



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

**“Diseñar un pavimento rígido con polietilentereftalato y fibra de acero, para mejorar la Vía Rinconada km.0+0.000-0+0.300-San Juan de Lurigancho, 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Bazán Bedoya, Eladio Edwin (ORCID: 0000-0001-5533-9632)**

**ASESOR:**

**Mgtr. Ing. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: 0000-0001-6774-8839)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de Infraestructura vial**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

A mis padres a mi esposa y a mis hijos por su amor.

## **Agradecimiento**

Al Ingeniero Carlos Fernández por todo su aporte en el desarrollo de nuestra carrera profesional inspirándonos explícitamente a ser excelentes.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
I.INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGIA .....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2 Variables y Operacionalización .....	11
3.3 Población muestra y muestro .....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5 Procedimientos.....	17
3.6 Métodos de análisis de datos .....	18
3.7 Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN .....	53
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII.RECOMENDACIONES .....	57
VIII. REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Técnicas e instrumentos empleados .....	16
<b>Tabla 2.</b> Resumen de sustento de proporciones de fibras .....	21
<b>Tabla 3.</b> Porcentajes de muestras requeridas .....	22
<b>Tabla 4.</b> Datos del levantamiento topográfico inicial .....	25
<b>Tabla 5.</b> Longitud del mejoramiento del acceso a Vía La Rinconada .....	26
<b>Tabla 6.</b> Elementos de curvas circulares.....	26
<b>Tabla 7.</b> Puntos de control topográfico.....	26
<b>Tabla 8.</b> Parámetros de diseño vial .....	27
<b>Tabla 9.</b> Datos del nuevo diseño geométrico .....	31
<b>Tabla 10.</b> Metrados de movimientos de tierra .....	31
<b>Tabla 11.</b> Valores de Correlación de Agua Cemento por resistencia .....	33
<b>Tabla 12.</b> Análisis granulométrico del agregado grueso.....	34
<b>Tabla 13.</b> Propiedades físicas del agregado grueso .....	34
<b>Tabla 14.</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....	35
<b>Tabla 15.</b> Propiedades físicas del agregado fino .....	36
<b>Tabla 16.</b> Análisis granulométrico global de los agregados .....	37
<b>Tabla 17.</b> Propiedades físicas de la granulometría global.....	38
<b>Tabla 18.</b> Diseño del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , de relación a/c 0.54 .....	38
<b>Tabla 19.</b> Asentamientos según consistencias .....	40
<b>Tabla 20.</b> Asentamientos, aire y temperatura obtenidos. ....	41
<b>Tabla 21.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M1 concreto matriz sin adiciones	42
<b>Tabla 22.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M2 con adición 20 kg/m <sup>3</sup> de PET y 0.80% de fibra de acero recicladas.....	43
<b>Tabla 23.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M3 con concreto adicionando 20 kg/m <sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas .....	44
<b>Tabla 24.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M4 con concreto adicionando 20 kg/m <sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas .....	45
<b>Tabla 25.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M5 con concreto adicionando 25 kg/m <sup>3</sup> de PET y 0.80% de fibra de acero recicladas. ....	46
<b>Tabla 26.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M6 con concreto adicionando 25 kg/m <sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas .....	47
<b>Tabla 27.</b> Análisis de la compresión de la mezcla M7 con concreto adicionando 25 kg/m <sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas .....	48

<b>Tabla 28.</b> Resultados del ensayo de resistencia a la flexión .....	49
<b>Tabla 29.</b> Resultados del ensayo de resistencia a la Tracción Indirecta .....	50
<b>Tabla 30.</b> Resumen de resultados de los ensayos a compresión .....	51
<b>Tabla 31.</b> Resumen de resultados de los ensayos a flexión .....	51
<b>Tabla 32.</b> Resumen de resultados de los ensayos a Tracción .....	52

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Fibras de acero recicladas del torno. ....	13
figura 2. Fibras de polietilentereftalato y de acero reciclados. ....	19
figura 3. Fallas típicas en roturas de probetas a compresión. INECYC, 2009. ....	20
figura 4. Cuadro de Localización geográfica. ....	23
figura 5. Vista aérea del acceso a la Asociación La Rinconada. ....	24
Figura 6. Plano de planta del actual acceso a la Asociación La Rinconada. ....	24
Figura 7. Plano de Perfil longitudinal del actual acceso a la Asociación. ....	25
Figura 8. Vista de Planta de propuesta de acceso a la Asociación La Rinconada. ....	28
Figura 9. Vista Perfil longitudinal de propuesta de acceso a la Asociación.....	28
Figura 10. Vista de planta de propuesta de acceso a la Asociación. ....	30
Figura 11. Curvas de resistencia a la compresión y la relación a/c. ....	33
Figura 12. Curva granulométrico del agregado grueso. ....	34
Figura 13. Curva granulométrica del agregado fino.....	36
Figura 14. Curva granulométrica global de los agregados.....	37
Figura 15. Toma de Contenido de aire. ....	39
Figura 16. Toma de la temperatura de concreto fresco en el Laboratorio.....	39
Figura 17. Toma del ensayo de revenimiento en el Laboratorio. ....	40
Figura 18. Comparativo de muestras Natural con diferentes relaciones a/c.....	42
figura 19. Comparativo de muestras Natural y PET 20kg/m <sup>3</sup> + 0.8% fibra de acero. ....	43
figura 20. Comparativo de muestras Natural y PET 20km/m <sup>3</sup> + 1% fibra acero. ....	44
Figura 21. <i>Comparativo de muestras Natural y PET 20kg/m<sup>3</sup> + 2% fibra de acero</i> .....	45
Figura 22. Comparativo de muestras Natural y PET 25kg/m <sup>3</sup> +0.8% fibra de acero.....	46
Figura 23. Comparativo de muestras Natural y PET 25kg/m <sup>3</sup> + 1% fibra de acero.....	47
Figura 24. Comparativo de muestras Natural y PET 25kg/m <sup>3</sup> +2.0% fibra de acero.....	48
Figura 25. Comparativo de Módulos de rotura.....	49
Figura 26. Comparativo de muestras natural y adicionada, con ensayo a tracción indirecta. 50	
Figura 27. La adherencia del concreto en laviruta.....	51
Figura 28. Observese la fibra PET en los borfes de la probeta.....	52
Figura 29. Vista de la rotura con la adición del acero.....	52

## RESUMEN

El proyecto valuará el diseño de mezcla de un pavimento rígido con la adición del polímero PET y fibras de acero reciclados, de manera de incrementar la capacidad de sus propiedades. El desarrollo se realizó a través de los ensayos de las propiedades mecánicas y físicas para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , elaborando probetas cilíndricas y prismáticas.

El diseño es experimental, aplicada de un enfoque cuantitativo y con nivel descriptivo, teniendo como población la Vía Rinconada en el distrito de San Juan de Lurigancho, asumiendo como muestreo un tramo desde la progresiva 0+000 a 0+300. La adición del polímero PET con  $25 \text{ kg/cm}^3$  y el 1.00% de fibras de acero recicladas, respecto al volumen del concreto, presentaron un aumento en su resistencia a la compresión del 10.72% más que la muestra natural. Respecto a su fluencia el módulo de rotura del diseño natural matriz dio 3.07 MPa y la muestra con la adición de PET de  $25 \text{ kg/m}^3$  y fibras de acero al 1% dio 4.24 MPa, mejorándose su resistencia a la flexión en 37.9%. Mientras que en los ensayos de su resistencia a la tracción indirecta, ofreció un 2.8% más que la muestra natural.

Palabras claves: PAVIMENTO RÍGIDO, FIBRA, POLÍMERO, ACERO.

## ABSTRACT

The project will assess the design of mixing a rigid pavement with the addition of PET polymer and recycled steel fibers, in order to increase the capacity of its properties. The development was carried out through the tests of the mechanical and physical properties for a concrete of  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , elaborating cylindrical and prismatic specimens.

The design is experimental, applied from a quantitative approach and with a descriptive level, having as a population the Vía Rinconada in the district of San Juan de Lurigancho, assuming as a sampling a section from the progressive 0 + 000 to 0 + 300. The addition of the PET polymer with 25 kg /  $\text{cm}^3$  and 1.00% of recycled steel fibers, with respect to the volume of the concrete, presented an increase in its resistance to compression of 10.72% more than the natural sample. Regarding its creep, the modulus of rupture of the natural matrix design gave 3.07 MPa and the sample with the addition of 25 kg /  $\text{m}^3$  PET and 1% steel fibers gave 4.24 MPa, improving its flexural strength by 37.9%. While in the tests of its resistance to indirect traction, it offered 2.8% more than the natural sample.

Keywords: RIGID PAVEMENT, FIBER, POLYMER, STEEL.

## I. INTRODUCCION

Dentro de nuestra realidad, la fabricación del concreto, ha expuesto que una de las piezas vitales de la economía mundial es la construcción y está ligado a la producción de la industria cementera, la International cement review (Revisión internacional de cemento ICR 2017) ha pronunciado que el gasto de cemento a nivel mundial se elevó 4,129 Millones de Toneladas (1.8% crecimiento anual); pero no obstante el cemento elemento clave en las construcciones, también genera una enorme huella de carbono y del 8% de exposiciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del planeta, conforme a la sede de aprendizaje británico Chatam House.

Esta carestía mundial manifestada por Zaragoza (2019) doctor en ingeniería de caminos, canales y puertos, quien escribió, una red vial segura tiene la fuerza de levantar la economía de África y sostener en toda la región a que las personas tengan acceso a oportunidades y servicios. Los retos librados por el impacto del cambio atmosférico y de la superpoblación requieren medidas innovadoras y eficientes en el área de las infraestructuras.

En el entorno Nacional, Bendezú (2017), miembro de la ASOCEM, acotó en un artículo su preocupación por lo mal que se ejecutan los proyectos de inversión, el cual se estima estar entre el 2% y el 5% del PBI de cada país, aseverando que el Perú demandó un gasto público de 4,000 y 10,000 millones de dólares en los años 2015 y 2016, para la rehabilitación y reparación de patologías presentadas en los pavimentos. El problema a investigar tomo forma, ante la necesidad de plasmar medidas y acciones que logren optimizar los componentes en la elaboración de concretos, ante ciertas patologías, estas medidas alternativas preventivas se investigarán en el diseño con la suma de fibras de acero recicladas y el uso del polímero PET a un concreto básico natural matriz, que expone una propuesta para el reúso de materiales reciclados, tema que alberga y contribuye a preservar nuestro medio ambiente y a la menor emisión de CO<sub>2</sub>, al integrar nuevos elementos. Nuestra zona de estudio es la vía La Rinconada, esta se encuentra localizada en una zona montañosa con pendientes elevadas, al noreste de San Juan de Lurigancho, distrito que alberga más de un millón de habitantes y es uno de los distritos donde se registra una de las mayores necesidades de vivienda y generación de residuos sólidos, que se aproxima a 800 toneladas diarias de las cuales el 1.95% de residuos son botellas PET que equivalen a 15.6 ton. al día (ODS, 2015) y 0.88 kg/hab/día (MINAM, 2019).

La Rinconada, cuenta con una vía de acceso accidentado de pavimentación rígida, en sus primeros 100 m., el cual presenta serias patologías de erosión por pendientes elevadas (>30%), agrietamientos y fisuras, posiblemente por un pésimo proceso constructivo o la falta de advertencia de un mejoramiento del concreto con la añadidura de un aditivo o polímero, sumado a sus estaciones climáticas que han afectado la durabilidad de su estructura. El planteamiento se inicia con el cuestionamiento del problema: ¿De qué manera la adición del polietilentereftalato y la fibras de acero recicladas, mejorará las características de las propiedades del concreto, en el diseño de mezcla de un pavimento rígido, en Vía La Rinconada km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020? Formulando los siguientes problemas más específicos:

¿De qué manera con la adición del PET y fibras de acero mejorarían las propiedades físico-mecánicas, en el diseño de mezcla del pavimento rígido en Vía La Rinconada tramo km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?

¿Cómo el uso del PET y las fibras de acero, optimizará las características del concreto en estado fresco y endurecido del pavimento rígido en Vía La Rinconada tramo km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?

¿Cómo determinar el porcentaje de dosificación del PET y las fibras de acero, en el diseño de mezcla para un pavimento rígido en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?

Tras el desarrollo de pavimentos, Ryu, Won, Choi y Won (2013), manifiestan la necesidad de generar nuevas opciones de pavimentos que soporten el creciente volumen de tráfico y peso vehicular, llevando a la búsqueda y generación de nuevos sistemas de pavimentos con la finalidad de reducir el costo inicial y de mantenimiento. Nuestro estudio se justifica teóricamente dado que procura dar a conocer el uso de la adición del PET y la fibra de acero para un diseño de mezcla, así como la reutilización de materiales reciclados en la infraestructura vial. Técnicamente se justifica por la finalidad de demostrar las mejoras de las propiedades, ante la manifestación de fisuras por la consecuente fatiga del concreto, con la aparición de grietas y baches en el tiempo. Evidentemente en el aspecto social se justifica porque al optimizar el diseño de mezcla del pavimento mejoraría su durabilidad repercutiendo en la circulación vehicular, que permitirá la conexión con otros poblados, restaurando la calidad de vida. Participando en esta evolución científica, el refuerzo con el PET y fibras de acero

recicladadas pueden establecer un método provechoso, práctico y económico al superar ciertas patologías del concreto, fortaleciendo conocimientos ingenieriles.

En este contexto, Gómez (2012), establece que los objetivos generales narran en realidad lo que se quiere conocer o efectuar en la causa de la investigación, apoyándose en los objetivos específicos. (pág. 29). Por lo que formulamos nuestro objetivo: Evaluar el diseño de mezcla de un pavimento rígido con la adición del polietilentereftalato (PET) y fibras de acero recicladas, para mejorar las características físico-mecánicas del concreto, en la Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020. Señalaremos nuestros objetivos específicamente:

Evaluar la influencia de la adición del PET y fibras de acero en las propiedades físico-mecánicas en el diseño de mezcla del pavimento rígido, en Vía La Rinconada km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.

Establecer la optimización de las características del concreto en estado fresco y endurecido con la adición del PET y fibras de acero, en el diseño del pavimento rígido de la Vía La Rinconada km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.

Identificar el porcentaje de dosificación del PET y fibras de acero en el diseño de mezcla del pavimento rígido, en Vía La Rinconada km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020. Antedicho los objetivos se visualiza criterios supuestos que van a servir como alineación de la investigación, la hipótesis general.

Con la adición del polietilentereftalato (PET) y fibra de acero, se mejorarán las propiedades físico-mecánicas del concreto en el diseño de pavimento rígido en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020. Sumado encontraremos soluciones probables, proponiendo hipótesis específicas como:

Con la adición del PET y las fibras de acero, mejorarán las propiedades físico-mecánicas, en el diseño de mezcla del pavimento rígido en la Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.

Con la determinación de las características del concreto en estado fresco y endurecido, adicionados con el PET y las fibras de acero, optimizará el diseño del pavimento rígido en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020. Con la dosificación porcentual del PET y la fibra de acero, se mejorará el concreto diseñado para un pavimento rígido, en la Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Entre los trabajos relacionados encontramos a Borralleras, Jurado, Parra y Caballero (2018), quienes en el V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante (HAC) y Hormigones Especiales, desarrollado en Valencia, sobre *“Aditivos superplastificantes de última generación basados en polímeros PAE para el control de la viscosidad plástica del hormigón”*; expusieron su artículo sobre la avance de estos polímeros basados en poli-aril fosfórico (PAE), como empleo en los aditivos superplastificantes, que dado por su simetría focaliza la mejora del comportamiento reológico ( relación entre el esfuerzo y la deformación) y la reducción de su viscosidad plástica en situaciones contrarias de su correlación volumétrica agua/finos ( $R_{vol} A/F$ ). La disminución de viscosidad plástica de aporte por los polímeros PAE, optimiza los costos de elaboración y la huella de CO<sub>2</sub>, que unida al hormigón accede a maximizar el uso de añadiduras en la reducción del cemento.

En el desarrollo de su labor de investigación llevó a Moya y Cando (2017), a publicar su artículo sobre el *“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado”*, de la Universidad central del Ecuador, aportando con alternativas ante el uso de productos comerciales por fibras metálicas recicladas. Concluyendo que las roturas de probetas a los 7, 14 y 28 días, obtuvieron mejores resultados de resistencia con las muestras de fibras recicladas metálicas de hasta un 30.7% respecto a un hormigón simple y de 22.28% más resistente que un hormigón con fibras comerciales metálicas. En cuanto a los ensayos a tracción, el hormigón de fibras recicladas metálicas, presentaron 39.08% más de eficiencia respecto al hormigón simple y 11.64% más que el hormigón de fibras metálicas comerciales. En los ensayos a flexión en vigas a los 28 días, las muestras de hormigón de fibras metálicas comerciales mejoraron un 25.14% respecto al hormigón simple y 5.90% más que el hormigón de fibras metálicas recicladas.

Mientras que Orbe, Rojí, Cuadrado y Losada (2015), en su artículo sobre el *“Estudio para la optimización de la composición de un HACFRA (hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero) estructural”*, para la revista Informes de la construcción, manifiestan que el beneficio del reforzamiento con fibras de acero en un Hormigón (concreto) autocompactante, reside en la mixtura del aumento de capacidad resistente con respecto al hormigón y disminución de la fisuración, contribuida por la suma de fibras de acero. El artículo examinó la influencia de los diferentes componentes del

concreto propuesto HACFRA, ofreciendo una seleccionada mezcla de elementos de características granulares, diferentes densidades y de un comportamiento estructural mejorado. Los resultados indican el empleo de una mezcla del aditivo polifuncional y superplastificante se aproxima en 0.93% y 1.12% respectivamente garantizan una conveniente resistencia y durabilidad gracias a que consiente una pequeña cantidad de agua de amasado.

Dentro de este panorama nacional, Aquino (2019), en su *“Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional”*, de la Universidad Nacional de Trujillo, con un diseño experimental analítico, nivel explicativo y tipo aplicada, con población constituida por las probetas tomadas para los ensayos; acertó con la incorporación del 1% de PET en substitución del peso volumétrico de la grava en el concreto convencional, cuyo resultado fue de  $f'c = 223 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, que otorgó una mayor resistencia a la compresión y durabilidad a la abrasión con un desgaste de 12.6%.

Buscando alternativas, Farfán, Pinedo, Araujo y Orbegoso (2018), presenta su artículo de investigación *“Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto”*, de la Universidad Cesar Vallejo, tuvo la finalidad de establecer los efectos de resistencia a la compresión en especímenes de concreto con fibras de acero. La investigación fue de tipo básico por su propósito, cuantitativa por su enfoque, explicativa por su nivel y transversal por su temporalidad. Consideraron un diseño experimental con posprueba específica y un grupo control. La población fueron la toma de moldes de control para los ensayos, la muestra para los ensayos de compresión se estableció en tres grupos con tres testigos cada uno, un grupo de control y dos experimentos con dosificaciones de 25 y 30  $\text{kg/m}^3$  de fibra de acero, ensayadas a los 14 días. Concluyendo que el uso de fibras de acero con dosificación de 25  $\text{kg/m}^3$ , permite más trabajabilidad en el concreto y resistencia a la compresión en 212.39  $\text{kg/m}^2$ , que representa el 1.14% respecto al grupo control.

Bajo el predominio de complementar el concreto con fibras de acero, Flores. (2018), anuncia en su tesis *“Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima-2016”*, de la Universidad César Vallejo de Perú, cuyo objetivo fue el demostrar la influencia de la agregación de fibras de acero sobre la resistencia a la compresión que posee el concreto diseñado para pavimentos rígidos, de diseño cuasi experimental analítico, nivel de investigación

explicativa, tipo de estudio aplicada, su población fueron los ensayos infinitos probables a los que sometería el concreto, y su muestra eran la cantidad de probetas que se ensayarían, presentando un muestreo no probabilístico. Concluyendo con un incremento del 37.9% de resistencia a la flexión con la adición de fibras de acero, y bajo la norma UNE-EN 14651, se obtuvo una dosificación del 2% de fibras de acero (48 Kg por metro cubico), otorgando una resistencia residual ante la aparición de fallas sin fracturas frágiles brindando ductilidad al concreto.

Para el sustento de este proyecto de investigación presentamos un conjunto de nociones y estipulaciones, donde señalaremos las síntesis principales y bases teóricas que respaldarán nuestra investigación.

Vía: camino, calle, pasaje, sendero, avenida o carretera, es decir el medio o espacio por donde recorren tanto peatones como vehículos (MTC 2013, p. 13).

Levantamiento topográfico: Es la toma de datos de un determinado terreno, de manera de plasmar en un plano sus características físicas, geográficas y geológicas, así como su posición relativa sobre la superficie terrestre.

Índice medio diario anual (IMDA): valor de contar el tránsito de vehículos en un explícito tramo de la red vial, durante el periodo de un año.

Estudios de mecánica de suelos: son los trabajos de gabinete, laboratoristas y de campo que determinan sus condiciones físico y mecánicas de los suelos solicitados por el contratante. (Manual de Carreteras: Diseño geométrico 2018, p. 279).

Referencia ASTM D – 3282-15

Calicata: son pozos exploratorios donde se observan los diferentes estratos que lo componen, así como la toma de muestras de suelos para los ensayos solicitados. (MTC 2013, p. 30).

Ensayo de próctor modificado: determina la contribución de contenido de agua y peso volumétrico del suelo compactado. Estudiando y controlando la calidad de compactación de un terreno.

Ensayo de CBR: define la capacidad de relación de soporte de un suelo, midiendo la firmeza al esfuerzo cortante.

Granulometría: tiene por finalidad de medir el reparto según las dimensiones de las muestras de suelo. (MTC E-107, 2016, p. 44). Referencia ASTM D 422.

Contenido de humedad: cantidad de agua que hay en una porción de masa del suelo, comparados con su peso en seco. (MTC E-108, 2016, p. 49).

Límite de Consistencia (Atterberg): La ASTM D 4318-84, lo entiende como la evaluación del índice de plasticidad, límite líquido y límite plástico de los suelos, que establecen la facilidad con que la muestra de ese suelo puede fluir y se deforma relativamente.

Límite Líquido: según la norma es la cantidad de humedad indicado en porcentajes que asume el suelo al momento de cambiar de su etapa plástica a un estado semilíquido. (MTC E-110, 2016, p. 67). ASTM D 4318.

Límite Plástico: según la norma, es la humedad más baja con que se forman pequeñas muestras de suelo de  $\varnothing$  1/8", rodadas entre un plano liso y el palmoteo con la mano, sin desarmar la muestra, siendo la frontera entre el estado semisólido y plástico de un suelo al deformarse sin despedazarse (MTC E-111, 2016, p. 72).

Índice de plasticidad: Según la norma es la divergencia entre el límite líquido y el límite plástico de una muestra, pero cuando no se pueda determinar ninguno de ellos o el  $LL > LP$ , se precisará como NP (no plástico) (MTC E-111, 2016, p. 72). Referencia NTP 339.129:1999.

Contenido de sales: es la cuantificación de sales solubles en agua. de una muestra de suelos. (MTC E-219, 2016, p. 378). Referencia NTP 339.152:2002.

Hidrología e hidráulica: La norma, establece que se enfoca en el diseño de las obras de drenaje de aguas por precipitaciones necesarias y determinadas (MTC E-219)

Módulo de resiliencia: disposición de la propiedad elástica de un suelo. Para el pavimento rígido debe tomarse como el módulo de interacción suelo estructura en la subrasante (valor k) (MTC, 2013, p. 42).

Pavimento: capa estructural dispuesta para disipar las cargas de tráfico producto del paso vehicular, peatonal o medio de transporte, sin sobrepasar la capacidad de carga del terreno natural. Compuesta por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura. (MTC, Manual de carreteras, 2013, p. 24)

Tipos de Pavimento: tenemos a los Pavimentos Flexibles, Semirrígidos y Rígidos (MTC, 2013, p. 24).

Concreto: Se establece como la mixtura de cemento Portland u otro cemento hidráulico, áridos grueso o fino y agua, añadido con aditivo o no, el cual se fortifica con el cemento en la reacción química del agua.

Factores de diseño de pavimentos: Son fraccionados en cuatro condiciones, medio ambiente, tráfico y carga, materiales y criterios de falla.

El concreto y sus componentes: El concreto es una combinación de varios materiales, conforme a una cantidad proporcional medida. Su diseño de mezcla se elabora según el área geográfica, el tiempo climático y otros factores que siempre inciden en su comportamiento y durabilidad, su composición es:

Cemento: Producto pulverizado del Clinker, tiene la particularidad de que, sumado proporcionalmente con agua, se solidifica al fraguar con el agua como al aire formando una pasta sólida (AASHTO M-85). Para efectos de la investigación trabajaremos con cemento Portland tipo 1.

Agregados: Son los elementos áridos en la constitución del concreto, clasificados como agregados gruesos y agregados finos, estos materiales inertes deberán acatar las exigencias de la ASTM C29 y ASTM C33. Los ensayos de agregados a aplicarse en el proyecto de investigación son de Granulometría, Humedad de absorción y Ensayo de impacto sobre los agregados

Agua: Líquido componente para la mezcla de concreto deberá cumplir con ciertos parámetros máximos de acuerdo a ASTM C1602M - 18 y ASTM C1603 – 16.

Aditivos: Son químicos que se adicionan al concreto en el proceso de mezcla para variar ciertas propiedades, aplicables de acuerdo a las condiciones de la obra.

