediante la cual solicita una extensión de la vigencia de la acreditación de SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C., como laboratorio de calibración.

Y CONSIDERANDO que:

1. Mediante Decreto Supremo N°044-2020-PCM del 15 de marzo del 2020 se declaró el Estado de Emergencia Nacional y aislamiento social obligatorio y según Decreto de Urgencia N°029-2020 del 20 de marzo del 2020 se estableció la suspensión del cómputo de plazos de inicio y tramitación de los procedimientos administrativos y procedimientos de cualquier índole, y mediante el Decreto de Urgencia N° 053-2020 estos plazos fueron extendidos, en virtud al marco de lo establecido en el literal b) del numeral 12.2 del artículo 12° el INACAL mediante Resolución de Presidencia Ejecutiva N° 034-2020-INACAL/PE aprobó el Listado de trece (13) procedimientos administrativos a cargo de la Dirección de Acreditación, cuya tramitación no se encuentra sujeta a la suspensión del cómputo de plazos de inicio y tramitación.
2. La vigencia de la acreditación de Specialized Metrology Center S.A.C., como laboratorio de calibración, culmina el 27 de agosto de 2022.
3. Specialized Metrology Center S.A.C., ha presentado su solicitud de renovación de la acreditación con fecha 16 de junio de 2022.

COMUNÍQUESE a **Specialized Metrology Center S.A.C.**, que: se otorga la prórroga de la vigencia de la acreditación hasta el término de su proceso de renovación, plazo que no debe exceder los 180 días calendarios desde su vencimiento.

Lo que notifico a usted conforme a Ley.

Atentamente.



Escaneado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRÍA Alejandra FAU
20220810 10:48
Fecha: 2022-08-12 13:29:54
Módulo: Sign # Autor del Documento

ALEJANDRA RODRÍGUEZ ALEGRÍA

Directora

Dirección de Acreditación

ACR/PARA/ACR

Anexo 25: Análisis de los materiales.



Anexo 26: Análisis de granulometría.



Anexo 27: Análisis de compresión concreto patrón



Anexo 28: Análisis de compresión con agregado de fibra de Acero Dramix 3%



Anexo 29: Análisis de compresión con agregado de fibra de Acero Dramix 5%



Anexo 30: Análisis de compresión con agregado de fibra de Acero Dramix 8%



Anexo 31: Análisis de flexión concreto patrón



Anexo 32: Análisis de flexión con agregado de fibra de Acero Dramix 3%



Anexo 33: Análisis de flexión con agregado de fibra de Acero Dramix 5%



Anexo 34: Análisis de flexión con agregado de fibra de Acero Dramix 8%



Anexo 35: Análisis de tracción concreto patrón



Anexo 36: Análisis de tracción con agregado de fibra de Acero Dramix 3%



Anexo 36: Análisis de tracción con agregado de fibra de Acero Dramix 5%



Anexo 37: Análisis de tracción con agregado de fibra de Acero Dramix 8%