Aire atrapado: Reduce las propiedades mecánicas, dado que genera porosidades y vacíos, y al ser más permeable es proclive al ataque de aguas agresivas y congelamiento. Debe realizarse una buena compactación para eliminarlo.

Propiedades físicas y mecánicas del concreto: se presentan dos periodos.

Concreto fresco: Es el estado de la muestra entre el tiempo de su formación adecuada manual o mecánico hasta el fraguado.

Propiedades del concreto fresco: Las cualidades que debe tener una composición de concreto, obedecerán a las circunstancias de diseño que se desea alcanzar, como el de Consistencia, que es el comportamiento del afianzamiento de un concreto moldeado, llamado también revenimiento o “slump”. Trabajabilidad, manejo del concreto fresco. Homogeneidad, que es la consolidación al asentarse los materiales con un mínimo de vacíos. Uniformidad, es la dispersión homogénea de la masa de mezclado del concreto, que se altera por los fenómenos de Segregación (cuando el agregado grueso, se despliega del mortero) y Exudación (ascenso del agua hacia la superficie). Fraguado, paso del concreto en estado plástico hasta su endurecimiento. Curado, saturación de la probeta en agua y cal que asegure la hidratación del cemento para el proceso de rotura.

Concreto endurecido: Lapso en la cual el concreto logra una resistencia mecánica, usualmente se admite que a los 7 días de edad el concreto, este debe estar entre el 70% y 80% de su resistencia diseñada.

Propiedades del concreto endurecido: Se pueden clasificar en propiedades físicas como la Densidad, que es la cantidad de peso sobre la unidad de volumen, en los concretos vibrados llegan a 2300 a 2400 kg/m<sup>3</sup>. Compacidad, donde en un volumen fijo contenga la mayor cantidad de agregado grueso y la mayor cantidad de pasta.

Retracción, baja del volumen del concreto durante el transcurso de fraguado, producto de la evaporación del agua.

Propiedades mecánicas del concreto endurecido: como la compresión ( $f'c$ ), que es el soporte de carga de una muestra de concreto sobre una superficie determinada.

Tracción, manifestado por el estiramiento de una muestra por fuerzas en una misma dirección y contrario sentido, produciendo una deformación elástica. Flexión, punto de quiebre al esfuerzo máximo de la fibra dentro de la probeta, cuando estos no se rompen se presenta la resistencia de fluencia.

Abrasión, que es la capacidad de resistencia de la superficie al desgaste, fricción o cavitación provocada por un agente del medio ambiente. Módulo de rotura, que es la tensión máxima de una probeta prismática, de soporte a ensayo de flexión de tres puntos indicado en N/mm<sup>2</sup> o MPa.

Deformación, alargamiento dispuesto en medida que se acrecienta la carga.

Durabilidad, sometimiento para resistir la acción de intemperismo.

Patología del concreto: enfermedad, defecto o daño que sufre la estructura de concreto, con causa posible de deterioro por el tiempo o cargas fluctuantes no tomadas en el diseño.

Concreto con reforzamiento de fibras (CRF): El hormigón reforzado con fibras, es un material conformado por fibras (metálicas, plásticas, fibras de vidrio, etc.) embebidas y distribuidas en la matriz de hormigón (Orbe *et al.* 2015, p. 2).

Resistencia a Tracción: la aplicación del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral, registra la capacidad de carga residual post-fisura representadas a través del diagrama tensión-deformación (ACI 544.1R-96,2009). El ensayo brasileño, es el método estandarizado para encontrar un valor de la resistencia a tracción del concreto. Consiste en aplicar una carga externa de compresión en una de las caras de la muestra cilíndrica o cúbica, mientras que el extremo opuesto a la carga permanece apoyado. Llamado también Ensayo de tracción indirecta, ensayo de tracción por hendimiento a la rotura.

Método AASHTO: Inicialmente AASHO, fue generado en los Estados Unidos en el tiempo de los 60, con el desarrollo de relaciones deterioro-solicitación, pero no fue hasta su versión mejorada en el año 1993 donde, introduce la noción de serviciabilidad, como un régimen de su capacidad para ofrecer una superficie suave y lisa al usuario.

El método A.C.I.: diseño de la dosificación del hormigón se fundamentó en calcular la cantidad de materiales (cemento, agua, grava y arena) tanto en volumen como en peso, para una mezcla en su etapa fresca como endurecida.

Método PCA-98: Proceso de diseño de la Asociación del Cemento Portland de los Estados Unidos (PCA) que considera dos criterios. La fatiga que establece que las cargas que recibe la losa de concreto deben mantenerse en límites aceptables, en la prevención del agrietamiento, y la erosión, que limita en los pavimentos los efectos de la deflexión en zonas críticas como, esquinas, orillas y juntas.

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Pues bien, se indica que este diseño puede ser de orden experimental, si hay un riguroso control de variables, o cuasi experimental en caso contrario (Tamayo, 2003, p. 57). Desde otro punto se describe sobre los grupos de estudio los cuales no han sido elegidos por casualidad, porque ya estaban desarrollados previamente en la investigación (Borja, 2012, p. 29). El diseño experimental planteado en nuestro proyecto es cuasi experimental, porque se encuentran establecidas las etapas de desarrollo de la investigación como son: La revisión documental de informes, los estudios preliminares, la realización de ensayos del material seleccionado, la ejecución de pruebas de laboratorio, el análisis de resultados y conclusiones. El diseño es de corte transversal, por lo que los ensayos serán en un tiempo determinado y comparado con los resultados de las otras muestras cilíndricas.

##### **3.1.1 Tipo de estudio**

La investigación es del tipo aplicada, porque su exploración se fundamenta en edificar, proceder, conocer y cambiar una realidad problemática, siempre orientada en la búsqueda de un método inmediato para resolver el problema antes del conocimiento universal (Borja, 2012, pág. 10).

Nuestra investigación es aplicada, ya que anticipa el diseñar una mezcla para un pavimento rígido con la incorporación de polietilentereftalato y fibras de acero en un concreto natural matriz, basada en experiencias anteriores, para que con esta modificación se pretenda solucionar los problemas de ciertas patologías presentadas en el concreto de la Vía La Rinconada.

### 3.1.2 Enfoque de investigación

Es cuantitativa dado que se ha basado en la recopilación de datos para evidenciar la hipótesis, con base en una aproximación numérica y análisis estadístico, a fin de generar muestras secuenciales de comportamiento y definir las teorías de comportamiento estudiadas (Hernández, Fernández y Baptista 2014, pág. 4).

Al plantear nuestro problema presentamos en orden esquemático el proyecto investigado cuya redacción pretende probar la hipótesis, a través de la información recopilada y analizada detalladamente, estos resultados de las pruebas del muestreo discrecional, concluirán en demostrar las teorías estudiadas.

### 3.1.3 Nivel de investigación

El trabajo es de nivel descriptivo Correlacional, estos buscan señalar las características significativas de individuos, agrupaciones, asociaciones o cualquier otro fenómeno que sea sometido a su análisis (Dankhe, 1986).

El proyecto investigará y determinará las propiedades y características de las probetas de concreto ensayadas describiendo detalladamente lo estudiado. Y es correlacional debido a que su objetivo es de evaluar la población, analizar las muestras y medir en el muestreo el grado de relación que existe entre el polietilentereftalato y las fibras de acero, descrito en el objetivo de la tesis de estudio.

## **3.2 Variables y Operacionalización**

### 3.2.1 Variables

Variable es una propiedad que alcanza a variar y cuya modificación es capaz de medirse u observarse. La investigación ha tratado discrecionalmente dos variables independientes, para ver su consecuencia sobre la otra variable dependiente, estos grupos hechos antes de los ensayos están definidos por porcentajes en su dosificación.

#### 3.2.1.1 Variables independientes

Es la decisión determinativa de la incidencia de una o más causas en la mejora de una nueva tecnología (Hernández *et al.* 2014, p. 45)

X1: Fibra de Polietilentereftalato PET y

X2: Fibras de acero

Definición conceptual del PET

Polietilentereftalato (PET): es una fibra polimérica de alta elaboración con varias aplicaciones, este poliéster (resina termoestable) es producido por una interacción entre un di-ácido y un di-alcohol, su medio semi-cristalina le permite tomar una gran variedad de características tanto físicas como mecánicas que se contratan en la fabricación de fibras, películas, botellas e incomparables moldeados (Parthasarathy Pattabiraman, et al. 2005).

Definición operacional de las fibras PET

Las fibras PET, son de material termoplástico por ello pueden ser regeneradas al poseer ciertas características que son medibles, en sus presentaciones tanto físicas como geométricas.

Definición conceptual de las fibras de acero

Fibras de acero reciclado para el concreto (CRF): Son fragmentos entrecortados obtenidas de los desperdicios de producción diversa, en la industria mecánica por las tornerías conocido como viruta eliminándose finalmente en los botaderos sin control alguno (Moya 2019, pag.11).

Definición operacional de las fibras de acero

Las fibras de acero, son de excelente uso en el concreto por sus propiedades, al poseer un módulo de elasticidad diez veces mayor que el concreto, de gran adherencia a la mezcla y presenta alto alargamiento de rotura (Fernández, 1981, p. 5). La adición en la dosificación de la mezcla debe estar en el orden de 0.25% al 2% de volumen respecto al peso total del concreto, mayores porcentajes afectan su trabajabilidad, (Kosmatka, 2015).

Mientras SIKA, indica que en volumen sería de 12, 24 y 48 kg por metro cúbico de concreto en proporciones de 0.5%, 1% y 2% respectivamente. Las características mecánicas del CRF son la de Resistencia a tracción y Resistencia a la compresión. Usaremos la proporción de 0.8%, 1% y 2% del volumen del concreto. En la figura 1, se observa algunas características

geométricas de las fibras recicladas de acero producidas luego de un proceso de mecanizado en un torno, llamados comúnmente virutas.



Figura 1. Fibras de acero recicladas del torno.

#### 3.2.1.2 Variable dependiente

Efecto a consecuencia de la acción de la variable independiente (Borja, 2014 p. 23)

Y: Diseño de un pavimento rígido

Definición conceptual

Pavimento rígido, está formado por una losa de concreto, que puede contener armadura de acero y estar apoyada sobre una base o directamente sobre la subrasante, tiene un costo inicial elevado, con mantenimiento mínimo y su vida útil está entre 20 y 40 años. Este consta de tres clases, pavimento de concreto estándar con juntas, pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero dispuestos en mallas o fibras y pavimento de concreto con refuerzo continuado (MTC, 2013).

Definición operacional

El pavimento será medido a través de los elementos de diseño geométrico, carga vehicular, evaluándose las características de los agregados para la dosificación de la mezcla y sus propiedades físicas y mecánicas se presentarán en los estados fresco y endurecido.

La estructura del pavimento rígido: son la losa de concreto, Subbase, y Subrasante.

Losa de concreto: es la carpeta superior de rodamiento y principal estructura del pavimento rígido, soporta y transmite los esfuerzos a los que será sometido, puede estar sobre la subrasante o apoyada en un material selecto (subbase). Subbase, capa de material granular pétreos, construida sobre la subrasante y bajo la capa de rodadura, de excelente gradación, la cual deberá ser acabada y compactada requerido al 95% o 100% de su mayor densidad y verificada mediante el ensayo del próctor estándar. Subrasante, es la capa de terreno natural o de material de relleno, de una carretera que resiste la estructura de pavimento y que soporta las cargas de diseño transmitidas del tránsito proyectado. En la Figura N°6. se ilustra un esquema de losa de pavimento de concreto. En el diseño de pavimentos, describiremos tres métodos, AASHTO, A.C.I, PCA-98.

### 3.2.2 Operacionalización de variables

En su desarrollo trataremos de asociar definiciones y propuestas que presentan una perspectiva sistematizada de los fenómenos al detallar las relaciones entre variables (Hernández *et al.* 2014, p. 69).

### 3.3 Población muestra y muestro

Población: Según Tamayo (2003) señala que la población o muestra son dos factores emplazados por la ubicación geográfica, pero unidos por su delimitación, que localiza su problemática, lo cual se emplea en una investigación (pág. 119)

En nuestro campo de estudio se ha procedido a tomar como población a Vía La Rinconada en la Asociación de Propietarios La Rinconada en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Muestra: En ese manejo poblacional, se ha tomado un segmento específico, que es la muestra, de cómo se ejecutan un bloque de procedimientos para aprender la colocación de claras representaciones en el conjunto de una población o universo, donde para determinar el volumen de la muestra, es necesario aplicar las medidas del universo que se procura indagar (Ander-Eg, 1993 pág. 81).

El tipo de muestra manejada en este estudio será no probabilístico ya que, son denominadas muestras encaminadas, donde el proceso en su elección es informal y arbitrario (Hernández, *et al.* 2000, pág. 226).

Para el desarrollo de nuestro proyecto se expone como muestra al tramo km. 0+000 - 0+0.300 de la vía La Rinconada, en San Juan de Lurigancho.

La muestra tomada es representativa de la población de donde se desarrollarán los estudios preliminares para el nuevo diseño geométrico. Igualmente se tomarán muestras de un concreto natural matriz y del concreto reforzado adicionado con fibras, teniendo como guía el ACI 544.3R-08. 2008, en probetas cilíndricas, en la cantidad necesaria para atestiguar un análisis estadístico.

Muestreo: Detallando la investigación estructuraremos un muestreo que es el instrumento utilizado para la elección de los mecanismos de la muestra total de la población. Estas herramientas, consisten en una totalidad de normas, procesos y discernimientos que eligen una variedad de objetos acordes a una representación de dicha población. Para el planteamiento de las mezclas a criterio nuestro, se tomó las influencias de ACI 211.1, "Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y de masa", con el objetivo de obtener mezclas de consistencia media, facilitando su manipulación, colocación, compactación y una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días

Unidad de análisis: Estas herramientas o unidades de observación sistemática, serán los diferentes ensayos de las dos muestras, que se registrarán.

M1: Concreto natural matriz de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

M2: Concreto adicionando 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 0.8% de fibra de acero recicladas

M3: Concreto adicionando 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas

M4: Concreto adicionando 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas

M5: Concreto adicionando 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 0.8% de fibra de acero recicladas

M6: Concreto adicionando 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas

M7: Concreto adicionando 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas

Tanto en estado fresco como endurecido a los que someteríamos a las roturas de probetas según la edad del testigo recomendado en las normas actuales.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se desarrollarán a través del manejo de métodos e instrumentos, se seleccionarán según la información que se procura explicar (cuantitativa o cualitativa), el método obedece a los objetivos o del proceso de la investigación (Monje Álvarez, 2011, p. 133). Dado que vamos a estudiar objetos, la técnica complementaria que utilizaremos para la recopilación de datos es la de observación y la documentación.

La observación sería directa, por los ensayos de las muestras cilíndricas y prismáticas (figura 2) con y sin la adición del polímero PET y las fibras de acero, al concreto natural matriz (Borja, 2012, p. 33). En el análisis documental, se procesará la información

estudiada e interpretada para sintetizarla y resumirla en forma precisa (Castillo, Lourdes, 2005). Desde las tomas de decisión basados en los porcentajes de adiciones en las investigaciones descritas en los antecedentes, hasta los resultados concluyentes de las pruebas realizadas. Esta recolección de la información será por medio de formatos y fichas técnicas de los ensayos a realizarse, se muestra la tabla 1 sobre técnicas e instrumentos a emplearse.

**Tabla 1. Técnicas e instrumentos empleados**

<b>Variables</b>	<b>Guías</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	
<b>Diseñar un mezcla de concreto para un pavimento rígido</b>	Estudio de Tráfico	Índice medio diario anual (IMDA)	Formato del MTC de conteo vehicular	
	Estudio Topográfico	Levantamiento Topográfico	Equipos Topográficos, GPS, cuaderno de campo	
	Diseño de Mezcla	Método ACI - 211		Ficha técnica de diseño de mezcla
		Dosificación de las fibras PET		Fichas de registro
		Dosificación de las fibras de acero		Fichas de registro
	Ensayos de las muestras de concreto en Laboratorio		Ensayos del concreto en Estado fresco	Formato de Ensayo de Consistencia del concreto Test de "Slump"
			Ensayos del concreto en Estado endurecido	Formato de Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto Reforzado con Fibras
				Formato de Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto Reforzado con Fibras
				Formato de Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta del concreto Reforzado con Fibras

Fuente: elaboración propia.

Formatos de registro de la investigación:

- Formato del MTC de conteo vehicular.
- Plano de Levantamiento Topográfico.
- Formato de Valor de Soporte Relativo CBR. ASTM D-1883.
- Formato de Humedad Natural. ASTM D-2216
- Formato de Peso Específico ASTM D-854
- Formato de Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- Formato de Límite Líquido, Límite Plástico. ASTM D-4318.

- Formato de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso. AASHTO T-84 y AASHTO T-85.
- Formato de Peso Unitario Varillado y Suelto ASTM C29 - 2017
- Formato de registro de Pruebas de Esfuerzo a la Compresión de Testigos Cilíndricos de Concreto ASTM C39 – 07, NTP 339.034-11
- Formato de registro de reportes de ensayo a la flexión de probetas prismáticas de las vigas. ASTM-C-78
- Formato de Ensayo de esfuerzo a la Tracción indirecta por compresión diametral - Método Brasileiro.

La validez y confiabilidad de esta investigación ha sido sometida a través de los juicios de expertos cuya documentación registrada, ha sido analizada y determinada en los ensayos de mecánica de suelos y concreto, debidamente realizadas en un Laboratorio con los equipos calibrados y acreditados por INACAL y respaldados por especialistas (véase en Anexos).

### **3.5 Procedimientos**

En el ordenamiento de la recopilación de la documentación, se ha desarrollado en seis etapas:

La primera etapa, donde se seleccionará y recopilara la documentación respecto del diseño geométrico de Vía La Rinconada, con el IMDA, levantamiento topográfico, diseño geométrico propuesto para el diseño del pavimento rígido, cuya documentación de aceptación y validez se presentarán en los anexos.

La segunda etapa de investigación, se iniciará con el diseño teórico de mezcla, tomando las muestras de los agregados, para realizar los ensayos respectivos como análisis granulométricos, curva granulométrica, módulo de fineza, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico, contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados, entre otros.

La tercera etapa y principal hecho de investigación. se procederá con albergar los antecedentes e investigaciones descritas y necesarias para la determinación y aplicación de los instrumentos, enfocándose en el porcentaje adecuado para la dosificación de los elementos adicionados como son el Polietilentereftalato y fibras de acero recicladas en el concreto, para luego a través del muestro en testigos cilíndricos y prismáticos de concreto, hechas en el laboratorio, pasar a procesarlas en ensayos de compresión, de flexión, en búsqueda de la cuantificación de la dosificación

adecuada para el buen desempeño que ejercerá estas adiciones en el concreto ante las fisuras y mejora del comportamiento reológico.

En la cuarta etapa, las secuencias de las diversas pruebas se analizarán en forma sintetizada, registrándose en fichas y formatos según las exigencias técnicas, normas y códigos, se seguirá con el flujo de ensayo de las muestras de concreto a través de un cronograma de rotura de probetas en función de las fechas de fabricación de las muestras cilíndricas de 10x20 cm. (ASTM C-39, NTP 339.034, Ensayo de compresión de probetas cilíndricas de concreto) y prismáticas de 15x15x60 cm. (ASTM C-78, NTP 339.078, Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión), previstas en esta tesis, y que daría paso a la interpretación de los resultados.

La quinta etapa, se expondrán las discusiones que permitan dilucidar los hallazgos de los resultados, enfocando la relevancia de nuestra investigación.

Sexta etapa, se llegará a resumir con el conocimiento de los principales aciertos obtenidos de los resultados. Se presentarán las coordinaciones institucionales necesarias que aseguran la intervención del investigador en los diferentes procesos del estudio (véase en Anexos).

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Se empezará con el ordenamiento, recolección y análisis estadístico de la información y repercusión de los resultados obtenidos, luego de estos hallazgos se procederá con la demostración o negación de la hipótesis. En este desarrollo tendremos lo siguiente:

3.6.1 Estadística descriptiva: caracterizada por el análisis técnico siguiente.

Distribución de frecuencias: Utilizaremos herramientas como el software de Microsoft office Excel 2010, para muestrear la información tabulada y detallada en porcentajes y medidas cuantificables, graficándolos en histogramas y esquemas circulares (Borja, 2012 p. 35).

Medidas de tendencias: Se tomarán la Moda, Mediana y Media, de lo hallado en las investigaciones, como valores para determinar la mejor dosificación de las variables independientes.

Variabilidad: esta medida se adoptará para el rango, desviación estándar y varianza de los resultados de las pruebas (Borja, 2012 p. 36).

3.6.2 Estadística Inferencial: Esta admitirá trascender los resultados de los parámetros obtenidos de la muestra hacia la población, con cierto nivel de certeza debido al muestreo aleatorio. Para el desarrollo del estudio se tomarán los agregados provenientes de canteras concluyentes al área de estudio que cumplieran con los

parámetros y especificaciones granulométricas, sumados al cemento tipo 1, agua, fibras de acero reciclado y fibras de polietilentereftalato recicladas, requeridas para la dosificación de un hormigón con esfuerzo de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Seguidamente, se dosificará un concreto básico natural matriz (M1), sin adición de fibras para tomarlo como base comparativa versus el concreto adicionado (M2 al M7). Luego de acuerdo a las experiencias y resultados propuestos en los estudios que anteceden a esta investigación se adicionará en porcentajes recomendados que variarán desde 0.8 al 2% de fibras de acero recicladas y 20 kg y de 25 kg por metro cúbico de fibras de polietilentereftalato recicladas de 50mm x 4 mm. La figura 2, presenta la selección de fibras obtenidas.



*Figura 2.* Fibras de polietilentereftalato y de acero reciclados.

El concreto diseñado con la adición de las fibras, se expondrá inicialmente a los ensayos en su estado fresco, observando sus propiedades como: El de consistencia, a través de la prueba de revenimiento, realizado con el cono de Abrams, donde se observará la fluidez y asentamiento del concreto, también conocido como el “slump test”. En ella se evalúa la consolidación de una porción fresca de concreto en un molde troncocónico, donde se mide el asentamiento de la pasta después de desmoldarlo. ASTM C 143-78. Tomada las muestras en las probetas, en la cantidad requerida para los diferentes ensayos, se continuará con el proceso de curado, para luego programar

sus ensayos en los tiempos proyectados. En la figura N°3 se presenta diversas fallas típicas de rotura de especímenes.

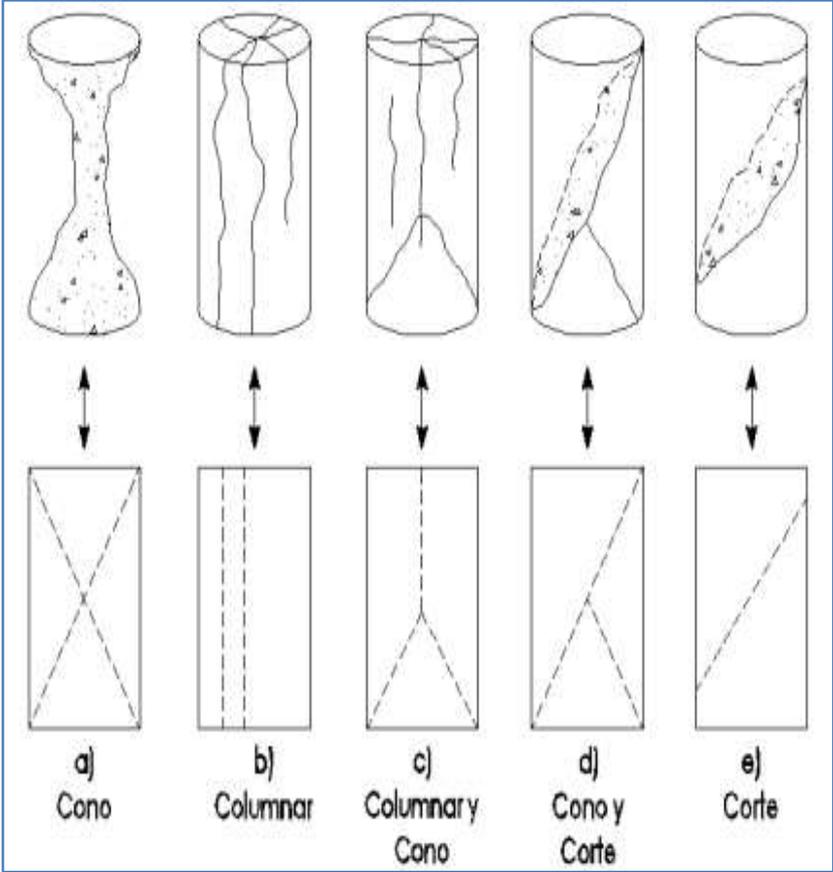


Figura 3. Fallas típicas en roturas de probetas a compresión. INECYC, 2009.

La adecuada elección de la proporcionalidad de las fibras poliméricas PET y las fibras de acero, se sintetiza en el siguiente cuadro de resumen de la tabla 2.

**Tabla 2. Resumen de sustento de proporciones de fibras**

TIPO	EDAD	Porcentaje para los ensayos		Sustento de Tesis / Artículo / Estudio			
		Fibras de Acero	Fibras PET	Autor	Fibras	Universidad	Tema
Concreto natural matriz sin fibras	7 días	0.00 %	0.00 %	De acuerdo al diseño según los resultados del análisis granulométrico de los agregados	SIN FIBRAS		ACI - 211
	28 días						
Concreto natural matriz con fibras PET y de Acero	7 días	0.80 %	1.00 %	Moya y Cando (2016), en su artículo demostraron que la adición del 20 kg/m <sup>3</sup> de fibras de acero recicladas, sobre el volumen del concreto daban mejoras a la resistencia en 347.93 kg/cm <sup>2</sup> , sobre un concreto matriz de 241.11 kg/cm <sup>2</sup>	FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS	UNIVERSIDAD NACIONAL DE ECUADOR	"Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado"
	7 días	1.00 %		Farfán, et al (2018), en su artículo obtuvo resultados favorables con el uso de 25 kg/m <sup>3</sup> llegando a una resistencia de 223 kg/cm <sup>2</sup> sobre el concreto matriz de 210 kg/cm <sup>2</sup> a los 14 días de rotura.	Fibra de Acero: SIKA FIBER 65/35 NB	UNIV. CÉSAR VALLEJO	"Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto"
	7 días	2.00 %		Flores (2018), en su estudio tuvo por resultado con el uso del 2% (48 kg/m <sup>3</sup> ) 439 kg/cm <sup>2</sup> sobre un concreto matriz de 396 kg/cm <sup>2</sup> , con el rango de dosificación de fibras de acero va de 0.5% y 2% respecto del volumen total del concreto expuesto en kg sería 12 y 48 kg por m <sup>3</sup> (p. 43).	SIKA 65/35 NB	UNIV. CÉSAR VALLEJO	"Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"
	14 días	0.25 %	1.00 %	Aquino (2019), obtuvo resultados positivos utilizando 1% del volumen de concreto con una resistencia de 223 kg/cm <sup>2</sup> , sobre el concreto matriz de 210 kg/cm <sup>2</sup> .	Fibras PET recicladas	UNIV. NAC. DEL SANTA - CHIMBOTE	"Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional"
	28 días	2.00 %		Léctor y Villarreal Pinedo (2017), obtuvieron resultados por debajo del concreto matriz al usar 5%, 10% y 15% del volumen de concreto	Fibras PET recicladas	UNIV. NAC. DEL SANTA - CHIMBOTE	"Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote"

Fuente: Elaboración propia

Continuaremos con los ensayos en su estado endurecido, de las muestras tomadas de acuerdo a las fechas programadas para su rotura. La medición de las propiedades se evaluará con los ensayos de resistencia a la compresión y de flexión como se indica en la tabla 3.

**Tabla 3. Porcentajes de muestras requeridas**

CONCRETO	DIAS DE PRUEBA	ADICION DE 20 KG/M3 DE PET	ADICION DE 25 KG/M3 DE PET	Relación agua/cemento	# DE ROTURAS
Concreto Natural Matriz M1	7 días	M1 CONCRETO NATURAL MATRIZ		0.70/0.60/0.50	9
	28 días				9
Resistencia a la Compresión M2,M3,M4,M5,M6,M7	7 días	0.80 % FIB.ACERO	0.80 % FIB.ACERO	0.70/0.60/0.50	6
		1.00 % FIB.ACERO	1.00 % FIB.ACERO		6
		2.00 % FIB.ACERO	2.00 % FIB.ACERO		6
	28 días	0.80 % FIB.ACERO	0.80 % FIB.ACERO	0.70/0.60/0.50	6
		1.00 % FIB.ACERO	1.00 % FIB.ACERO		6
		2.00 % FIB.ACERO	2.00 % FIB.ACERO		6
Resistencia a la Flexión M1, M8	28 días	M1 CONCRETO MATRIZ		el óptimo a/c	1
		% de mejor resultado Óptimo a la compresión	% de mejor resultado Óptimo a la compresión	el óptimo a/c	2
Resistencia a la Tracción	28 días	M1 CONCRETO NATURAL MATRIZ		el óptimo a/c	1
		% de mejor resultado a la compresión			1
<b>TOTAL DE MUESTRAS</b>					<b>59</b>

Fuente: Elaboración propia

En los procesos de elaboración de la dosificación de las muestras encontramos una equivalencia promedio del porcentaje de fibras por volumen de concreto:

0.80% de fibras de acero  $\approx$  20 kg/m<sup>3</sup>, aproximadamente.

1.00% de fibras de acero  $\approx$  25 kg/m<sup>3</sup>, aproximadamente.

2.00% de fibras de acero  $\approx$  48 kg/m<sup>3</sup>, aproximadamente.

Fibras PET recicladas de 50 mm x 4 mm.

### 3.7 Aspectos éticos

Como autor de esta investigación se garantiza la calidad de la información detallada, respetando los valores éticos atribuibles a autorías de otros estudios, enunciados en las narraciones citadas.

Se ha respetado la confiabilidad en el diseño y comprobación de los resultados proporcionados a través de los diferentes ensayos que se han efectuado en laboratorios con equipos certificados y calibrados por entidades debidamente inscritas en INACAL.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

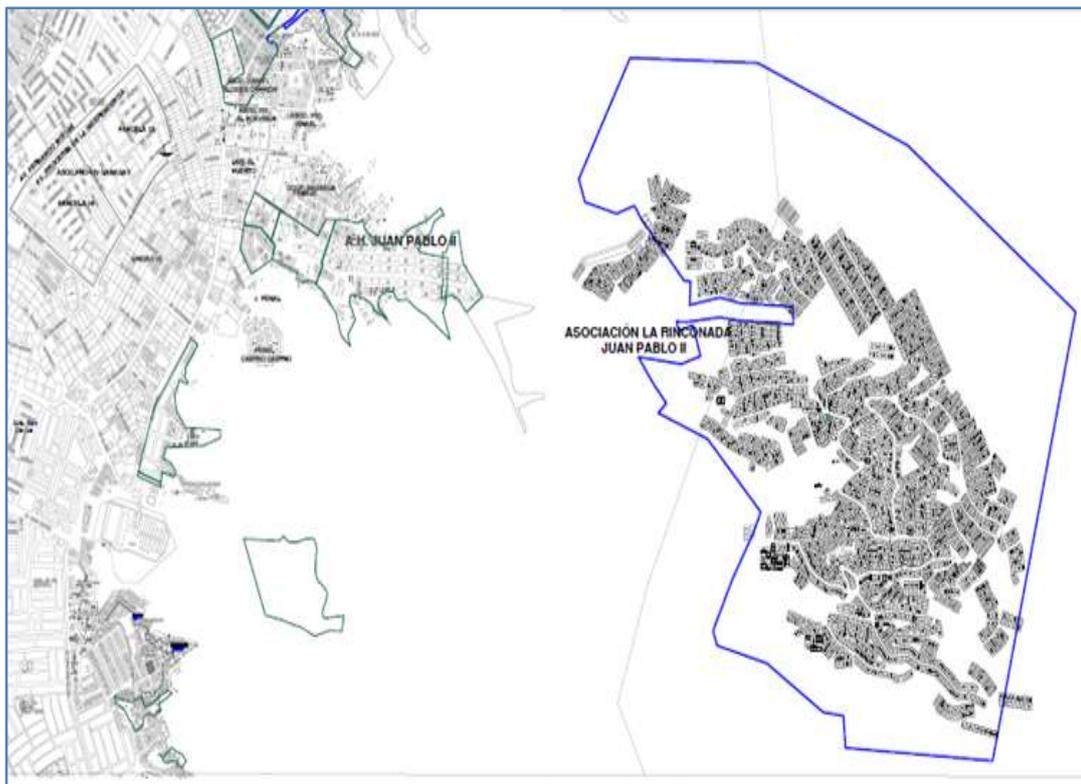
Dentro de los estudios preliminares se ha trazado un plano topográfico, de manera de proceder a mejorar el diseño de la ruta de acceso, se presenta la figura 4 sobre la localización, del lugar estudiado.

Localidad: La Rinconada de Juan Pablo II

Distrito: San Juan de Lurigancho

Provincia: Lima

Departamento: Lima



*Figura 4.* Cuadro de Localización geográfica.

En la siguiente figura 5, se presenta una percepción aérea de la localidad del presente estudio según la información de ubicación rescatada desde el google maps.



Figura 5. Vista aérea del acceso a la Asociación La Rinconada.

De acuerdo al estudio del proyecto se llevo a cabo en primer lugar el reconocimiento de la zona y la recopilación de la información documentada. En segundo lugar, se procesó la data tomada del levantamiento topográfico, así como el registro de la carga vehicular. El siguiente plano de planta según se aprecia en la figura 6, se observara el levantamiento inicial tal y como está constituido la vía de acceso de calle la Rinconada.

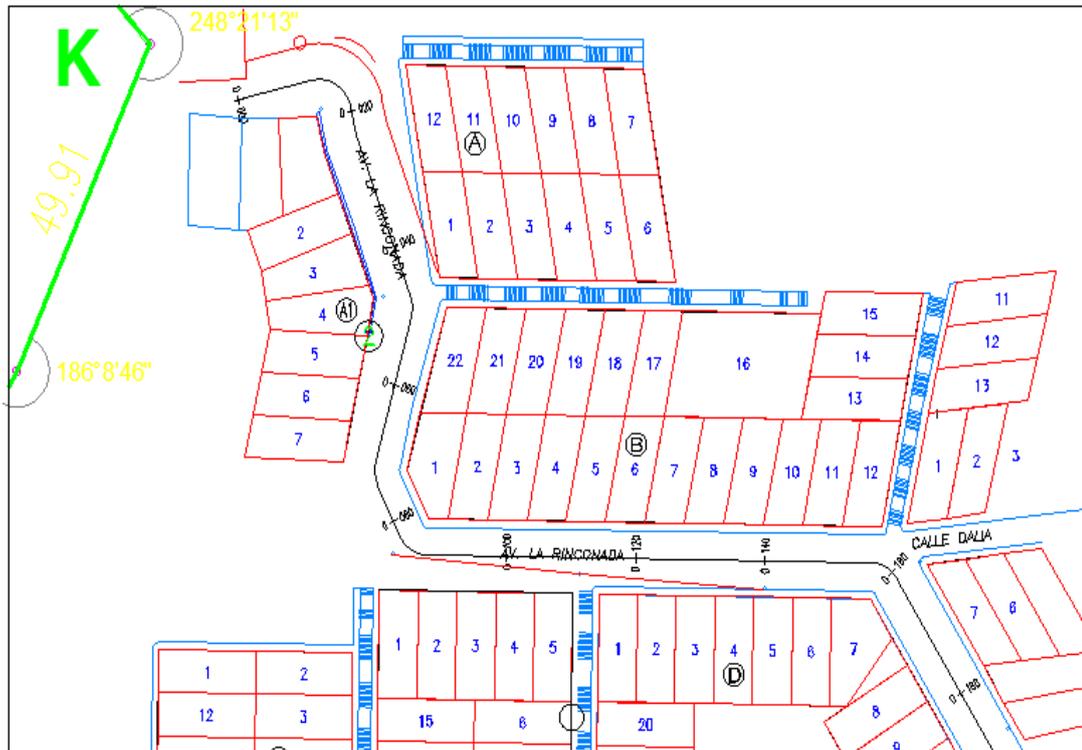


Figura 6. Plano de planta del actual acceso a la Asociación La Rinconada.

En la figura 7, se presenta el plano de perfil apreciándose elevadas pendientes.

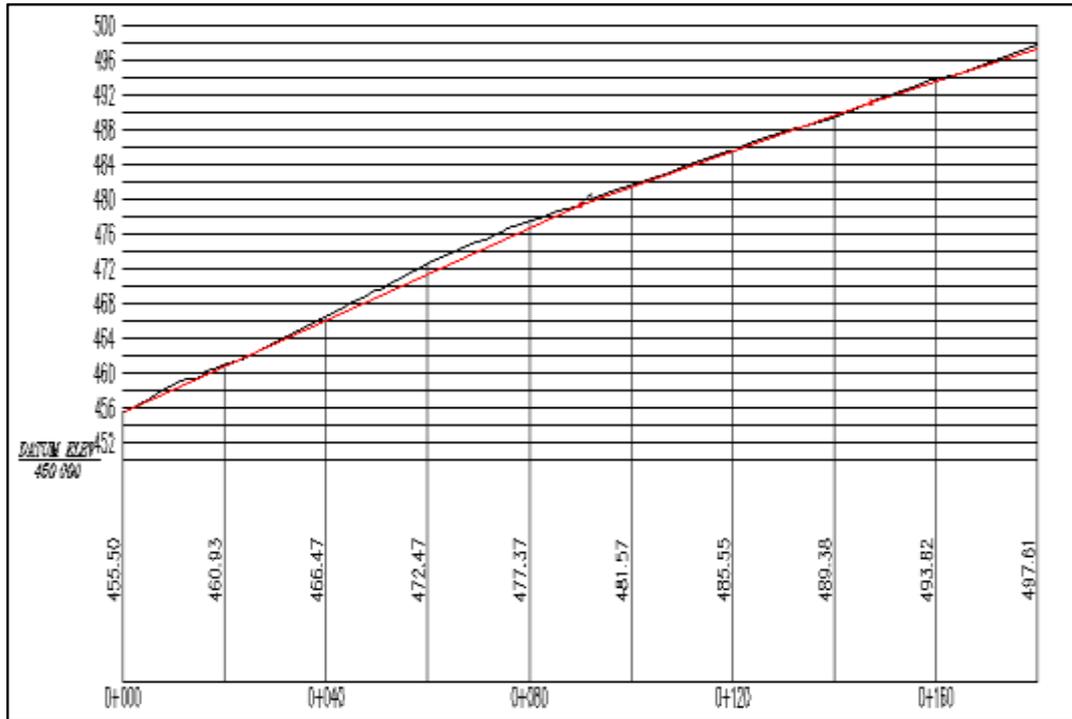


Figura 7. Plano de Perfil longitudinal del actual acceso a la Asociación.

Del levantamiento de la información de campo se presenta la tabla 4, respecto a las pendientes de la vía La Rinconada, que llegan al 30%.

**Tabla 4.** Datos del levantamiento topográfico inicial

Tramo	Progresiva	Cota superior	Cota baja	Pendiente
Calle La Rinconada	0+020	460.93	455.50	27.15%
Calle La Rinconada	0+060	472.47	466.47	30.00%
Calle La Rinconada	0+100	481.57	477.37	21.00%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1 Ingeniería básica IMDA

##### Estudio de tráfico

Se ha registrado el flujo vehicular para el estudio de mejorar y construir, los días 08/09/2020 y 15/09/2020, que son de afluencia de propietarios y usuarios, asentados en los cuadernos de control del servicio de vigilancia en el acceso a la vía La Rinconada, en la determinación del nuevo diseño de la vía La Rinconada, de manera de optimizar la infraestructura vial en la demanda de un buen servicio de circulación vial, por lo que se adjunta el IMDA (ver anexos).

#### 4.1.2 Levantamiento topográfico

En el desarrollo del recorrido de campo se ha levantado y ubicado los vértices de una poligonal, en el enmarcamiento perimetral, del área a mejorar del acceso a la vía, determinándose el constituirla desde la zona no asfaltada de la calle Las maravillas (progresiva 0+000) y calle La Rinconada (progresiva 0+300) totalizando 300 m. en el trazo de la mejor ruta como se observa en la tabla 5.

**Tabla 5.** Longitud del mejoramiento del acceso a Vía La Rinconada

Tramo	Longitud (m)	Vía	Estado de conservación
Calle La Rinconada	135.96	afirmado	mal estado
Calle La Rinconada	110.00	Pavimento rígido	mal estado
Calle Maravillas	54.04	afirmado	mal estado

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3 Procesamiento de data tomada de campo

La información almacenada en la estación total, ha dado los siguientes resultados, expresados en las tablas 6 y 7 siguientes.

**Tabla 6.** Elementos de curvas circulares

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES													
ID	R	L	Lc	COORDENADAS UTM		E	M	°	T	PC	PI	PT	P
				NORTE	ESTE								
C-1	20.00	13.180	12.941	8674899.3449	285361.1302	71.137	1.076	37°45'12.93"	6.838	0+016.82	0+023.66	0+030.00	8.00
C-2	13.70	39.990	27.231	8674941.7202	285508.7639	109.783	12.18	167°15'37.03"	122.721	0+054.04	0+176.76	0+094.03	8.00
C-3	13.70	35.950	26.490	8674838.7590	2853321.1276	39.913	10.199	150°23'21.46"	51.833	0+133.51	0+185.34	0+169.46	5.00
C-4	13.70	13.700	13.133	8674836.2723	285487.5739	1.910	1.676	57°16'43.47"	7.842	0+276.62	0+284.10	0+290.31	8.00

Fuente: Ecymol SAC.

**Tabla 7.** Puntos de control topográfico

PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICO				
	8674867.739	285407.131	449.023	BM-1
	8674801.363	285474.483	494.081	BM-2
	8674922.727	285350.121	431.459	E-5
	8674837.383	285493.848	473.000	E-1
	8674828.646	285419.231	464.064	E-2
	8674900.925	285405.625	438.144	E-3
	8674903.217	285340.683	123.831	E-4

Fuente: Ecymol SAC.

#### 4.1.4 Parámetros para el diseño geométrico

De los datos obtenidos de campo observamos las serias dificultades que presenta la vía respecto a sus pendientes muy elevadas, limitando el tránsito seguro que pueden ocasionar accidentes, para ello buscamos presentar los elementos de diseño y metodologías que precisen parámetros en la obtención de garantías, que serán las pautas en las que nos apoyaremos en el nuevo diseño a proponer. Para lo cual presentamos la tabla 8 con datos estandarizados y enfocados en el Manual de diseño geométrico de carreteras.

**Tabla 8.** *Parámetros de diseño vial*

<b>Parámetros de diseño vial</b>			
Ítem	Descripción	Valor	Norma DG-2018
1	Velocidad directriz	30 km/h	Tabla 204.01 (p. 97)
2	Distancia de visibilidad	35 m.	Tabla 205.01 (p. 104)
3	Máxima 9%	35 m.	Tabla 205.01-A (p. 105)
4	Mínima 3%	35 m.	Tabla 205.01-A (p. 105)

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018.

#### 4.1.5 Propuesta de nuevo diseño

La determinación del diseño geométrico de la nueva vía de acceso, fue el sostener una apropiada ruta con menores pendientes a las presentadas en campo; en la figura 8 observarán el trazo iniciado desde el tramo 1 de la vía Las Maravillas no pavimentada (progresiva 0+000), hasta el tramo 2 de la vía La Rinconada (progresiva 0+300), totalizando una longitud de 300 metros.

La propuesta alberga el corte y relleno del terreno, así como la reubicación de la lotización en la zona del proyecto.

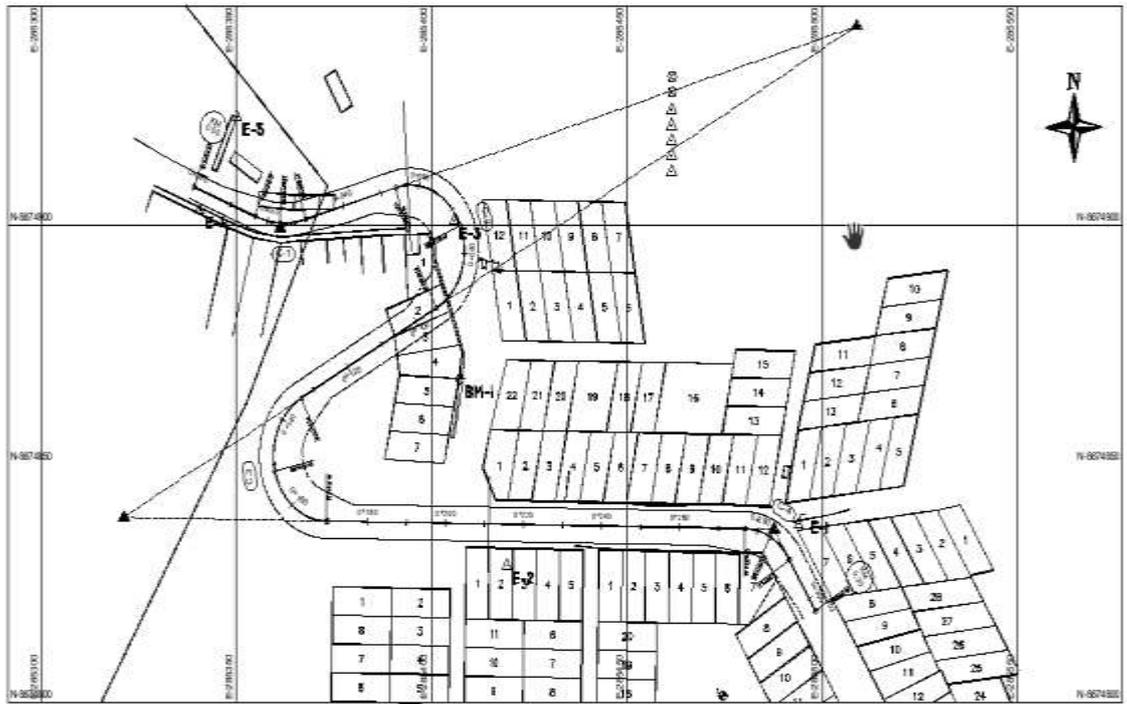


Figura 8. Vista de Planta de propuesta de acceso a la Asociación La Rinconada.

Fuente: Ecymol SAC.

En la siguiente figura 9, se ve la vista de perfil del diseño geométrico propuesto final, en la cual la reducción de la pendiente mejorará el acceso.

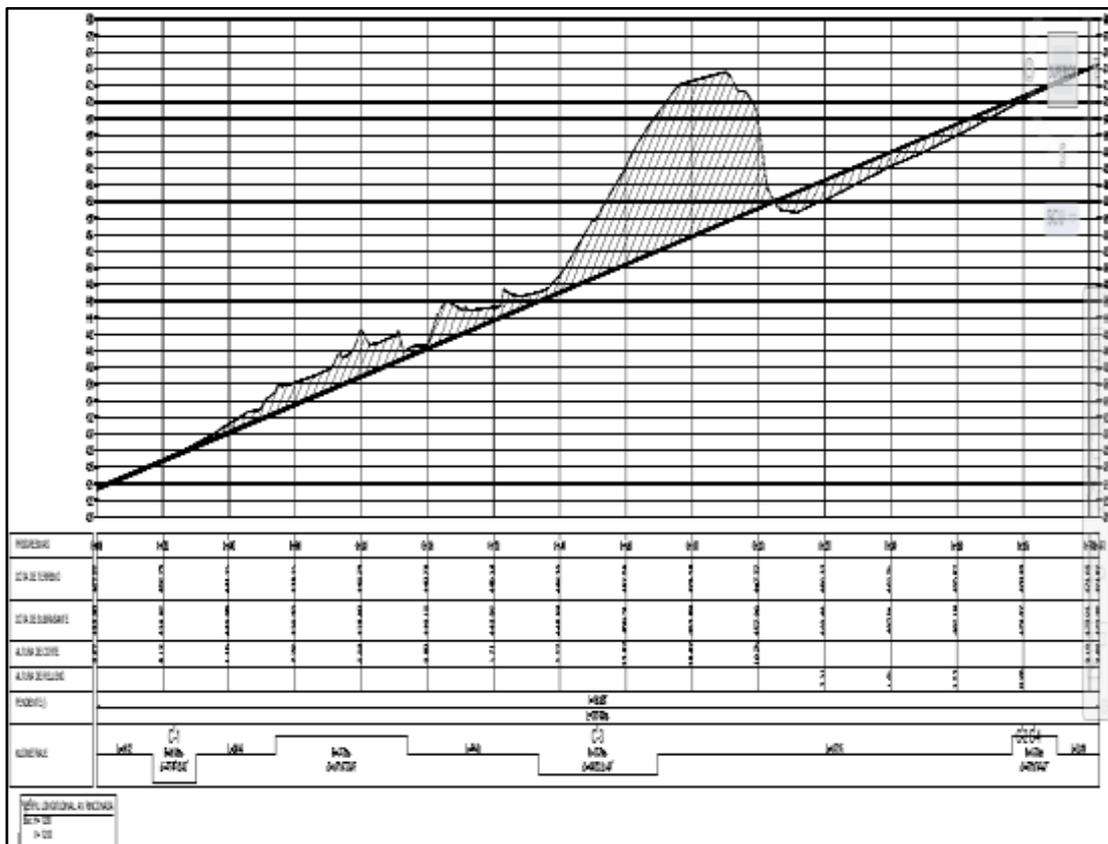


Figura 9. Vista Perfil longitudinal de propuesta de acceso a la Asociación

## **Características técnicas del diseño**

### **Clasificación de la vía**

Según su función : Red Vial secundaria (sistema distrital)

Según la demanda .3ra clase (IMDA menor a 400 veh/día)

Según condiciones orográficas :3 y 4

### **Por su función y servicio**

La vía La Rinconada, pertenece al sistema vial distrital, donde esta vía apertura el acceso a la nueva población de la Asociación La Rinconada Juan Pablo II, esta expansión del sector que por su función y servicios que brindará, formará parte de la Red vial secundaria y pertenecerá al sistema distrital.

### **Por la demanda de Tráfico**

El tráfico futuro respecto al año se ha proyectado para un diseño de vía de período de 20 años, obteniéndose el rango menor a 400 veh/día por lo que se clasifica de tercera clase.

### **Por las condiciones orográficas**

De acuerdo a lo verificado en campo se tiene una topografía accidentada, tipo 3 y 4.

### **Velocidad de diseño**

Esta velocidad directriz, será la máxima velocidad que se deberá sostener con seguridad sobre todo el sector de determinación de la vía. Para este proyecto se ha considerado lo indicado en las normas DG – 2014 por lo que se adopta una velocidad entre 30 km/h a 50 km/h, con algunas excepciones debido a lo accidentado de la zona del estudio.

### **Vehículo de diseño**

Se ha considerado dos tipos de vehículos, ligeros y pesados, que están referidas al radio mínimo de giro que permita de acuerdo a la norma DG-2018, recorrer con seguridad y comodidad.

### **Ancho de calzada**

Según norma DG-2018, la tabla 304.01 para una vía de tercera clase de dos carriles y orografías de 3 y 4 el ancho de calzada a ejecutar es de 6.00 m.

### **Ancho de bermas**

Según la tabla 304.02 de la DG-2018, el ancho de bermas estipulado es de 0.50 m. Pero en esta investigación se asumirá un ancho de bermas de 1.00m., de manera que no afecte el talud de corte.

## Bombeo

La inclinación mínima transversal esta normada en la DG-2018, tabla 304.03, esta indica la dependencia según las precipitaciones de la zona, en este estudio se tomará el 2.5%.

## Peraltes

Las curvas horizontales serán peraltadas de forma de contrarrestar la fuerza centrífuga vehicular, siendo del 4% para zonas urbanas.

En la siguiente figura 9, se ve en planta el diseño geométrico propuesto final, con modificaciones de lotización de la Asociación La Rinconada.

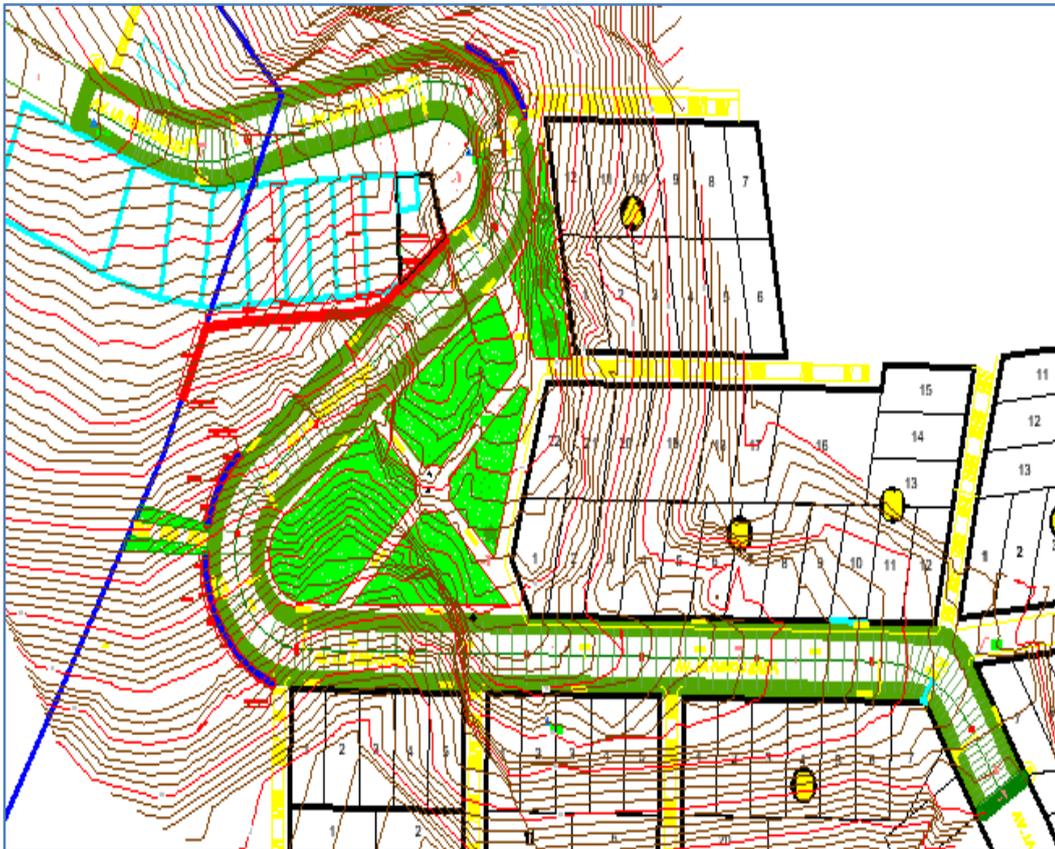


Figura 10. Vista de planta de propuesta de acceso a la Asociación .

En la siguiente tabla 9, se presenta las pendientes surgidas del nuevo diseño geométrico propuesto final de la Asociación La Rinconada.

**Tabla 9. Datos del nuevo diseño geométrico**

Tramo	Progresiva	Cota	Cota	Pendiente
		superior	baja	
Calle Las Maravillas	0+000	423.57	423.30	0.27%
Calle Las Maravillas	0+020	426.68	423.30	16.90%
Calle Las Maravillas	0+040	430.06	426.68	16.90%
Calle Las Maravillas	0+060	433.43	430.06	16.85%
Calle La Rinconada	0+080	436.80	433.43	16.85%
Calle La Rinconada	0+100	440.18	436.80	16.90%
Calle La Rinconada	0+120	443.56	440.18	16.90%
Calle La Rinconada	0+140	446.93	443.56	16.85%
Calle La Rinconada	0+160	450.31	446.93	16.90%
Calle La Rinconada	0+180	453.69	450.31	16.90%
Calle La Rinconada	0+200	457.06	453.69	16.85%
Calle La Rinconada	0+220	460.44	457.06	16.90%
Calle La Rinconada	0+240	463.81	460.44	16.85%
Calle La Rinconada	0+260	467.19	463.81	16.90%
Calle La Rinconada	0+280	470.57	467.19	16.90%
Calle La Rinconada	0+300	473.94	470.57	16.85%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6 Metrados calculados del nuevo diseño

En la tabla 10 se presenta, los metrados hallados.

**Tabla 10. Metrados de movimientos de tierra**

Descripción	Volumen (m3)
Volumen de Corte	20,052.57
Volumen de Relleno	1,098.96
Metrado Base	475.44
Metrado Pavimento	118.86
Metrado Sardinell	44.34
Metrado Base Vereda	105.56
Metrado Vereda	70.30

Fuente: Ecymol SAC.

#### Analisis granulométrico de la subrasante (Terreno natural)

% de grava [N°4 < f < 3"]	70.0
% de Arena [N°200 < f < N°4]	27.4
% de Finos [< N°200]	2.6
Índice Plástico	NP
% de Humedad	0.6
Clasificación SUCS ASTM D-2487-05	GW

Clasificación AASTHO ASTM D-3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra	Grava bien gradada

### **PRÓCTOR MODIFICADO**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.171
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6.2

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

C.B.R. al 100% MÁXIMA DENSIDAD SECA	0.1"	59.4
C.B.R. al 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA	0.1"	35.0
C.B.R. al 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA	0.2"	78.0
C.B.R. al 100% MÁXIMA DENSIDAD SECA	0.2"	48.0

### **Observación**

Suelo con características de compactación bueno, como material de relleno muy estable, excelente como subrasante y como base granular bueno.

#### **4.2 Diseño de Mezcla de las muestras de concreto**

La norma usada es ACI 211.1 que, a su vez, está se basa en la norma ASTM C33, donde se reseña a las descripciones granulométricas. Los materiales empleados en la mezcla, fueron administrados por el distribuidor de materiales de construcción cercana a la zona de estudio y del laboratorio de suelos-concreto JCH SAC.

En cuanto al cemento ha sido del tipo 1, adjuntándose su ficha técnica. Referido los ensayos de los materiales se procedió al diseño de mezcla, tomándose como base lo determinado en el ACI.

La mezcla deberá dosificarse para obtener una resistencia a la compresión promedio ( $f'_{cr}$ ), mayor al  $f'_{c}$  (Rivera, 2011). De acuerdo a los ensayos realizados se tomará una resistencia requerida de  $f'_{c} = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

##### **4.2.1 Valoración de la correlación agua cemento (A/C)**

Este es el elemento más sustancial en el diseño de mezclas de concreto, porque con él se pueden establecer los requerimientos de resistencia, durabilidad, permeabilidad y acabado. La resistencia del concreto obedece prioritariamente de la relación por peso entre el agua y el cemento. El agua potable fue provista del servicio de las instalaciones del Laboratorio. Conforme más agua se sume a la mezcla, crece su fluidez y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, pero también

inicia la reducción de su resistencia, debido a la mayor cantidad de espacios creados por el agua libre. Para determinar esta relación se utiliza la tabla 11 o la figura 11. (los valores del diagrama son sacados de la tabla).

**Tabla 11.** Valores de Correlación de Agua Cemento por resistencia

RELACIÓN DE AGUA/CEMENTO		PROYECCION DE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS	
		CONCRETO SIN INCLUSOR DE AIRE	CONCRETO CON INCLUSOR DE AIRE
Kg/cm <sup>3</sup>	PSI		
175	2500	0.65	0.56
210	3500	0.85	0.50
245	4000	0.52	0.46
280	4500	0.47	0.42
315	5000	0.43	0.38
350		0.40	0.35

Fuente: Niño Hernández. Tecnología del concreto

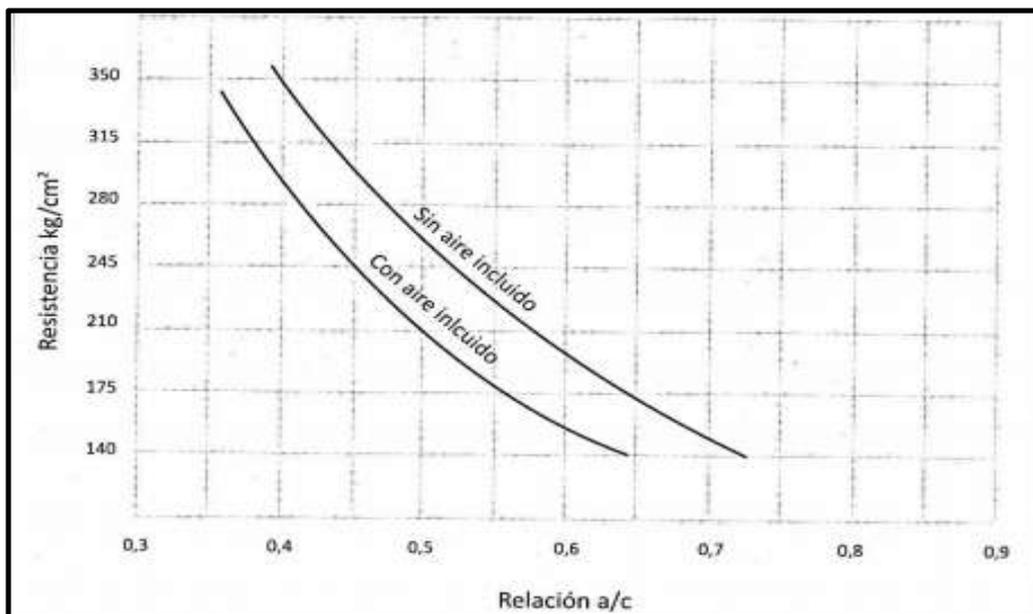


Figura 11. Curvas de resistencia a la compresión y la relación a/c.

### 4.3 Granulometría de los agregados

Previo al diseño de las dosificaciones de la mezcla, se procesaron los ensayos de los materiales con el objetivo de determinar sus características físicas y mecánicas, con el cumplimiento de la normatividad nacional y de la ASTM.

#### 4.3.1 Granulometría del Agregado Grueso

##### a) ANALISIS GRANULOMÉTRICO

En la identificación de los agregados gruesos para el desarrollo del diseño de mezcla se presenta los resultados en la siguiente tabla 12.

**Tabla 12.** Análisis granulométrico del agregado grueso

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 3/8"
2 1/2"	63				
2"	50				
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	5.8	5.8	94.2	90 - 100
3/4"	19	22.6	28.4	71.6	40 - 85
1/2"	12.5	44.0	72.5	27.5	10 - 40
3/8"	9.5	15.6	88.1	11.9	0 - 15
N°4	4.75	11.8	99.9	0.1	0 - 5
N°8	2.38	0.1	100.0	0.0	-
N°16	1.19				-
FONDO					

Fuente: Elaboración propia.

**b) CURVA GRANULOMÉTRICA**

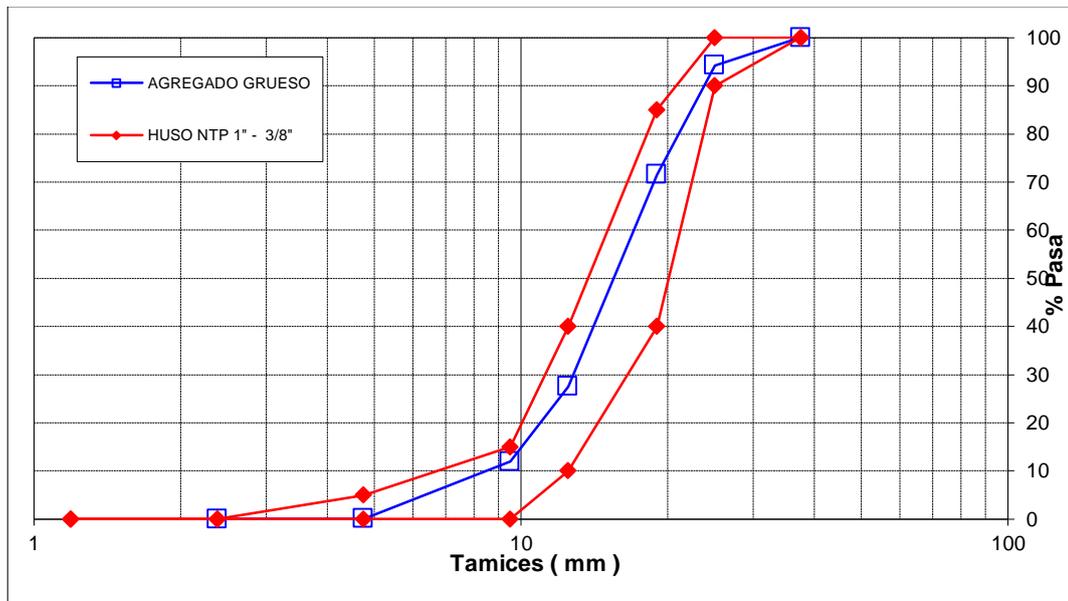


Figura 12. Curva granulométrico del agregado grueso.

**c) PROPIEDADES FÍSICAS**

En la tabla 13, se muestra resultados de las propiedades del agregado grueso.

**Tabla 13.** Propiedades físicas del agregado grueso

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	6.16
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,409
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,560
Peso Específico	2.63
Contenido de Humedad ( % )	0.37
Porcentaje de Absorción ( % )	1.07

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de la granulometría del agregado grueso que se observa en la tabla 13, la obtención de un tamaño nominal máximo de 1", con un porcentaje de retención del 44% en la malla de ½" y de 11.8% en la malla N°4 (confitillo), que indica la concepción de una grava bien graduada. Respecto a la curva granulométrica de la figura 10, el agregado se encuentra en los límites de huso de 1" a 3/8" cumpliendo con lo establecido en la NTP.

#### 4.3.2 Granulometría del Agregado Fino

##### a) ANALISIS GRANULOMÉTRICO

En la identificación de los agregados gruesos para el desarrollo del diseño de mezcla se presenta los resultados en la siguiente tabla 14.

**Tabla 14.** *Análisis granulométrico del agregado fino*

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "M"
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5	0.2	0.2	99.8	100 - 100
N°4	4.75	7.5	7.7	92.3	85 - 100
N°8	2.38	22.5	30.2	69.8	65 - 100
N°16	1.19	9.8	40.0	60.0	45 - 100
N°30	0.6	24.6	64.6	35.4	25 - 80
N°50	0.3	13.7	78.3	21.7	5 - 48
N°100	0.15	10.3	88.6	11.4	0 - 12
FONDO		11.4	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia

## b) CURVA GRANULOMÉTRICA

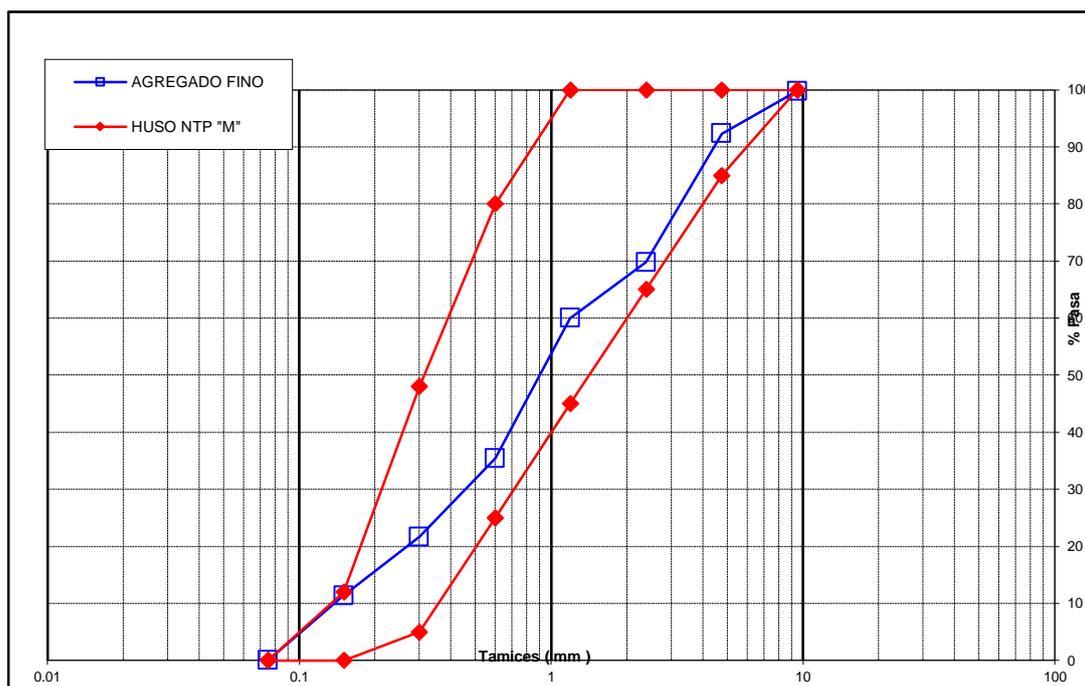


Figura 13. Curva granulométrica del agregado fino.

## c) PROPIEDADES FÍSICAS

En la tabla 15, se muestra resultados de las propiedades del agregado fino.

**Tabla 15.** Propiedades físicas del agregado fino

Módulo de Fineza	3.10
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,580
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,791
Peso Específico	2.50
Contenido de Humedad ( % )	4.10
Porcentaje de Absorción ( % )	3.61

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de la granulometría del agregado fino que se observa en la tabla 17, el retenimiento de un mayor porcentaje en las mallas N°8 del 22.5% y la N°30 del 24.6%, detallándose un porcentaje de Limo del 11.4% de retención en el fondo, lo que indica una arena limosa mal graduada (SP-SM). Respecto a la curva granulométrica de la figura 10, el agregado se encuentra en los límites de huso de materiales finos establecido en la NTP.

### 4.3.3 Granulometría Global

#### a) ANALISIS GRANULOMÉTRICO

En la caracterización de los agregados gruesos para el proceso del diseño de mezcla se muestra los resultados en la siguiente tabla 16.

**Tabla 16.** Análisis granulométrico global de los agregados

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO NTP 1 1/2"
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63				
2"	50				100 - 100
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0	95 - 100
1"	25	3.5	3.5	96.5	60 - 90
3/4"	19	13.6	17.0	83.0	45 - 80
1/2"	12.5	26.4	43.5	56.5	35 - 68
3/8"	9.5	9.5	52.9	47.1	30 - 58
N°4	4.75	11.6	64.5	35.5	25 - 50
N°8	2.38	8.7	73.2	26.8	20 - 45
N°16	1.19	3.8	77.0	23.0	14 - 38
N°30	0.60	9.4	86.4	13.6	8 - 30
N°50	0.30	5.3	91.7	8.3	3 - 20
N°100	0.15	4.0	95.6	4.4	0 - 8
FONDO		4.4	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia

#### b) CURVA GRANULOMÉTRICA

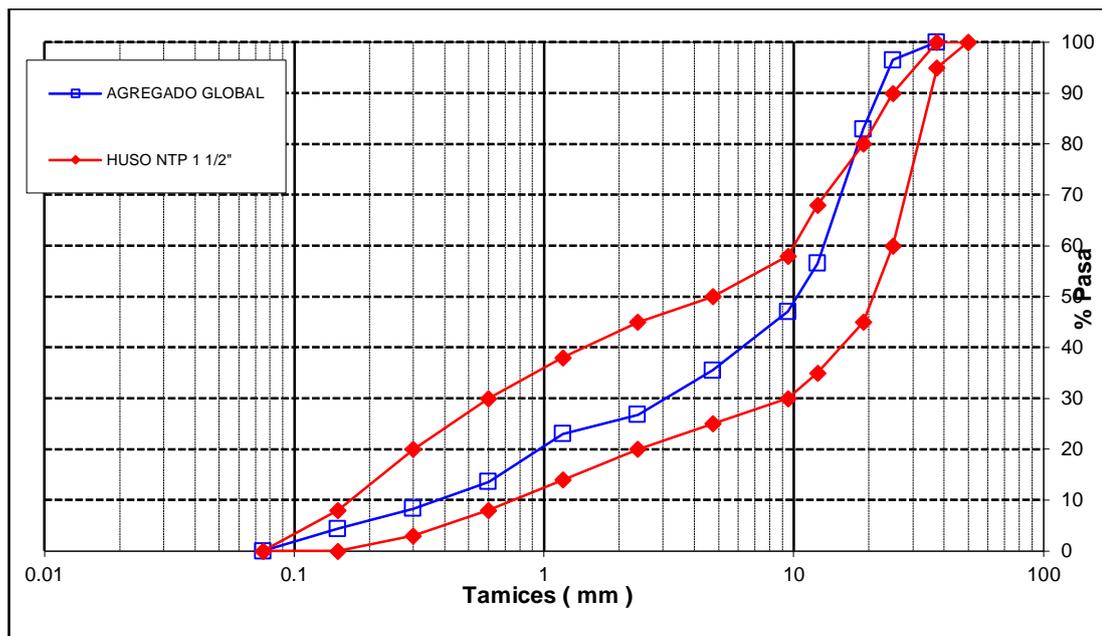


Figura 14. Curva granulométrica global de los agregados.

### c) PROPIEDADES FÍSICAS

En la tabla 17, se muestra resultados de las propiedades de los agregados en forma global.

**Tabla 17.** *Propiedades físicas de la granulometría global*

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Finura.	5.58
% Agregado grueso	60%
% Agregado fino	40%

Fuente: Elaboración propia

Realizada la granulometría de los agregados se visualiza en la tabla 17, la obtención de un tamaño máximo nominal de 1", con la observación de una mayor cantidad de agregado grueso entre ¾" y 1". Respecto a la curva granulométrica de la figura 12, el agregado presenta un porcentaje retenido del 13.6% en el tamiz de 19 mm. Asumiéndose un porcentaje de tolerancia en el diseño de mezcla.

#### 4.2.1.3 Diseño de mezcla natural matriz

Tomando el método ACI Comité 211, se ha estimado en la tabla 18, el siguiente cálculo de dosificación de la mezcla de concreto con resistencia de  $f'c = 210 + 30 \text{ kg/cm}^2$  donde el cálculo del factor de seguridad de acuerdo a la desviación estándar o coeficiente de variación (Rivva (2007), fue utilizada en la resistencia requerida).

**Tabla 18.** *Diseño del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de relación a/c 0.54*

Material	Proporción en peso	Peso (kg)	% de mezcla
Cemento	1.00	374.00	16.28%
Agregado Fino	1.70	675.00	29.39%
Agregado Grueso	2.90	1027.00	44.71%
Agua	0.70	221.00	9.62%
Total por m3		2297.00	100.00%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Ensayos del concreto fresco

Desarrollada la dosificación y mezcla del concreto se continua con los ensayos iniciales de asentamiento a través del cono de Abrams, la operación de mezcla ha sido en una revolvedora tipo trompo de 9p<sup>3</sup>.

#### 4.4.1 Contenido de Aire ASTM C231

La generación de burbujas durante los procedimientos de dosificación y mezclado, generan aire atrapado en la mezcla, que al ocupar un volumen conlleva a reducciones importantes a la resistencia mecánica y durabilidad, obsérvese en la figura 15 la toma del contenido de aire por el método a presión (olla Washington).



Figura 15. Toma de Contenido de aire.

#### 4.4.2 Temperatura del concreto ASTM C1064

Esta influye en el proceso de hidratación de la producción del concreto y se encuentra entre mínimo 13°C y máximo 31°C, lo que garantiza un adecuado fraguado, la figura N°16, muestra la temperatura de nuestro concreto utilizando un termómetro eléctrico.



Figura 16. Toma de la temperatura de concreto fresco en el Laboratorio.

#### 4.4.3 Ensayos del cono de Abrams

Este método indirecto determina la consistencia o fluidez del concreto, al medir su asentamiento y variaciones de homogeneidad de la mezcla.

Para la elección del asentamiento se tomará lo descrito en el ACI de acuerdo a la tabla 19.

**Tabla 19.** Asentamientos según consistencias

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" (0mm) a 2" (50mm)
PLÁSTICA	3" (75mm) a 4" (100mm)
FLUIDA	> 5" (125mm)

Fuente: Comité ACI 211.2.9

Se ha tomado un slump de 3" a 4" para un pavimento de concreto de acuerdo a las normas. En cuanto a su ejecución en el laboratorio, compararemos la influencia de la adición de fibras en la trabajabilidad de la mezcla. Obsérvese en la figura 17, las pruebas de revenimiento en el Laboratorio



Figura 17. Toma del ensayo de revenimiento en el Laboratorio.

La siguiente tabla 20 muestra los resultados tomados de las muestra natural básica versus las muestras con fibra adicionadas.

**Tabla 20.** Asentamientos, aire y temperatura obtenidos.

a/c	NATURAL			PET + ACERO		
	Slump (cm)	Aire %	T °C	Slump (cm)	Aire %	T °C
0.7	10	1.6	25.2	6	1.5	25
0.6	9			6		
0.5	7			5		

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la tabla 20, convertidos a pulgadas muestran un revenimiento promedio del 3.4" para el concreto natural matriz y de 2.2" para el concreto adicionado con fibras determinándose como de consistencia seca.

Lo que demuestra que al agregar las fibras al concreto produce una pérdida de docilidad, por lo que debería tomarse una consistencia no menor a 3.5", en concordancia a lo dispuesto en el Comité ACI 211.2.9.

#### 4.4.4 Moldeado de muestras ASTM C31

De acuerdo a las indicaciones normadas, se procedió al proceso de preparado de los testigos cilíndricos y prismáticos.

#### 4.4.5 Tiempo de Fraguado ASTM C403

Este intervalo fue entre el inicio de contacto en el agua hasta el desarrollo de su resistencia al endurecerse. Cabe indicar que es el paso de estado fresco a estado endurecido.

#### 4.5 Ensayos del concreto endurecido de la resistencia a la compresión

Se ha sometido a las condiciones en que trabajarán, bajo las normativas. En las consiguientes hojas se presenta los resultados de la muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7, en la determinación de la más óptima dosificación de las dos fibras añadidas.

#### 4.5.1 Rotura de probetas de mezcla natural matriz

Se presenta la siguiente tabla 22 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días.

**Tabla 21. Análisis de la compresión de la mezcla M1 concreto matriz sin adiciones**

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	101.3	11606.2	80.6	144.1	3
0.70	17/10/2020	28	101.0	14475.0	80.2	180.5	4
0.60	17/10/2020	7	102.7	14409.4	82.8	174.2	3
0.60	17/10/2020	28	101.7	17392.5	81.2	214.3	1
0.50	17/10/2020	7	101.9	18670.7	81.5	229.3	2
0.50	17/10/2020	28	101.5	20588.5	80.8	254.7	4

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 22 se presenta la siguiente figura 18 del contenido de los resultados.

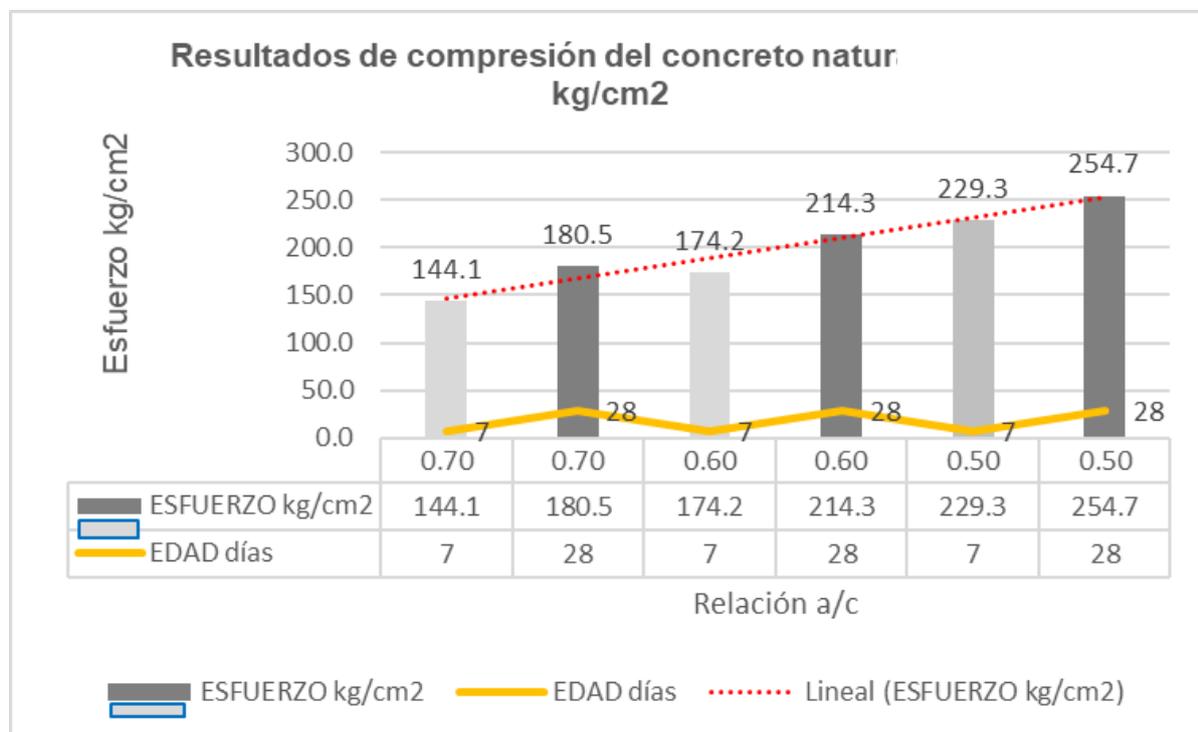


Figura 18. Comparativo de muestras Natural con diferentes relaciones a/c.

Observe el incremento de la resistencia a la compresión de las probetas de muestra Natural ensayadas, llegando a un  $f'c = 254.7 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

4.5.2 Rotura de probetas con adición 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 0.80% de fibra de acero recicladas

Se presenta la siguiente tabla 23 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días.

**Tabla 22.** Análisis de la compresión de la mezcla M2 con adición 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 0.80% de fibra de acero recicladas.

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	101.6	9779.1	81.1	120.6	1
0.70	17/10/2020	28	101.2	12850.8	80.4	159.9	2
0.60	17/10/2020	7	101.0	13499.8	80.1	168.5	2
0.60	17/10/2020	28	102.4	18365.6	82.4	222.9	4
0.50	17/10/2020	7	101.3	18987.4	80.6	235.5	4
0.50	17/10/2020	28	101.5	20767.9	80.8	256.9	2

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 23 se presenta la siguiente figura 19 del contenido de los resultados.

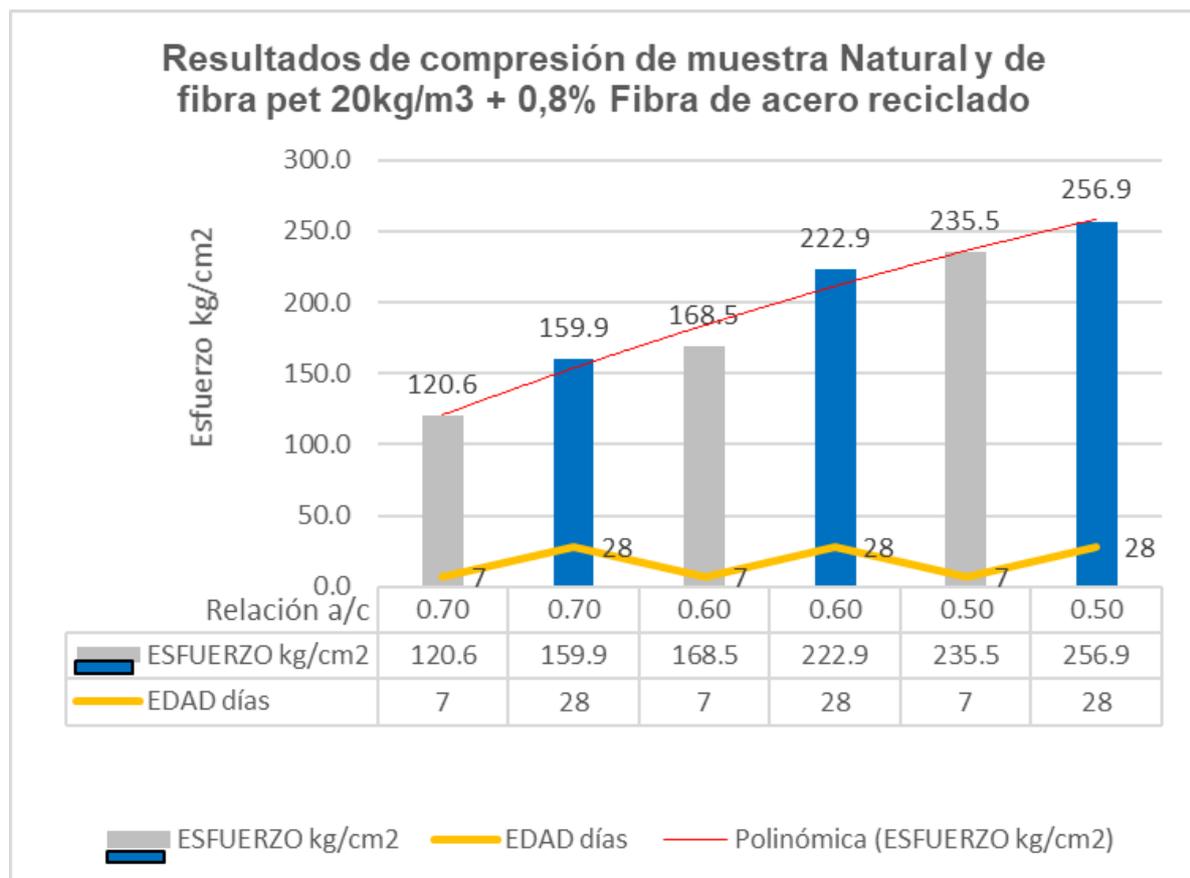


figura 19. Comparativo de muestras Natural y PET 20kg/m<sup>3</sup> + 0.8% fibra de acero.

Es mínimo el incremento de la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas llegando a un  $f'c = 256.9 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

#### 4.5.3 Rotura de probetas con adición 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas

Se presenta la siguiente tabla 23 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días.

**Tabla 23.** Análisis de la compresión de la mezcla M3 con concreto adicionando 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	100.6	10283.0	79.5	129.2	3
0.70	17/10/2020	28	101.5	13370.7	80.9	165.3	2
0.60	17/10/2020	7	102.2	15014.3	82.1	182.9	3
0.60	17/10/2020	28	101.3	18464.2	80.6	229.0	2
0.50	17/10/2020	7	104.0	20771.0	84.9	244.6	3
0.50	17/10/2020	28	100.5	21134.9	79.3	266.6	2

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 23 se presenta la siguiente figura 20 del contenido de los resultados.

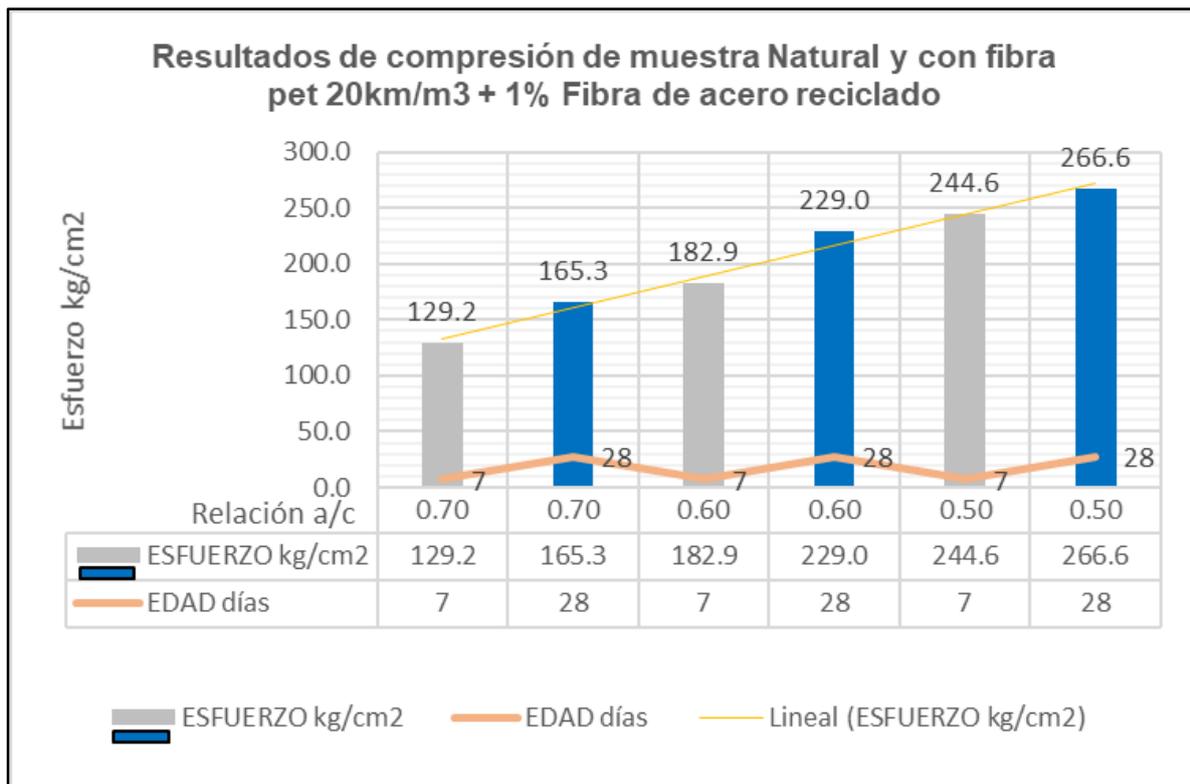


figura 20. Comparativo de muestras Natural y PET 20kg/m<sup>3</sup> + 1% fibra acero.

Es notable el incremento de la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas llegando a un  $f'c = 266.6 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

#### 4.5.6 Rotura de probetas con adición 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas

Se presenta la siguiente tabla 24 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días.

**Tabla 24.** Análisis de la compresión de la mezcla M4 con concreto adicionando 20 kg/m<sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	101.5	9945.6	80.9	123.0	1
0.70	17/10/2020	28	100.8	12354.7	79.7	154.9	2
0.60	17/10/2020	7	101.4	13873.6	80.8	171.7	2
0.60	17/10/2020	28	101.5	17261.3	80.8	213.5	1
0.50	17/10/2020	7	101.4	19296.6	80.7	239.1	2
0.50	17/10/2020	28	102.2	20591.2	82.0	251.3	4

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 24 se presenta la siguiente figura 21 del contenido de los resultados.

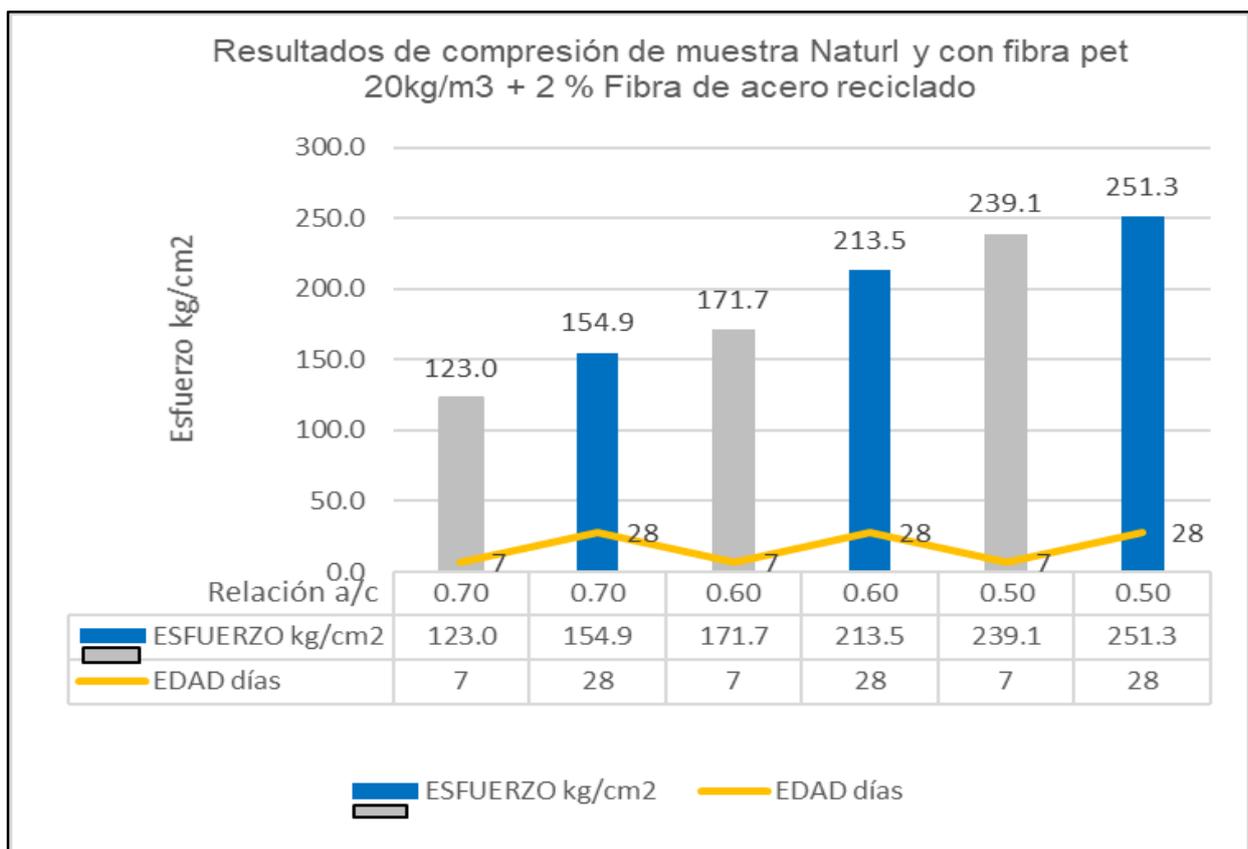


Figura 21. Comparativo de muestras Natural y PET 20kg/m<sup>3</sup> + 2% fibra de acero

Obsérvese el aumento de fibra al 2% sin embargo el esfuerzo baja respecto a anteriores resultados, posiblemente por la forma de las fibras y su ocupación de mayor volumen, en la compresión de las probetas ensayadas llegando a un  $f'c = 251.3$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

4.5.7 Rotura de probetas con adición 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 0.80% de fibra de acero recicladas

Se presenta la siguiente tabla 25 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días.

**Tabla 25.** Análisis de la compresión de la mezcla M5 con concreto adicionando 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 0.80% de fibra de acero recicladas.

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	101.1	10404.3	80.2	129.9	2
0.60	17/10/2020	7	101.8	15236.2	81.4	187.4	1
0.50	17/10/2020	7	100.0	19867.5	78.5	253.2	2
0.70	17/10/2020	28	102.1	13486.9	81.9	164.7	2
0.60	17/10/2020	28	102.0	18008.8	81.7	220.5	2
0.50	17/10/2020	28	102.1	20965.0	81.9	255.9	3

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 25 se presenta la siguiente figura 22 del contenido de los resultados.

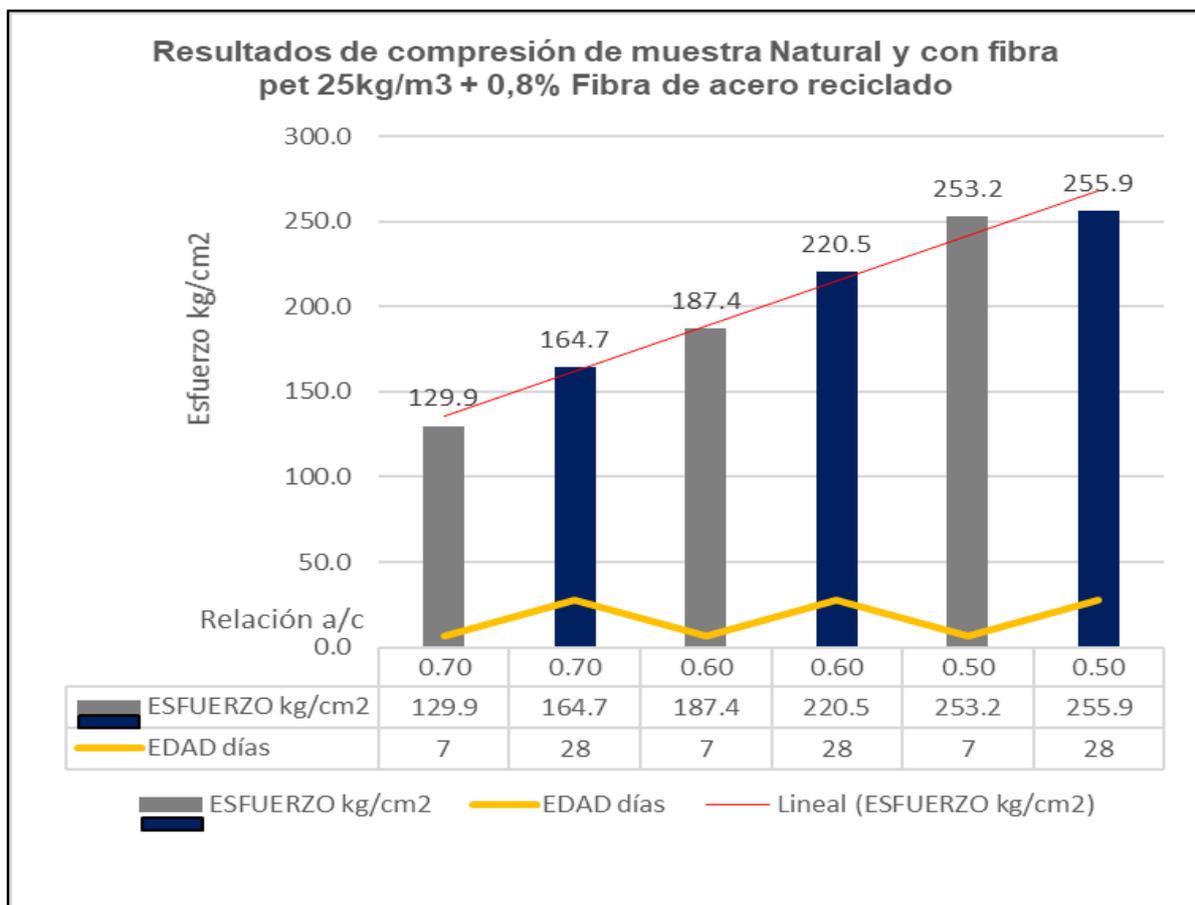


Figura 22. Comparativo de muestras Natural y PET 25kg/m<sup>3</sup>+0.8% fibra de acero.

Es mínimo el incremento de la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas llegando a un  $f'c = 255.9$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### 4.5.8 Rotura de probetas con adición 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas

Se presenta la siguiente tabla 26 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días

**Tabla 26.** Análisis de la compresión de la mezcla M6 con concreto adicionando 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 1.00% de fibra de acero recicladas

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	100.8	11525.7	79.8	144.6	4
0.70	17/10/2020	28	101.1	14218.5	80.2	177.4	3
0.60	17/10/2020	7	101.3	16778.8	80.5	208.4	5
0.60	17/10/2020	28	101.9	19206.9	81.6	235.4	2
0.50	17/10/2020	7	100.8	23095.5	79.8	289.4	2
0.50	17/10/2020	28	100.6	22411.5	79.5	282.0	1

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 26 se presenta la siguiente figura 23 del contenido de los resultados.

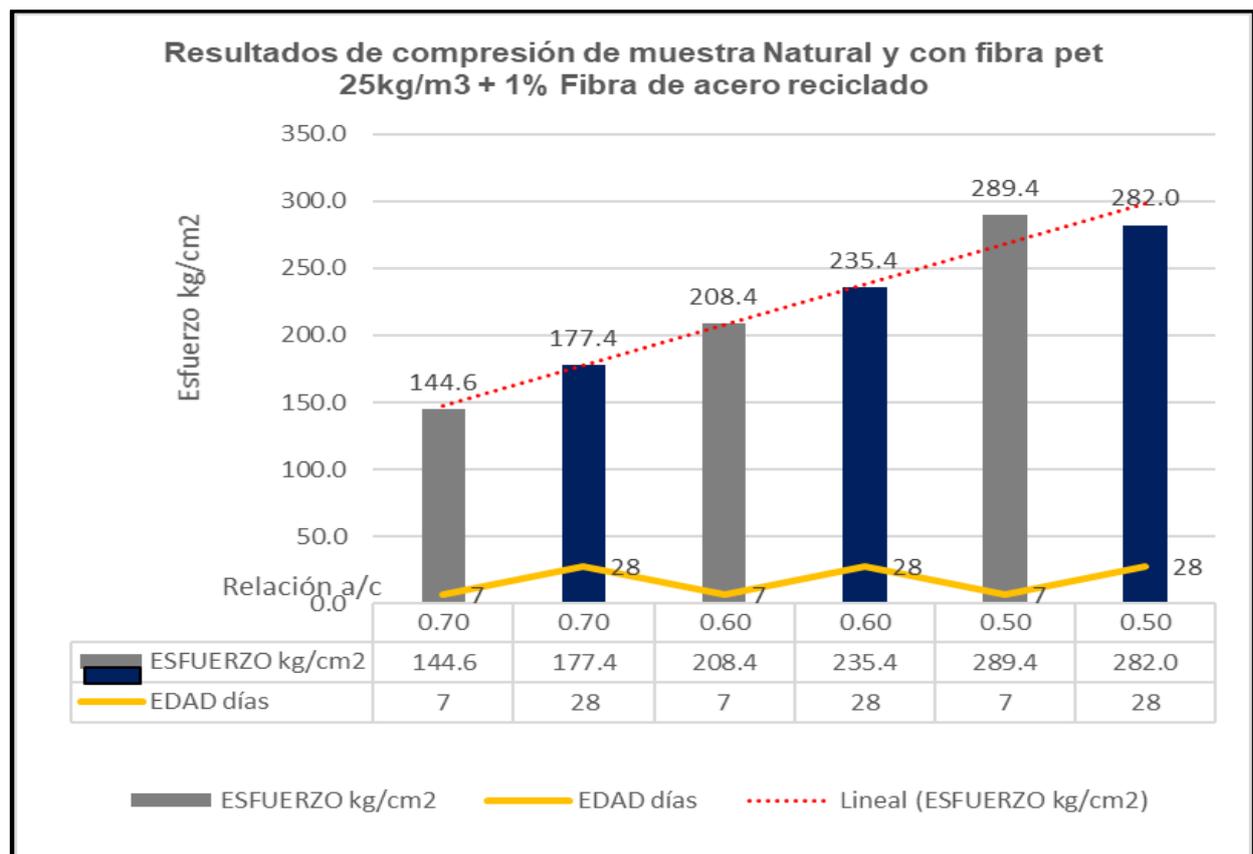


Figura 23. Comparativo de muestras Natural y PET 25kg/m<sup>3</sup> + 1% fibra de acero.

Es notable el incremento de la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas llegando a un  $f'c = 282.0$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días, sin embargo, existe un desaceleramiento del esfuerzo desde los 7 días.

#### 4.5.9 Rotura de probetas con adición 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas

Se presenta la siguiente tabla 27 con el avance de resultados de la rotura de especímenes a los 7 y 28 días.

**Tabla 27.** Análisis de la compresión de la mezcla M7 con concreto adicionando 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y 2.00% de fibra de acero recicladas

RELACIÓN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	102.3	10441.7	82.1	127.1	2
0.70	17/10/2020	28	100.9	12555.2	79.9	157.2	1
0.60	17/10/2020	7	102.0	13955.1	81.7	170.8	3
0.60	17/10/2020	28	101.6	17754.0	81.1	218.9	1
0.50	17/10/2020	7	102.4	18528.7	82.3	225.1	1
0.50	17/10/2020	28	101.4	20472.3	80.8	253.4	2

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 27 se presenta la siguiente figura 24 del contenido de los resultados.

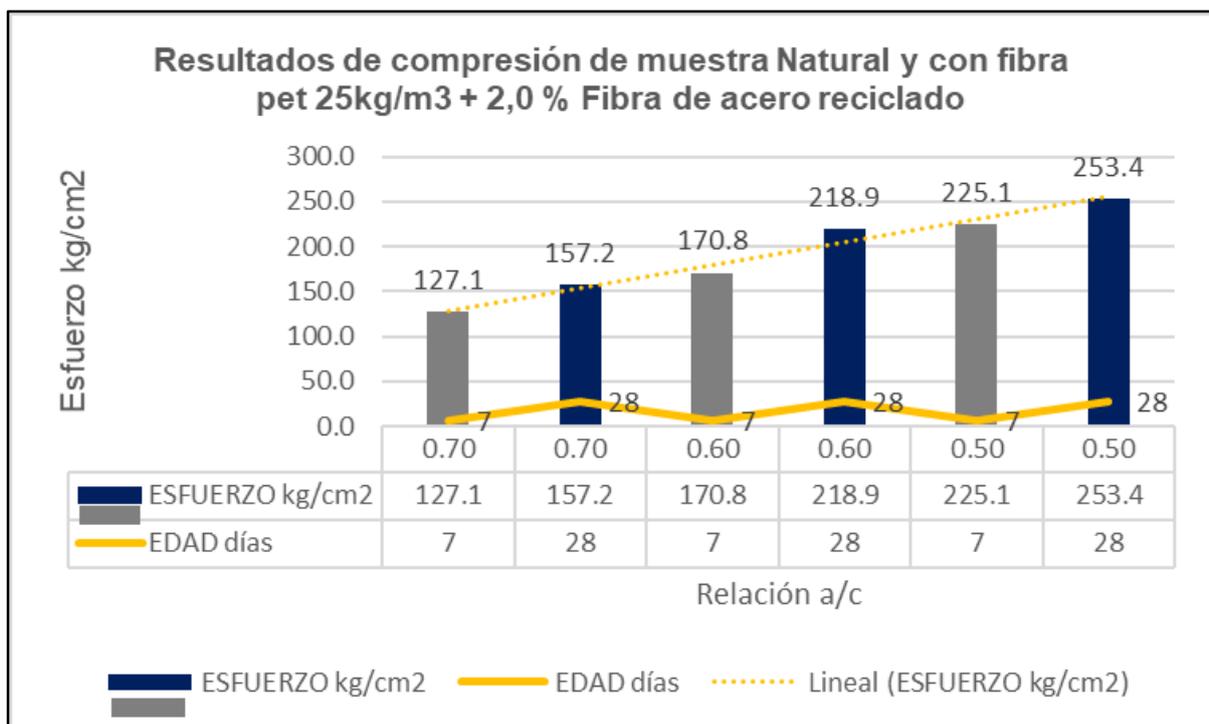


Figura 24. Comparativo de muestras Natural y PET 25kg/m<sup>3</sup>+2.0% fibra de acero.

Los resultados indican un crecimiento de los ensayos de esfuerzo de compresión de las probetas ensayadas llegando a un  $f'c = 253.4 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

## 4.6 Ensayos del concreto endurecido de la resistencia a la Flexión

### 4.6.1 Rotura de probetas prismáticas

Estas se llegaron a cabo mediante la elaboración de probetas tipo viga, efectuándose una carga media a los puntos tercios, en la tabla 28, se visualiza sus resultados, según la norma ASTM C78.

**Tabla 28.** Resultados del ensayo de resistencia a la flexión

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
RELACIÓN A/C 0,54 EN MUESTRA NATURAL	24/10/2020	21/11/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	3.07
RELACION A/C 0,54 + PET 20 KG/M3 Y FIBRAS DE ACERO AL 1%	24/10/2020	21/11/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45	3.95
RELACION A/C 0,54 + PET 25 KG/M3 Y FIBRAS DE ACERO AL 1%	24/10/2020	21/11/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45	4.24

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28 se presenta la siguiente figura 25 del contenido de los resultados.

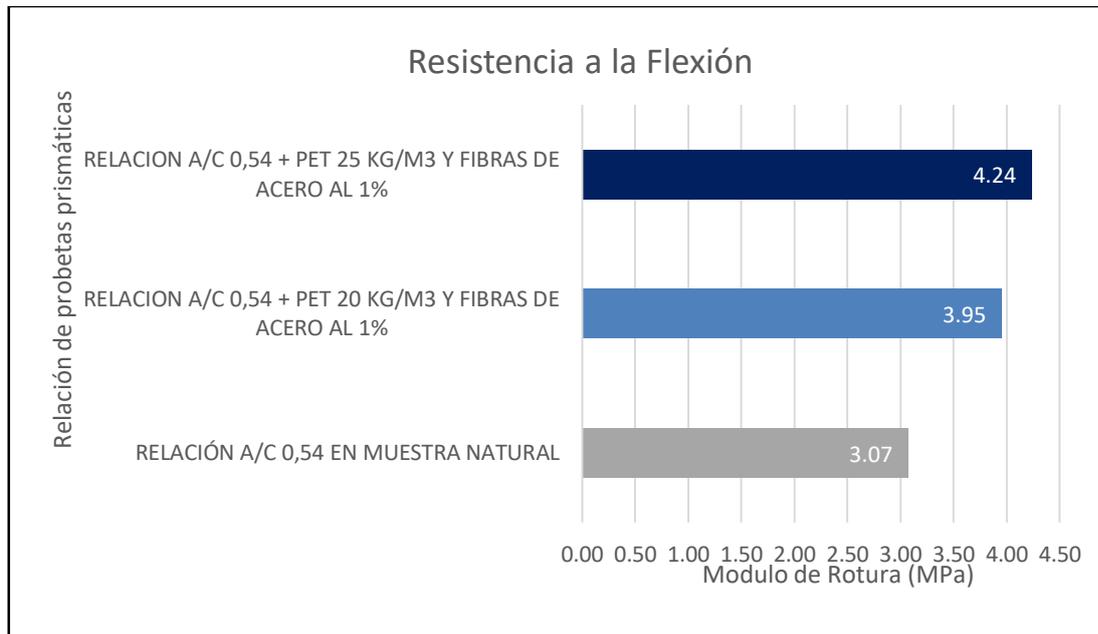


Figura 25. Comparativo de Módulos de rotura.

La prueba de rotura de los elementos prismáticos, representados en la figura 25, a los 28 días, reflejan el comportamiento elástico fluente de la estructura (viga), ofrecida por la adición del polímero PET, llegando hasta un aumento del 38.1%, sobre la muestra natural matriz. Se ha tomado en cuenta su preparación manipulación y debido tiempo de curado.

## 4.7 Ensayos del concreto endurecido de la resistencia a la Tracción

### 4.7.1 Rotura de probetas cilíndricas por tracción indirecta

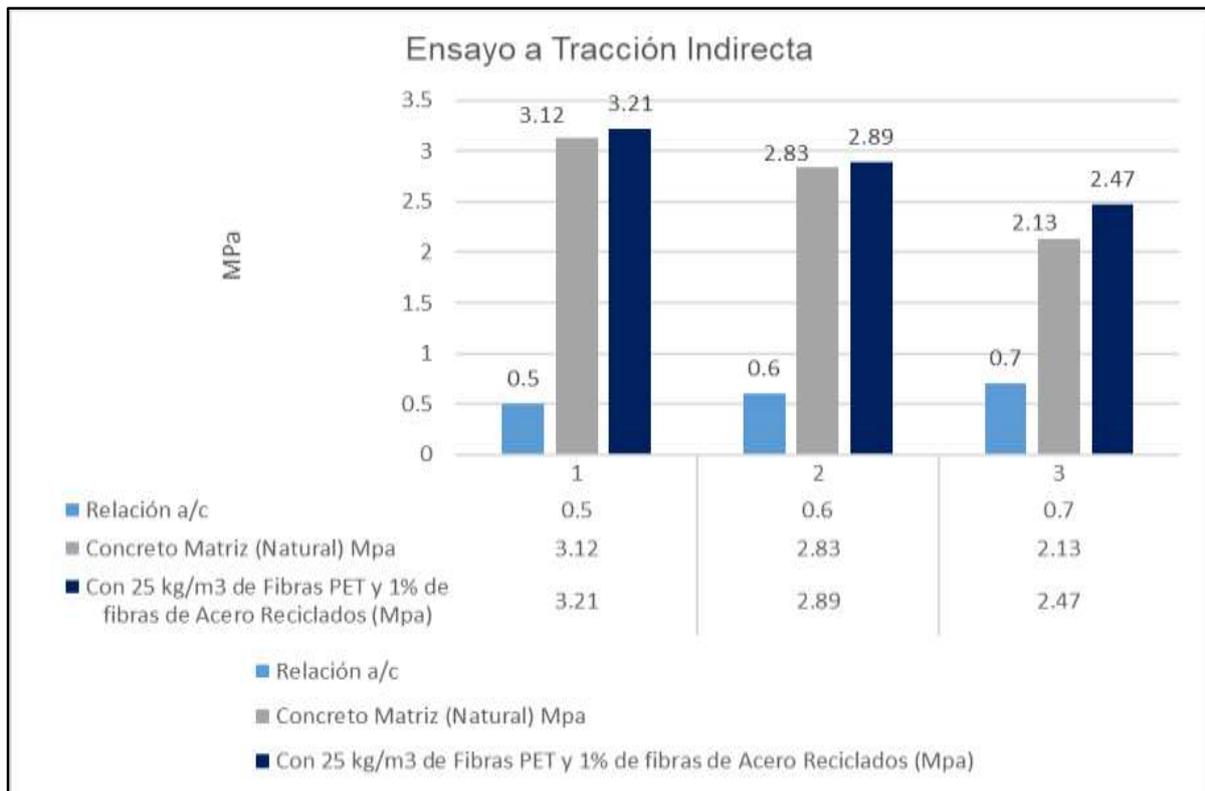
Se ha desarrollado en la tabla 29, el ensayo brasileño cuya rotura esta estandarizado según normas ASTM C-496, UNE 83.306 e ISO 4108, aplicando carga externa de fuerza de tracción ortogonal.

**Tabla 29.** Resultados del ensayo de resistencia a la Tracción Indirecta

Relación a/c	Concreto Matriz (Natural) Mpa	Con 25 kg/m3 de Fibras PET y 1% de fibras de Acero Reciclados (Mpa)
0.5	31.85	32.75
0.6	28.89	29.48
0.7	21.69	25.21

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 29 se presenta la siguiente figura 26 del contenido de los resultados.



*Figura 26. Comparativo de muestras natural y adicionada, con ensayo a tracción indirecta.*

Los resultados expresados en la figura 24, indican la fisuración en el núcleo central longitudinal, donde las fibras establecen un proceso de cocido impidiendo su separación, desarrollando un efecto de resistencia residual, obteniéndose un incremento del 2.8% para una relación de a/c de 0.5.

#### 4.8 RESUMEN DE RESULTADOS

Se presenta el resumen de la rotura de probetas a compresión en la tabla 30.

**Tabla 30.** Resumen de resultados de los ensayos a compresión

IDENTIFICACIÓN a/c = 0.5	ROTURA A LOS 28 DÍAS (kg/cm <sup>2</sup> )	% DE INCREMENTO
M1	254.7	-
M2	256.9	0.86%
M3	266.6	4.67%
M4	251.3	-1.33%
M5	255.9	0.47%
M6	282.0	10.72%
M7	253.4	-0.51%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 30 se percibe un aumento de la resistencia entre la muestra natural matriz M1 y la M6 (PET 25kg/m<sup>3</sup> +1.0% de fibras de acero recicladas, en un 10.72%, pero a medida que aumenta su relación a/c esta resistencia disminuye.

En la figura 27 se aprecia la adherencia al llenar los vacíos generados por la forma de zuncho de la viruta y del PET.



*Figura 27. La adherencia del concreto en la viruta.*

#### 4.8 Resumen de la rotura de probetas prismáticas a flexión

Se presenta la tabla 31, de los resultados del ensayo a flexión.

**Tabla 31.** Resumen de resultados de los ensayos a flexión

IDENTIFICACIÓN	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	% DE INCREMENTO
RELACIÓN A/C 0,54 EN MUESTRA NATURAL	3.07	-
RELACION A/C 0,54 + PET 20 KG/M3 Y FIBRAS DE ACERO AL 1%	3.95	28.7%
RELACION A/C 0,54 + PET 25 KG/M3 Y FIBRAS DE ACERO AL 1%	4.24	38.1%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados expresados en la tabla 31, establecen la atribución del PET, en el comportamiento de severidad a la flexión de las probetas adicionadas, llegando a superar a la muestra natural matriz en un 37.9%.

En las siguientes figuras 28 y 29 se aprecia los efectos producidos por las fibras



Figura 28. Obsérvese la fibra PET en los bordes de la probeta.



Figura 29. Vista de la rotura con la adición del acero.

#### 4.9 Resumen de la rotura de probetas cilíndricas a tracción indirecta

Se presenta la tabla 32, de los resultados del ensayo de reacción indirecta, método brasileño, de la muestra óptima de combinación de adiciones.

**Tabla 32.** Resumen de resultados de los ensayos a Tracción indirecta

IDENTIFICACIÓN	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	% DE INCREMENTO
RELACIÓN A/C 0,5 EN MUESTRA NATURAL	3.12	-
RELACION A/C 0,5 + PET 25 KG/M3 Y FIBRAS DE ACERO AL 1%	3.21	2.8%

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la tracción los efectos producidos por la presión diametral en la muestra ensayada adicionada versus la matriz, indican una diferencia del 2.8%.

## DISEÑO FINAL DE MEZCLA $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación:	210kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento:	3"- 4"
Relación a/c de diseño:	0.54
Relación a/c de obra:	0.55
Proporciones de diseño_ 1.0	1.59 2.51
Proporciones de obra:	1.0 1.66 2.52

### CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA

Cemento:	42.5 kg
Arena:	76.7 kg
Piedra:	116.7 kg
Agua:	25.1 lt/bolsa

### PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones:	1.0 1.70 2.90
Agua:	25.1 lt/bolsa

### Observaciones

Debe realizarse ciertas tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

## V. DISCUSIÓN

La evaluación del Doctor **Zaragoza** (2019), quien aseveró que la influencia de tener carreteras resilientes aumentan la confiabilidad de inversión y por ende la economía de una nación, situación que no se escapa a nuestra realidad nacional, donde los factores climáticos, la carga vehicular, entre otros, inciden y son indicadores de la ejecución de malos proyectos, como ya lo había sostenido el Ingeniero Bendezú (2017) afirmando la pésima labor de proyección, genera gastos para la rehabilitación y reparación de nuestra infraestructura vial. Por lo que esta investigación **coincide** en crear conciencia y medir el rendimiento de la infraestructura vial, al aportar con diseñar una mezcla de concreto para un pavimento rígido con añadidas, en búsqueda de una óptima solución, a fin de extender su vida útil.

Conforme a lo indicado por **Moya y Cando** (2017), en su artículo, define el análisis del uso de los reciclados filamentos de acero en la mezcla, obteniendo un 30.7% de resistencia, sobre el concreto patrón simple y con respecto al ensayo de tracción, los elementos de acero sumados lograron un 39.08% más que el concreto patrón, más aún dentro de las particularidades de su estudio, observo las diferentes geometrías de las fibras de acero recicladas denominadas virutas, apreciando mejores resultados con la de forma de filamentos finos y enlongados de secciones que van desde un grosor de 0.15 a 0.30 mm, por 0.20 a 0.60 mm. de ancho (Mármol, 2010), bajo estos parámetros se **coincide** con el uso de las virutas que presentaron cierta ductibilidad, quebradiza y frágil, con formas geométricas longitudinales cortadas en promedio de 0.50 mm. y de forma helicoidal. En la figura 27 se aprecia la buena adherencia al llenar los vacíos generados por la forma de zuncho helicoidal de la viruta. El mejor resultado obtenido, fue con la adición de 25 kg/m<sup>3</sup> de PET más el 1% de fibras de acero reciclado que dieron un 10.72% más de resistencia que la muestra natural patrón.

En el ejercicio de los hallazgos se ubica el estudio de **Aquino (2019)**, quien comparó el influjo del plástico PET en las propiedades a la compresión y durabilidad de un concreto estipulado y un concreto reciclado, encontrando la proporcionalidad del 1% de PET como sustituto del peso volumétrico de la grava, teniendo como resultado un  $f'c = 223 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días que infundió mayor resistencia a la compresión.

Esta investigación **concuerta** con nuestro estudio, al visualizar la mayor resistencia con la misma relación del 1% de PET, pero como adición a la mezcla dosificada, sumado a las fibras de acero reciclado, con resultados que llegaron al 10.72% de incremento relacionado a un concreto natural matriz.

Farfán et. al (2018), demostró en su artículo de investigación, los efectos de resistencia a la compresión en muestras con fibras de acero con dosificaciones de 25 kg/m<sup>3</sup>, focalizando su mayor trabajabilidad con resultados de 212.39 kg/m<sup>2</sup>, que simboliza el 1.14% de mejora. **Coincidentemente** esta relación de 25 kg/m<sup>3</sup>, fue la que obtuvo óptimos resultados en nuestra investigación, en los ensayos sumados al PET, fijando una variación del incremento al esfuerzo de compresión de probetas ensayadas, llegando a un  $f'c = 253.4 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

Ya en el 2015, el doctor **Kosmata**, formula la fluencia del porcentaje de variabilidad de las fibras de acero en proporciones de 0.5 y 2% donde su empleabilidad no debe

sobrepasar estos porcentajes ya que afectaría su trabajabilidad, situación **acorde** con las evaluaciones registradas de los ensayos en estado plástico del concreto, arrojando revenimientos de 2.2" de la muestra adicionada, observándose la consistencia seca del concreto muestreado.

En la investigación se buscó el mejorar el diseño de mezcla de un pavimento de concreto con la añadidura de fibras recicladas, esto conllevó a la ejecución de varias opciones de dosificación, estableciendo una positiva proporción entre las variables, esto **concuerta** con las expresiones de exploración en pavimentos manifestada por Ryu, et al. (2013), quien establece la necesidad de crear nuevas iniciativas de generación de pavimentos que resistan el creciente volumen de tráfico y peso vehicular.

Según los resultados de la investigación el comportamiento del asentamiento en la consistencia del concreto adicionado, muestra una consolidación seca con 2.2" de asentamiento. que al realizar la comparación se **coincide** con lo descrito por Borralleras et al. (2018), su correlación volumétrica del agua/finos, presenta disminución de viscosidad plástica, debido a la adición de las fibras polimeras y en nuestro caso sumados a las fibras de acero. Indiscutiblemente la consistencia obtenida se modifica fundamentalmente por las variaciones del agua en el amasado, pero su control estará sujeto a la incorporación de aditivos superplastificantes.

En el Estudio desarrollado por **Orbe, Rojí, Cuadrado y Losada**, la combinación de la mezcla con fibras de acero estructural en un hormigón autocompactante, incrementa su capacidad resistente con la disminución de la fisuración a través de una autocompactación, lo que optimiza su comportamiento estructural, al emplear el aditivo polifuncional y superplastificante en porcentajes aproximados del 0.93% y 1.12%, que atestiguaron una conveniente resistencia y durabilidad, que consiente una pequeña cantidad de agua de amasado. Nuestra investigación **coincide** al revelar un incremento de la resistencia a la compresión de la muestra adicionada M6 en 10.72%, sobre la mezcla natural matriz, con relación de a/c de 0.5, pero al orden que acrecienta su relación de a/c esta resistencia se reduce ostensiblemente.

**Según Flores. (2018)**, en su estudio para mejorar la resistencia del hormigón, demostró que al agregar los filamentos de acero a un concreto básico obtuvo respuestas positivas al incrementar de 3.14 MPa sin fibras, a 4.33 MPa con fibras agregadas al 2% (48 Kg por metro cubico), mejorando su tenacidad a la flexión, consintiendo una resistencia residual. Los hallazgos de la investigación **coinciden** al

presentar resultados positivos a la rotura de los elementos prismáticos, a los 28 días, que manifiestan la conducta elástica de la muestra, ante la aparición de fracturas, ofrecida por la adición del polímero PET a  $25\text{kg/m}^3$ , alcanzando un aumento del 38.1%, revelando la mejora de ductilidad del concreto, sobre la muestra natural matriz. El empleo de porcentajes mayores al 5% de plástico reciclado, generaron resultados de compresión menores al diseño del concreto matriz, tal como lo sostuvieron Lécior y Villarreal (2017), situación concordante con las pruebas realizadas donde se observa la decreciente evolución del esfuerzo a la compresión de los especímenes ensayados.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se concluyen que, en los estudios preliminares, debe establecerse una metodología que integre los proyectos de factibilidad de servicios en la selección de la mejor ruta de acceso, donde se desarrolle la ingeniería básica con los criterios y ensayos finales en concordancia con las medidas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de carretera 2018.
2. Se concluye que la dosificación de la composición de fibras PET y fibras de acero recicladas, han sido evaluadas por otros autores en cuya definición resultaron en propuestas de añadiduras en forma independiente a la masa de concreto, esta investigación promueve la empleabilidad conjunta de ambos elementos de manera de mejorar las propiedades de un pavimento de concreto, siendo determinativo que las fibras de acero recicladas y las fibras PET ayudan a minimizar las fisuras por contracción plástica dado por el aumentando de la tenacidad del concreto como se observa en los resultados del módulo de rotura alcanzando un 37.9% más que la muestra matriz.
3. Se concluye que la influencia de la adición de fibras PET, logran presentar mayor volumetría respecto a las fibras de acero reciclado, lo cual es notorio en la visualización de las muestras post-ensayadas. Esta volumetría reflejo el resultado de una consistencia seca de 2.2", mientras la muestra matriz se asentaba en 3.4" en su estado fresco, asimismo estos efectos afirmaron las variaciones realizadas del contenido de agua en la mezcla, el cual, a los 28 días, tuvo una inferencia optima de 0.54 a/c.
4. Se concluye con respecto a los ensayos en estado endurecido, los mejores efectos de resistencia de los especímenes aplicando carga comprimida, fueron con la

muestra M6 con adición de 25 kg/m<sup>3</sup> de PET y el 1% de fibras de acero reciclada con los consiguientes productos:

La muestra M6 con esfuerzo resultante de 282 kg/cm<sup>2</sup> versus la muestra matriz M1 con resultado de 254.7 kg/cm<sup>2</sup> superado en 10.72, en su resistencia a la compresión en probetas cilíndricas.

La muestra M6 en el ensayo a la flexión en viga de 15 x 15 x 60 cm., y relación a/c de 0.54, rindió una diferencia del 37.9% respecto a la muestra matriz.

La muestra M6 presentó un incremento del 2.8% con resultados de 3.21 MPa sobre los 3.12 MPa, de la probeta matriz, realizado bajo el ensayo brasileño de tracción indirecta.

5. Se concluye que los pavimentos de concreto ostentan una buena firmeza a presión, pero son susceptibles a los esfuerzos de tracción y flexión, esto de acuerdo a las condiciones climáticas geográficas y creciente tráfico vehicular, que deterioran su estructura; lo cual es observable a través del tipo de severidad de las fallas encontradas.
6. Se concluye que el estudio de la adición con polietilentereftalato y fibra de acero, presenta un aporte estructural al diseño de pavimentos rígidos, al mejorar sus propiedades mecánicas en el desarrollo del muestreo delimitado para un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda el establecerse un análisis de rentabilidad social en el desarrollo del proyecto de la vía, donde los empleos de innovaciones sean propicios para la durabilidad del pavimento diseñado, en el logro de conseguir un buen planeamiento territorial.

Se recomienda efectuar una adecuada selección de los agregados, a fin de obtener una buena caracterización de ellos, para la conservación de la calidad del concreto diseñado, así como contar con un control riguroso de la dosificación, a través de un flujo de procedimientos, de manera de no generar segregaciones en su estado plástico.

Se recomienda tratar de dar parámetros coherentes en la dosificación del nuevo diseño de pavimentos de concreto, en futuras investigaciones, siendo este estudio susceptible de extenderse, de manera de mejorar la calidad y empleabilidad del concreto con añadiduras.

## VII. REFERENCIAS

1. American Concrete Institute. ACI 544.3R-08. 2008. Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Fiber-Reinforced Concrete. USA: American Concrete Institute, 2008. 16 pp.  
ISBN: 978087031311
2. AQUINO Castro, Yordy. Estudio comparativo de la Influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional. Tesis (Título Ingeniero Agrícola) Universidad Nacional de Trujillo. 2019. 192 pp. Disponible en <https://1library.co/document/dy4o985z-comparativo-influencia-plastico-resistencia-compresion-durabilidad-reciclado-convencional.html>
3. American Society of Testing Materials. ASTM C29 / C29M-17a, Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.
4. American Society of Testing Materials. ASTM C33. Historial Standard: Especificación Normalizada de Agregados para Concreto
5. American Society of Testing Materials ASTM C-78. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete. PA, EE. UU. 2015.
6. American Society of Testing Materials. ASTM D422-63 (2007) e2, Método de prueba estándar para el análisis del tamaño de partícula de los suelos (Retirado 2016), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007.
7. American Society of Testing Materials. ASTM C1602 / C1602M-18, Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018.
8. American Society of Testing Materials. ASTM C1603-16, Método de prueba estándar para la medición de sólidos en agua, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016,
9. American Society of Testing Materials. ASTM C1399 / C1399M-10(2015), Standard Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015  
ASTM D1883-16, Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

10. American Society of Testing Materials. ASTM D2216-19, Métodos de prueba estándar para la determinación de laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo y la roca en masa, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019.
11. American Society of Testing Materials. ASTM D2487-17e1, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017,
12. American Society of Testing Materials. ASTM D3282-09, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2009
13. American Society of Testing Materials. ASTM D3282-15, Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015
14. American Society of Testing Materials. ASTM D-4318-84. Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. West Conshohocken, Estados Unidos.
15. American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO T89. Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.2013. 12 pp.
16. American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO T84. Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate.2013. 10 pp.
17. American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO T 85-14 (2018). Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate (ASTM Designation: C 127-12). 2014. 10 pp.
18. American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO T 96. Standard Method of Test for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. 2002. 3pp.
19. American Association of State Highway and Transportation Officials. ASHTO M 85-20 ▶ Standard Specification for Portland Cement (ASTM Designation: C150/C150M-20). 2013. 10 pp.
20. BENDEZÚ Escobedo, José. El prefabricado de concreto como una solución integral [Lima]: ASOCEM (03 de abril de 2017). [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en <http://www.asocem.org.pe/productos-b/el-prefabricado-de-concreto-como-una-solucion-integral>.

21. BORRALLERAS, Pere, JURADO J.J., PARRA, S. y CABALLERO J. Aditivos superplastificantes de última generación basados en polímeros PAE para el control de la viscosidad plástica del hormigón, Valencia: V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante (HAC) y Hormigones Especiales. 5 y 6 de marzo de 2018. Disponible en  
DOI:<http://dx.doi.org/10.4995/HAC2018.2018.5633>
22. BORJA Suárez, Manuel. Metodología de investigación científica para ingenieros. Chiclayo: s.n., 2012. 38 pp. Disponible en
23. CASTILLO, Lourdes. Análisis documental. Biblioteconomía. Segundo cuatrimestre. Curso 2004-2005. Tema 5, 2005, 18, pp.  
Disponible en <http://www.uv.es/macass/T5.pdf>
24. DANHKE, G.L. Investigación y comunicación. En C. Fernández—Collado y G.L. DANHKE (comps.). La comunicación humana: ciencia social. México, D.F.: 1989. 385-454 pp.
25. ANDER-EGG, Ezequiel. Técnicas de investigación social. Magisterio del Río de la Plata, Argentina. 1993. 23 pp.  
ISBN: 9505501048
26. FARFÁN Córdova, Marlon, PINEDO Díaz, Diana, ARAUJO Novoa, Josué y ORBEGOSO Alayo, Jhilson. Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto, Revista Gaceta Técnica 20(2), 4-1. diciembre, 2019.  
ISSN 1856-9560 (Impreso) ISSN: 2427-9539 (Internet)
27. FERNÁNDEZ, Manuel (1981). Las resinas epoxi aplicadas a la construcción. Revista Informes de la construcción Madrid, España: Disponible en  
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2079/2281>.  
ISSN-E: 1988-3234, ISSN-L: 0020-0883
28. FLORES Uto, Emanuel. Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Lima. Universidad César Vallejo, 2018.196 pp.
29. GÓMEZ BASTAR, Sergio. Metodología de la Investigación. Red Tercer Milenio, Viveros de Asís 96, Col. Viveros de la Loma, Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México. 2012. 92 pp.  
ISBN 9786077331490

30. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill Education, México. 2014. 634 pp.  
ISBN: 9781456223960
31. Huang Y. B.; Tang L. F.; Zheng Z. D.; Chen E.; Ying Z. Y, 2004. Utilization of *Arachis pintoi* in red soil region and its efficiency on water-soil conservation in China. 13th International Soil Conservation Organisation Conference - Brisbane, July 2004, Paper 950. Disponible en <http://tucson.ars.ag.gov/isco/isco13/PAPERS%20R-Z/YIBIN.pdf>
32. International cement review (ICR 2017). Disponible en <https://www.cemnet.com/>
33. KOSMATKA Steven H., KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William C., TANESI, Jussara. Design and Control of Concrete Mixtures. (1Ed.). Skokie, Illinois, Estados Unidos. Portland Cement Association. PCA Serial N°.2797. 2004. México. 536 pp. Disponible en <https://libreriafavorita.blogspot.com/2017/09/disen-y-control-de-mezclas-de-concreto.html>  
ISBN: 0893122335
34. MANSILLA Pérez, Laura y RUIZ, Marcos. Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. Revista Ingeniería Industrial N° 27. 2009, (27), 123-137 pp. Recuperado de [http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/627/608](http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/627/608)  
ISSN 1025-9929
35. Ministerio del Ambiente MINAM, (2019). Informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú. Lima, Perú: MINAM.
36. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). RD N°18-2016-MTC/14: Aprueban actualización del Manual de Ensayo de Materiales, Lima, 2016. 1268 pp.
37. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos. s.n.: 2013. 355 pp.
38. MONJE Álvarez, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Neiva: Universidad Surcolombiana, facultad de Ciencias Sociales y Humanas, programa de comunicación social y periodismo. 2011. 217 pp.

Disponible en <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

39. MOYA, Juan y CANDÓ, Luis. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Matemáticas. Revista INGENIO N°.2 vol 1: 2019. 10 pp. Disponible en <file:///C:/Users/Edwin%20Bazan/Downloads/1623-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6123-1-10-20190227.pdf>
40. NORMA TECNOLÓGICA PERUANA. NTP 339.034. Ensayo de compresión de probetas cilíndricas de concreto. Lima: Norma Técnica Peruana, 2013.
41. NORMA TECNOLÓGICA PERUANA. NTP 339.078. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión. Lima: Norma técnica peruana, 2012.
42. NORMA TECNOLÓGICA PERUANA. NTP 339.084. Método de ensayo normalizado de tracción simple por compresión diametral. Lima: Norma Técnica Peruana, 2012.
43. ORBE, A., ROJÍ, E., CUADRADO, J., LOSADA, R. Estudio para la optimización de la composición de un HACFRA (hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero) estructural. Informes de la Construcción, 67(537), e061, 8 pp. enero-marzo 2015. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/275242331\\_Estudio\\_para\\_la\\_optimizaci\\_ion\\_de\\_la\\_composicion\\_de\\_un\\_HACFRA\\_hormigon\\_autocompactante\\_reforzado\\_con\\_fibras\\_de\\_acero\\_structural](https://www.researchgate.net/publication/275242331_Estudio_para_la_optimizaci_ion_de_la_composicion_de_un_HACFRA_hormigon_autocompactante_reforzado_con_fibras_de_acero_structural)  
ISSN-L: 00200883
44. PARTHASARATHY Pattabiraman. Propiedades y procesabilidad del tereftalato de polietileno reciclado (RPET) y sus mezclas. Instituto de Investigación Industrial Swinburne. Universidad Tecnológica de Swinburne, Instituto de Investigación Industrial Swinburne – 2006. 141 pp. Disponible en <https://www.plastico.com/temas/Propiedades-termicas-y-mecanicas-del-PET-reciclado-y-sus-mezclas+3056093>
45. Royal Institute of International Affairs. Chatham House. La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por todas partes y que quizás no conocías. Inglaterra. BBC News. 17 de diciembre 2018. Disponible en <https://www.chathamhouse.org/>
46. RYU, S. W., H I. WON, S. CHOI, and M. C. WON. 2013. Continuously reinforced bonded concrete overlay of distressed jointed plain concrete pavements. Constr. Buils. Mater. 40: 1110-1117. Disponible en

[http://www.depts.ttu.edu/techmrtweb/reports/complete\\_reports/Report-5-4893-01-1.pdf](http://www.depts.ttu.edu/techmrtweb/reports/complete_reports/Report-5-4893-01-1.pdf)

47. SANDOVAL, Leandro. Organismo de desarrollo Sostenible (ODS). *Lima genera más de 8,000 toneladas de basura al día*. Perú 21: Lima, Perú. 01 noviembre 2015. Disponible en <https://peru21.pe/lima/lima-genera-8-000-toneladas-basura-dia-202896-noticia/?ref=p21r>.
48. TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa. S.A. de C.V.: Grupo Noriega Editores. 2003, 175 pp. Disponible en <https://es.slideshare.net/sarathrusta/el-proceso-de-investigacion-cientifica-mario-tamayo-y-tamayo1>  
ISBN: 9681858727
49. UNE-EN 14651 :2007+A1:2008. Test method for metallic fibre concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual). Disponible en <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0041225>
50. ZARAGOZA, Aniceto. Carreteras resilientes. Revista Técnica Cemento Hormigón n°991. Marzo-abril 2019. Disponible en <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/CH991-mar-abr-Carreteras%20Resilientes.pdf>

## Anexo 01: Matriz de Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable dependiente (Y): Diseño de mezcla de un pavimento rígido</b>	De acuerdo al método A.C.I.: es un método de mezcla para el diseño de la dosificación del hormigón; se fundamenta en calcular la cantidad de materiales (cemento, agua, grava y arena) tanto en volumen como en peso, para una mezcla en estado fresco como endurecido	El pavimento será medido a través de los elementos de diseño geométrico, carga vehicular, evaluándose las características de los agregados para la dosificación de la mezcla y sus propiedades físicas y mecánicas se presentarán en los estados fresco y endurecido.	Carga Vehicular	Índice Medio Diario	De Razón por que se definen en datos cuantitativos
			Características de los agregados	Diseño geométrico	
				Granulometría	
				Humedad	
			Estado Fresco	Límites de consistencia	
				Asentamiento "Slump"	
			Estado Endurecido	Trabajabilidad	
Homogeneidad					
Ensayo de esfuerzo a la Compresión de Testigos Cilíndricos de Concreto ASTM C39 – 07, NTP 339.034-11					
	Ensayo a la flexión de probetas prismáticas de las vigas. ASTM-C-78				
	Ensayo de esfuerzo a la Tracción indirecta por compresión diametral - Método Brasileiro.				
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente (X1): Fibras de Polietilentereftalato PET</b>	Es un polímero de alta elaboración con varias aplicaciones, este poliéster es producido por una reacción entre un di-ácido y un di-alcohol, su medio semi-cristalina le permite tomar una gran variedad de características tanto físicas como mecánicas que se contratan en la fabricación de fibras, películas, botellas e incomparables moldeados (Parthasarathy Pattabiraman, et, al 2005). .	Las fibras PET, son de material termoplastico por ello pueden ser regeneradas al poseer ciertas características que son medibles, en sus presentaciones tanto físicas como geométricas.	Dosificación de las Fibras por m3 del concreto	N + 20kg de PET + 0.8% de FAR	De Razón por que se definen en datos cuantitativos
				N + 20kg de PET + 1.0% de FAR	
				N + 20kg de PET + 2.0% de FAR	
<b>Variable independiente (X2): Fibras de acero</b>	Las fibras de acero recicladas, son fragmentos entrecortados obtenidas de los desperdicios de producción diversa, en la industria mecánica por la tornerías conocido como viruta, eliminandose finalmente en los botaderos sin control alguno (Moya 2017, pag.11).	Las fibras de acero, tienen gran adherencia a la mezcla presentando alto alargamiento de rotura (Fernández, 1981, p. 5). La adición en la dosificación de la mezcla debe estar en el orden de 0.25% al 2% de volumen respecto al peso total del concreto, mayores porcentajes afectan su trabajabilidad, (Kosmatka, 2015).	Dosificación de las Fibras por m3 del concreto	N + 25kg de PET + 0.8% de FAR	
				N + 25kg de PET + 1.0% de FAR	
				N + 25kg de PET + 2.0% de FAR	

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 02: Matriz de Consistencia

Diseñar un pavimento rígido con polietileno tereftalato y fibra de acero, para mejorar la Vía Rinconada km.0+000-0+0.300-San Juan de Lurigancho, 2020						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
: ¿De qué manera la adición del polietileno tereftalato y la fibra de acero, mejorará las características de las propiedades del concreto, en el diseño de un pavimento rígido, en Vía La Rinconada km.0+000 - 0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?.	Evaluar el diseño de mezcla de un pavimento rígido con la adición del polietileno tereftalato (PET) y fibra de acero para mejorar las características físico-mecánicas del concreto en la Vía La Rinconada tramo km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020.	Con la adición del polietileno tereftalato (PET) y fibra de acero, se mejorarán las características físico-mecánicas del concreto en el diseño de pavimento rígido en la Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.	<b>Variable dependiente (Y): Diseño de un pavimento rígido</b>	Carga Vehicular	Indice Medio Diario	Ficha técnica
					Diseño geométrico	Levantamiento topográfico
				Características de los agregados	Granulometría	Análisis granulométrico - Formato de Registro
					Humedad	
					Límites de Consistencia	
				Propiedades mecánicas en el estado fresco	Asentamiento "Slump"	Ensayo de Cono de Abrams
					Trabajabilidad	
					Homogeneidad	
				Propiedades mecánicas en el estado endurecido	Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas	Ensayo de resistencia a la Compresión
					Resistencia a la Flexión de muestras prismáticas	Ensayo de resistencia a la Flexión
Resistencia a la Tracción Indirecta de muestras cilíndricas	Ensayo de esfuerzo a la Tracción indirecta por compresión					
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
1. ¿De qué manera con la adición del polietileno tereftalato PET y fibras de acero mejorarían las propiedades físico-mecánicas en el diseño de mezcla del pavimento rígido, en Vía La Rinconada tramo km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?	1. Evaluar la influencia de la adición del polietileno tereftalato (PET) y fibras de acero en las propiedades físico-mecánicas en el diseño de mezcla del pavimento rígido, en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020	1. Con la adición del polietileno tereftalato (PET) y las fibras de acero, mejorarán las propiedades físico-mecánicas, en el diseño de mezcla del pavimento rígido en la Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.	<b>Variable independiente (X1): Fibras de Polietileno tereftalato (PET)</b>	Dosificación de las Fibras por m3 del concreto	N + 20kg de PET + 0.8% de FAR	Balanza analítica
					N + 20kg de PET + 1.0% de FAR	
2. ¿Cómo el uso de polietileno tereftalato (PET) y las fibras de acero, optimizará las características del concreto en estado fresco y endurecido del pavimento rígido en Vía La Rinconada tramo km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?.	2. Establecer la optimización de las características del concreto en estado fresco y endurecido, en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.	2. La determinación de las características del concreto en estado fresco y endurecido, optimizará el diseño del pavimento rígido en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.	<b>Variable independiente (X2): Fibras de acero recicladas (FAR)</b>	Dosificación de las Fibras por m3 del concreto	N + 20kg de PET + 2.0% de FAR	
					N + 25kg de PET + 0.8% de FAR	
3. ¿Cómo determinar el porcentaje de dosificación del polietileno tereftalato (PET) y las fibras de acero, en el diseño de mezcla para un pavimento rígido en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho 2020?.	3. Identificar el porcentaje de dosificación de polietileno tereftalato (PET) y fibras de acero en el diseño de mezcla del pavimento rígido, en Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.	3. Con la dosificación porcentual del polietileno tereftalato (PET) y la fibra de acero, se mejorará el concreto diseñado para un pavimento rígido, en la Vía La Rinconada km.0+000-0+0.300 - San Juan de Lurigancho, 2020.	<b>Variable independiente (X2): Fibras de acero recicladas (FAR)</b>	Dosificación de las Fibras por m3 del concreto	N + 25kg de PET + 1.0% de FAR	
					N + 25kg de PET + 2.0% de FAR	

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 03: Resultados de porcentaje del Turnitin (13/12/2020)

The image shows a Turnitin report interface. On the left, there is a document preview with the following text:

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

"Diseñar un pavimento rígido con polietilenoetileno y fibra de acero, para mejorar la Vía Pincoñada km.0+0.000-0+0.300-San Juan de Luigachico, 2020"

Auton,  
Ezzen Medoya, Elio Edwin  
<https://doi.org/10.2000-0001-6503-9652>

ASESOR:  
Mgtr. Ing. Fernández U. Iz. Carlos Mario  
<https://doi.org/10.2000-0001-6774-8838>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de Infraestructura Vial  
LIMA - PERÚ

2020

On the right, the Turnitin interface displays a red header "Resumen de coincidencias" and a large "9%" similarity score. Below the score is a list of sources:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	informesdelaconstrucc... Fuente de Internet	<1 %
4	Idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

## Anexo 04: Validación de instrumentos



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**Análisis de validez y confiabilidad**  
**(Clasificación Oseda Gago, 2011)**

Proyecto: Diseñar un pavimento rígido con polietileno tereftalato y fibra de acero, para mejorar la Vía Rinconada km.0+0.000-0+0.300-San Juan de Lurigancho, 2020  
 Autor: Eledio Edwin Bazán Bedoya

Validación de instrumentos de medición		Validez nula: 0,53 a menos	Validez baja: 0,54 a 0,59	Valida: 0,60 a 0,65	Muy válida: 0,66 a 0,71	Excelente validez: 0,72 a 0,99	Validez perfecta: 1
V1	Fibra de Polietileno tereftalato PET y Fibras de acero						
D1	Características de las fibras						
	- Geométricas			0,60			
	- Físicas			0,65			
	- Mecánicas			0,65			
D2	Dosificación de las Fibras en el concreto						
	- 0,8, 1% y 1,2% de fibras recicladas de acero				0,66		
	- 20 kg y 25 kg de fibras PET por m <sup>3</sup> del				0,66		
V2	Diseño de un pavimento rígido						
D1	Tránsito Vehicular						
	- Índice Medio Diario				0,66		
	- Diseño geométrico				0,66		
D2	Estudio de Suelos y calidad de agregados						
	- Granulometría de los agregados			0,65			
	- Contenido de Humedad			0,65			
	- Límite Plástico			0,65			
	- Límite Líquido			0,65			
D3	Métodos de ensayos mecánicos						
	- Ensayos de resistencia a la compresión				0,71		
	- Ensayos de resistencia a la Flexión				0,71		

Lugar y fecha

Lima, 22 de setiembre 2020

Firma del Experto Informante

DNI: 709738430

  
 MARÍA LUISA ANTONIETA  
 CÁCERES BEDOYA  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 56588

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**Análisis de validez y confiabilidad**  
**(Clasificación Oseda Gago, 2011)**

Proyecto: Diseñar un pavimento rígido con polietileno tereftalato y fibra de acero, para mejorar la Vía Rinconada km.0+0.000-0+0.300-San Juan de Lurigancho, 2020  
 Autor: Eladio Edwin Bazán Bedoya

Validación de instrumentos de medición		Validez nula: 0,53 a menos	Validez baja: 0,54 a 0,59	Valida: 0,60 a 0,65	Muy válida: 0,66 a 0,71	Excelente validez: 0,72 a 0,99	Validez perfecta: 1
V1	Fibra de Polietileno tereftalato PET y Fibras de acero						
D1	Características de las fibras						
	- Geométricas				0.66		
	- Físicas				0.70		
	- Mecánicas				0.71		
D2	Dosificación de las Fibras en el concreto						
	- 0.8, 1% y 1.2% de fibras recicladas de acero				0.66		
	- 20 kg y 25 kg de fibras PET por m3 del				0.66		
V2	Diseño de un pavimento rígido						
D1	Tránsito Vehicular						
	- Índice Medio Diario				0.66		
	- Diseño geométrico				0.66		
D2	Estudio de Suelos y calidad de agregados						
	- Granulometría de los agregados			0.65			
	- Contenido de Humedad			0.65			
	- Límite Plástico			0.65			
	- Límite Líquido			0.65			
D3	Métodos de ensayos mecánicos						
	- Ensayos de resistencia a la compresión				0.71		
	- Ensayos de resistencia a la Flexión				0.71		

Lugar y fecha

Lima, 22 de setembre 2020

Firma del Experto informante

DNI: 40131773



**VELIA KARINA  
 VILLEGAS FERNÁNDEZ  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 118547**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Análisis de validez y confiabilidad  
(Clasificación Oseda Gago, 2011)

Proyecto: Diseñar un pavimento rígido con polietileno tereftalato y fibra de acero, para mejorar la Vía Rinconada km.0+0.000-0+0.300-San Juan de Lurigancho, 2020  
Autor: Eladio Edwin Bazán Bedoya

Validación de instrumentos de medición		Validez nula: 0,53 a menos	Validez baja: 0,54 a 0,59	Valida: 0,60 a 0,65	Muy válida: 0,66 a 0,71	Excelente validez: 0,72 a 0,99	Validez perfecta: 1
V1	Fibra de Polietileno tereftalato PET y Fibras de acero						
D1	Características de las fibras						
	- Geométricas			0,60			
	- Físicas			0,65			
	- Mecánicas			0,65			
D2	Dosificación de las Fibras en el concreto						
	- 0,8, 1% y 1,2% de fibras recicladas de acero				0,66		
	- 20 kg y 25 kg de fibras PET por m3 del				0,66		
V2	Diseño de un pavimento rígido						
D1	Tránsito Vehicular						
	- Índice Medio Diario				0,66		
	- Diseño geométrico				0,66		
D2	Estudio de Suelos y calidad de agregados						
	- Granulometría de los agregados			0,65			
	- Contenido de Humedad			0,65			
	- Límite Plástico			0,65			
	- Límite Líquido			0,65			
D3	Métodos de ensayos mecánicos						
	- Ensayos de resistencia a la compresión				0,70		
	- Ensayos de resistencia a la Flexión				0,70		

Lugar y fecha Lima, 22 de setiembre 2020

Firma del Experto informante

DNI: 097341113



EUSEBIO ESPINOZA FERNANDEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 56596

## Anexo 05: Certificados de ensayos granulométricos

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
RUC: 20602256872



### ANEXO 1

INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZAN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACION : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

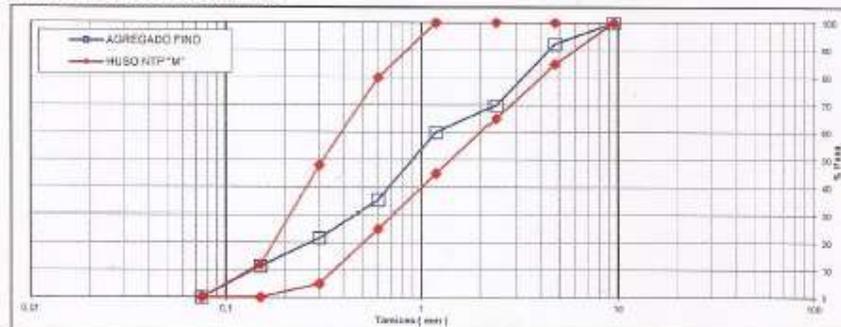
#### CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

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

#### A) ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	RET.	ACLIM.	PASA	HUSO NTP "M"
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12,5				
3/8"	9,5	0,2	0,2	99,8	100 - 100
Nº4	4,75	7,5	7,7	92,3	85 - 100
Nº5	3,38	22,5	30,2	69,8	65 - 100
Nº10	1,19	9,8	40,0	60,0	45 - 100
Nº30	0,6	24,6	64,6	35,4	25 - 80
Nº50	0,3	13,7	78,3	21,7	5 - 48
Nº100	0,15	10,3	88,6	11,4	0 - 12
FONDO		11,4	100,0	0,0	0 - 0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



#### C) PROPIEDAS FISICAS

Módulo de Fineza	3,10
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,580
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,791
Peso Especifico	2,50
Contenido de Humedad ( % )	4,10
Porcentaje de Absorción ( % )	3,61



*Javier Ulloa*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 193867

**ANEXO 2**

INFORME : JCH 20-110  
 SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
 PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

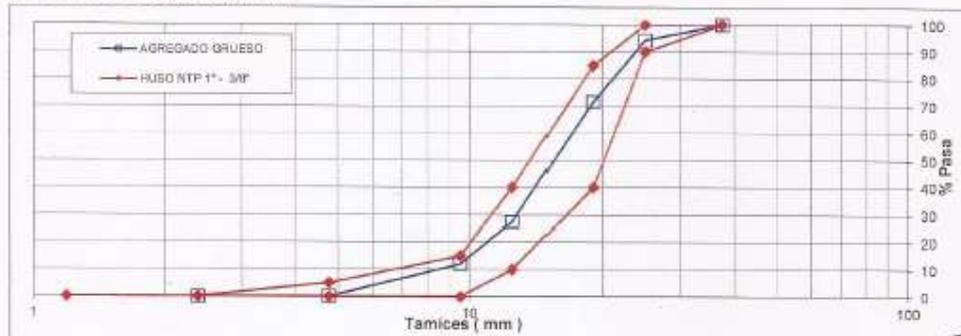
**CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

PIEDRA CHANCADA 1" procedente de la cantera  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA	HUBO NTP 1" - 3/8"
2 1/2"	63				
2"	50				
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	5,8	5,8	94,2	90 - 100
3/4"	19	22,6	28,4	71,6	40 - 85
1/2"	12,5	44,0	72,5	27,5	10 - 40
3/8"	9,5	15,6	88,1	11,9	0 - 15
Nº4	4,75	11,8	99,9	0,1	0 - 5
Nº8	2,38	0,1	100,0	0,0	-
Nº16	1,19				-
FONDO					

**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**



**C) PROPIEDAS FISICAS**

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	6,18
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1.409
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1.580
Peso Especifico	2,63
Contenido de Humedad ( % )	0,37
Porcentaje de Absorción ( % )	1,07



*Javier Francisco*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 193867

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
RUC: 20602256872



### ANEXO 3

INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

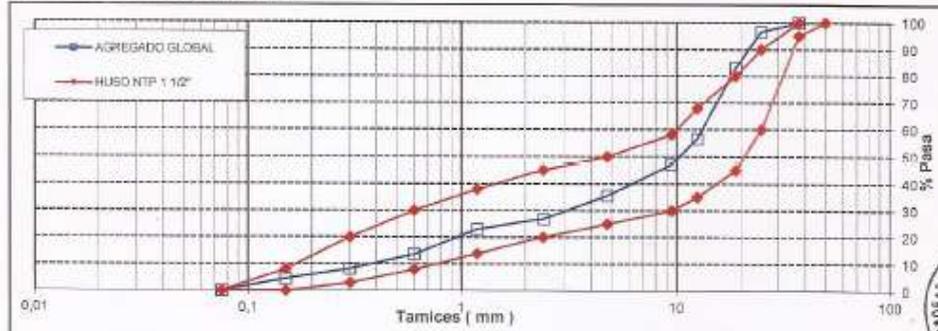
#### CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera  
y PIEDRA CHANCADA 1" procedente de la cantera  
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

#### A) ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO NTP 1 1/2"
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63				
2"	50				100 - 100
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	100,0	95 - 100
1"	25	3,5	3,5	96,5	60 - 90
3/4"	19	13,6	17,0	83,0	45 - 80
1/2"	12,5	26,4	43,5	56,5	35 - 68
3/8"	9,5	9,5	52,9	47,1	30 - 58
N°4	4,75	11,6	64,5	35,5	25 - 50
N°6	2,36	8,7	73,2	26,8	20 - 45
N°16	1,19	3,8	77,0	23,0	14 - 38
N°30	0,60	9,4	86,4	13,6	8 - 30
N°50	0,30	5,3	91,7	8,3	3 - 20
N°100	0,15	4,0	95,6	4,4	0 - 8
FONDDO		4,4	100,0	0,0	0 - 0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



#### C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Finura	5,58
% Agregado grueso	60%
% Agregado fino	40%



*Javier Francisco*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLICA CLAVIJO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 193687

## Anexo 06: Certificados de Diseños de mezcla con su ensayo de resistencia a la compresión

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
 RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
 SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
 PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
 UBICACIÓN : RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
 ASUNTO : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 : Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra Natural  
**3.1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,62
Relación a / c de obra	.....	0,63
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,90 : 3,00
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,98 : 3,01

**3.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	347 Kg.
Arena	.....	686 Kg.
Piedra	.....	1044 Kg.
Agua	.....	219 lt.

**3.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	84,1 Kg.
Piedra	.....	128,0 Kg.
Agua	.....	26,8 lt/bolsa

**3.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,86 : 3,18
Agua	.....	26,8 lt/bolsa

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



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra Natural

Fecha Rotura (7D) : 24/10/2020  
Fecha Rotura (28D) : 14/11/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0,70	17/10/2020	7	102,0	11089	81,63	136	2
0,70	17/10/2020	7	101,1	12072	80,20	151	3
0,70	17/10/2020	7	102,9	11647	79,95	146	5
0,60	17/10/2020	7	101,5	14912	80,91	184	3
0,60	17/10/2020	7	103,5	14015	84,13	157	3
0,60	17/10/2020	7	103,0	14301	83,24	172	3
0,60	17/10/2020	7	102,6	17329	82,60	210	3
0,50	17/10/2020	7	101,3	20599	80,60	256	2
0,50	17/10/2020	7	101,5	18084	81,31	222	3
0,70	17/10/2020	28	101,1	14778	80,23	184	4
0,70	17/10/2020	28	101,0	14152	80,12	177	4
0,70	17/10/2020	28	101,0	14486	80,12	181	2
0,60	17/10/2020	28	101,8	16377	81,38	201	4
0,60	17/10/2020	28	101,7	17452	81,15	215	4
0,60	17/10/2020	28	101,5	16349	80,91	227	1
0,50	17/10/2020	28	101,5	19951	80,83	247	2
0,50	17/10/2020	28	101,3	21427	80,60	266	4
0,50	17/10/2020	28	101,6	20387	81,07	251	1

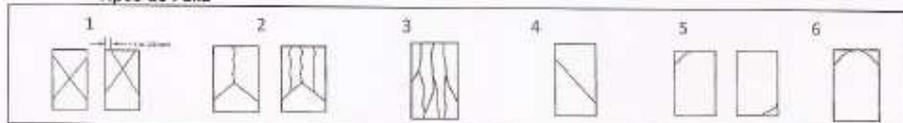
**Observaciones :**

**Equipos Usados:** F. Calibración  
Maquina Compres Mezzo -2020  
Pilo de Roy Marzo -2020

**Consideraciones :**

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

**Tipos de Falla**



*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 193667**

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
RINCONADA KM 0+0,00 - 0+0,300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3,0 **DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 3,1 Con fibra pet 20kg/m3 + 0,8% Fibra de acero reciclado  
**CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,54
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1,0 : 1,61 : 2,55
Proporciones de obra	.....	1,0 : 1,68 : 2,56

3,2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	398 Kg.
Arena	.....	669 Kg.
Piedra	.....	1018 Kg.
Agua	.....	219 lt.

3,3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	71,4 Kg.
Piedra	.....	108,7 Kg.
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

3,4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1,0 : 1,58 : 2,70
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

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



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

**Muestra** : Con fibra pet 20kg/m3 + 0,8% Fibra de acero reciclado

**Fecha Rotura (7D)** : 24/10/2020  
**Fecha Rotura (28D)** : 14/11/2020

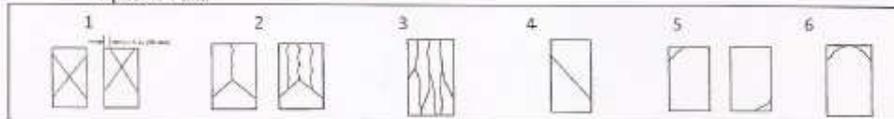
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0,70	17/10/2020	7	101,2	10294	80,44	127	2
0,70	17/10/2020	7	102,2	9735	82,03	119	1
0,70	17/10/2020	7	101,4	9389	80,75	116	1
0,60	17/10/2020	7	100,9	13925	79,88	174	2
0,60	17/10/2020	7	100,3	13782	78,93	175	5
0,60	17/10/2020	7	102,0	12793	81,63	157	2
0,50	17/10/2020	7	102,4	19174	82,27	233	3
0,50	17/10/2020	7	101,1	15088	80,20	242	5
0,50	17/10/2020	7	100,6	18400	79,61	232	4
0,70	17/10/2020	28	100,5	12283	79,33	156	2
0,70	17/10/2020	28	101,6	13201	81,07	163	2
0,70	17/10/2020	28	101,4	13068	80,67	162	3
0,60	17/10/2020	28	102,3	18451	82,11	225	3
0,60	17/10/2020	28	103,0	18952	83,32	223	4
0,60	17/10/2020	28	102,0	18094	81,71	221	4
0,50	17/10/2020	28	101,8	21223	81,33	261	2
0,50	17/10/2020	28	102,1	20591	81,87	252	2
0,50	17/10/2020	28	100,5	20480	79,33	258	1

**Observaciones :**

**Equipos Usados / Calibración**  
 Máquina Compr. Marzo -2020  
 Plu de Ruy Marzo -2020

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

**Tipos de Falla**



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3,0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra Con fibra pet 20km/m<sup>3</sup> + 1% Fibra de acero reciclado

**3,1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,54
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,63 : 2,57
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,69 : 2,58

**3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	396 Kg.
Arena	.....	671 Kg.
Piedra	.....	1021 Kg.
Agua	.....	218 lt.

**3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	71,9 Kg.
Piedra	.....	109,5 Kg.
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

**3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,59 : 2,72
Agua	.....	23,4 lt/bolsa



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

*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra Con fibra pet 20km/m3 + 1% Fibra de acero reciclado

Fecha Rotura (7D) 24/10/2020  
 Fecha Rotura (28D) 14/11/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	102.0	10934	81,63	134	3
0.70	17/10/2020	7	100.0	10267	78,54	131	3
0.70	17/10/2020	7	100.0	9548	78,46	123	5
0.60	17/10/2020	7	102.2	15133	82,03	184	3
0.60	17/10/2020	7	102.3	15068	82,19	183	2
0.60	17/10/2020	7	102.2	14842	82,03	181	2
0.50	17/10/2020	7	107.0	21923	89,84	244	2
0.50	17/10/2020	7	102.3	20677	82,19	252	3
0.50	17/10/2020	7	102.7	19714	82,76	238	2
0.70	17/10/2020	28	101,9	13358	81,47	166	2
0.70	17/10/2020	28	101,6	13354	81,07	165	2
0.70	17/10/2020	28	101,0	13201	80,12	165	1
0.60	17/10/2020	28	101,7	17329	81,15	214	3
0.60	17/10/2020	28	101,1	16679	80,26	235	3
0.60	17/10/2020	28	101,3	19185	80,82	238	2
0.50	17/10/2020	28	100,7	21508	79,66	270	1
0.50	17/10/2020	28	100,3	21305	78,99	270	2
0.50	17/10/2020	28	100,6	20591	79,33	260	4

Observaciones :

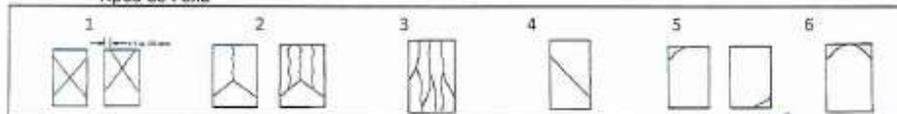
Equipos Usado: F. Calibración  
 Máquina Compres Marzo -2020  
 Pie de Rey Marzo -2020

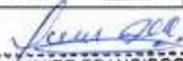


Consideraciones :

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

Tipos de Falla



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

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3,0 **DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 3,1 Con fibra pet 20kg/m<sup>3</sup> + 2 % Fibra de acero reciclado  
**CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,53
Relación a / c de obra	.....	0,54
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,58 : 2,49
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,64 : 2,50

3,2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	406 Kg.
Arena	.....	667 Kg.
Piedra	.....	1014 Kg.
Agua	.....	219 lt.

3,3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	69,8 Kg.
Piedra	.....	106,3 Kg.
Agua	.....	22,9 lt/bolsa

3,4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,55 : 2,64
Agua	.....	22,9 lt/bolsa



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

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

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - D+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020.  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra Con fibra pet 20kg/m<sup>3</sup> + 2 % Fibra de acero reciclado

Fecha Rotura (7D) 24/10/2020  
 Fecha Rotura (28D) 14/11/2020

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD dias	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	100,7	10316	79,64	130	1
0.70	17/10/2020	7	101,7	10010	81,23	123	3
0.70	17/10/2020	7	102,0	9311	81,71	110	3
0.60	17/10/2020	7	100,8	14190	79,72	178	2
0.60	17/10/2020	7	100,8	13476	79,72	169	2
0.60	17/10/2020	7	102,8	13955	83,00	160	2
0.50	17/10/2020	7	101,9	19592	81,47	240	4
0.50	17/10/2020	7	101,4	19894	80,67	244	2
0.50	17/10/2020	7	100,9	18603	79,96	233	6
0.70	17/10/2020	28	101,2	12599	80,44	157	2
0.70	17/10/2020	28	100,5	12283	79,33	155	2
0.70	17/10/2020	28	100,6	12161	79,48	153	1
0.60	17/10/2020	28	101,0	17227	80,12	215	1
0.60	17/10/2020	28	101,5	17360	80,91	214	3
0.60	17/10/2020	28	101,9	17207	81,47	211	3
0.50	17/10/2020	28	101,6	20691	81,07	254	2
0.50	17/10/2020	28	103,0	20266	83,32	243	1
0.50	17/10/2020	28	101,9	20897	81,47	258	4

Observaciones :

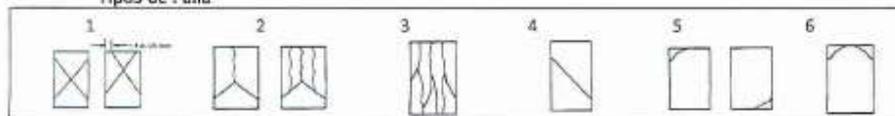
Equipos Usados: F. Calibración  
 Máquina Compr. Marzo.-2020  
 Pie de Rey Marzo.-2020



Consideraciones :

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

**Tipos de Falla**



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

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
UBICACIÓN : RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
ASUNTO : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

3,0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR ( $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL tipo I

Muestra 3,1 Con fibra pet 25kg/m<sup>3</sup> + 0,8% Fibra de acero reciclado  
CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,54
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1,0 : 1,61 : 2,55
Proporciones de obra	.....	1,0 : 1,68 : 2,56

3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	398 Kg.
Arena	.....	669 Kg.
Piedra	.....	1018 Kg.
Agua	.....	219 lt.

3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	71,4 Kg.
Piedra	.....	108,7 Kg.
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1,0 : 1,58 : 2,70
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

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



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra Con fibra pol 25kg/m3 + 0.8% Fibra de acero reciclado

Fecha Rotura (7D) 24/10/2020  
 Fecha Rotura (28D) 14/11/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD dias	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.70	17/10/2020	7	99.9	10724	78.30	137	2
0.70	17/10/2020	7	100.9	10942	79.06	133	2
0.70	17/10/2020	7	102.4	9947	82.35	120	3
0.60	17/10/2020	7	103.2	14832	83.57	177	3
0.60	17/10/2020	7	101.6	15525	80.99	192	1
0.60	17/10/2020	7	100.7	15352	75.96	193	2
0.50	17/10/2020	7	100.1	20612	78.62	262	2
0.50	17/10/2020	7	99.2	19582	77.29	253	1
0.50	17/10/2020	7	100.6	19399	76.49	244	2
0.70	17/10/2020	28	102.1	13476	81.79	165	2
0.70	17/10/2020	28	101.9	13750	81.55	168	2
0.70	17/10/2020	28	102.4	13274	82.35	161	1
0.60	17/10/2020	28	102.1	17533	81.79	214	1
0.60	17/10/2020	28	102.0	16145	81.71	222	2
0.60	17/10/2020	28	101.9	16349	81.55	225	2
0.50	17/10/2020	28	102.5	21976	82.52	266	3
0.50	17/10/2020	28	102.6	20387	82.60	247	4
0.50	17/10/2020	28	101.4	20581	80.67	255	2

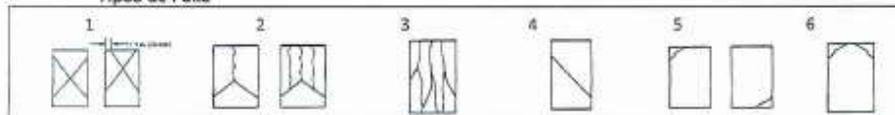
bservaciones :

**Equipos Usados:** F. Calibración  
 Maquina Compr. Marzo-2020  
 Pie de Rey Marzo-2020



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

**Tipos de Falla**



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

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3,0 **DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 3,1 Con fibra pet 25kg/m<sup>3</sup> + 1% Fibra de acero reciclado  
**CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,58
Relación a / c de obra	.....	0,59
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,73 : 2,74
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,80 : 2,75

3,2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	374 Kg.
Arena	.....	675 Kg.
Piedra	.....	1027 Kg.
Agua	.....	221 lt.

3,3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

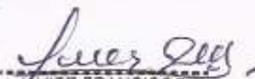
Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	76,7 Kg.
Piedra	.....	116,7 Kg.
Agua	.....	25,1 lt/bolsa

3,4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,70 : 2,90
Agua	.....	25,1 lt/bolsa

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



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

 <b>LAB SUELOS JCH E.A.C.</b> <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

**Muestra** : Con fibra pet 25kg/m3 + 1% Fibra de acero recidado

**Fecha Rotura (7D)** : 24/10/2020  
**Fecha Rotura (28D)** : 14/11/2020

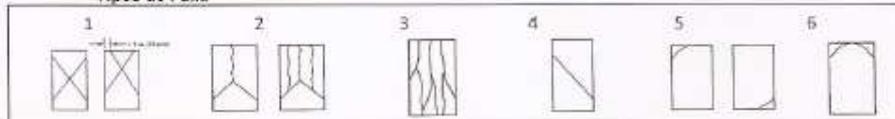
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA Kg	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0,70	17/10/2020	7	100,7	11947	79,64	150	4
0,70	17/10/2020	7	100,2	11468	78,85	145	5
0,70	17/10/2020	7	101,4	11162	80,75	138	2
0,60	17/10/2020	7	101,8	15208	81,39	189	2
0,60	17/10/2020	7	100,4	16646	79,08	210	1
0,60	17/10/2020	7	101,6	17482	81,07	216	5
0,50	17/10/2020	7	100,7	23099	79,64	290	5
0,50	17/10/2020	7	100,7	22630	79,64	284	6
0,50	17/10/2020	7	101,0	23558	80,12	294	2
0,70	17/10/2020	28	100,5	13749	82,52	167	3
0,70	17/10/2020	28	100,0	14584	78,46	186	3
0,70	17/10/2020	28	100,7	14322	79,64	180	2
0,60	17/10/2020	28	100,4	19606	82,35	237	2
0,60	17/10/2020	28	102,3	19622	82,11	238	2
0,60	17/10/2020	28	101,1	18552	80,28	231	3
0,50	17/10/2020	28	100,3	22178	79,01	281	3
0,50	17/10/2020	28	100,9	22426	78,96	280	1
0,50	17/10/2020	28	100,6	22630	79,49	285	1

**Observaciones :**

**Equipos Usados:** F. Calibración  
 Máquina Compres. Marzo.-2020  
 Pila de Rey Marzo.-2020

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

**Tipos de Falla**



*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 193667**

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
RUC: 20602256872



INFORME : JCH 20-110  
SOLICITANTE : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
PROYECTO : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA  
RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
ASUNTO : Diseño de mezcla PRELIMINAR  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3,0 **DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

Muestra 3,1 Con fibra pet 25kg/m<sup>3</sup> + 2,0 % Fibra de acero reciclado  
**CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,54
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,63 : 2,57
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,69 : 2,58

3,2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	396 Kg.
Arena	.....	671 Kg.
Piedra	.....	1021 Kg.
Agua	.....	218 lt.

3,3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	71,9 Kg.
Piedra	.....	109,5 Kg.
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

3,4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,59 : 2,72
Agua	.....	23,4 lt/bolsa

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



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

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

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**Proyecto** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VIA RINCONADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020  
**Ubicación** : SAN JUAN DE LURIGANCHO

**Muestra** : Con fibra pet 25kg/m3 + 2,0 % Fibra de acero reciclado

**Fecha Rotura (7D)** : 24/10/2020  
**Fecha Rotura (28D)** : 14/11/2020

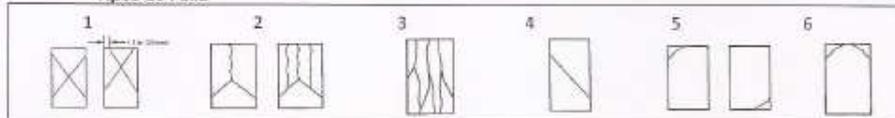
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MAXIMA KG	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0,70	17/10/2020	7	102,4	10306	82,35	125	2
0,70	17/10/2020	7	103,1	10826	83,40	130	2
0,70	17/10/2020	7	101,4	10194	80,87	126	3
0,50	17/10/2020	7	101,7	13925	81,15	172	3
0,50	17/10/2020	7	100,9	13507	79,96	169	1
0,50	17/10/2020	7	103,4	14434	83,97	172	2
0,50	17/10/2020	7	101,9	18063	81,47	222	2
0,50	17/10/2020	7	102,8	19185	82,92	231	1
0,50	17/10/2020	7	102,5	18338	82,52	222	2
0,70	17/10/2020	28	101,4	12844	80,67	159	1
0,70	17/10/2020	28	100,0	12569	78,54	160	1
0,70	17/10/2020	28	101,2	12253	80,44	162	2
0,50	17/10/2020	28	102,0	17227	81,63	211	1
0,50	17/10/2020	28	101,8	18094	81,31	223	1
0,50	17/10/2020	28	101,2	17941	80,36	223	1
0,50	17/10/2020	28	101,8	20387	81,31	251	3
0,50	17/10/2020	28	101,0	20489	80,12	256	2
0,50	17/10/2020	28	101,5	20540	80,91	254	2

**Observaciones :**

**Equipos Usado:** F. Calibración  
 Máquina Compres. Marzo -2020  
 Pie de Rey Marzo -2020

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

**Tipos de Falla**



*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867**

## Anexo 07: Certificado de Resistencia a la Flexión

	FORMATO		Código	CPE-10
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 1
Proyecto	DISEÑAR UN PAVIMENTO RÍGIDO CON POLIÉSTERESTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA VÍA RINCÓNADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020		Informe	JCH 20-110
Solicitante	ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA		Realizado por	R. Tr.
Ubicación	SAN JUAN DE LURIGANCHO		Fecha de ensayo	21/11/2020
Fecha	NOVIEMBRE DEL 2020			
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Prismas de concreto endurecido			
Pc de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>			

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
NATURAL A/C 0,53	24/10/2020	21/11/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	31 kg/cm <sup>2</sup>
ADITIVO A/C 0,54 PET 20 KG/M <sup>3</sup>	24/10/2020	21/11/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	40 kg/cm <sup>2</sup>
ADITIVO A/C 0,55 PET 25 KG/M <sup>3</sup>	24/10/2020	21/11/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	43 kg/cm <sup>2</sup>

Equipo Usado	Fecha Calibración
Máquina de Compresión	Año - 2020

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante,
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo



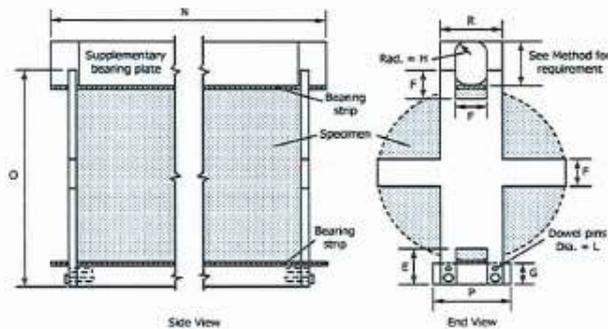
*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 193667**

## Anexo 08: Certificado de Resistencia a la Tracción

	INFORME	Código	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1
Proyecto	: DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO		
Solicitante	: PARA MEJORAR LA VIA RINCÓNADA KM 0+0.00 - 0+0.300 - SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2020		
	: ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA		
Ubicación	: SAN JUAN DE LURIGANCHO		
Fecha	: NOVIEMBRE DEL 2020		
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 1 A/C 0,50 DISEÑO NATURAL	17/10/2020	14/11/2020	28 días	20,2	10,01	1019,8525	31,9 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 2 A/C 0,60 DISEÑO NATURAL	17/10/2020	14/11/2020	28 días	20,2	9,94	9111,9227	28,9 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 3 A/C 0,70 DISEÑO NATURAL	17/10/2020	14/11/2020	28 días	20,3	10,08	6969,9734	21,7 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

<b>Equipos Usados</b>
Presna Uniaxial
Plata de rey



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

# Anexo 09: Analisis Granulometrico de la subrasante

	FORMULARIO	Código : _____
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : _____
		Fecha : _____
		Página : _____

**INFORME N°** : JCH 20-110  
**SOLICITANTE** : ELADIO EDWIN BAZÁN BEDOYA  
**PROYECTO** : DISEÑAR UN PAVIMENTO RIGIDO CON POLIETILENTEREFTALATO Y FIBRA DE ACERO PARA LA VIA RINCÓNADA KM 0+0.00 - 0+0.300  
**UBICACIÓN** : \_\_\_\_\_  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2020

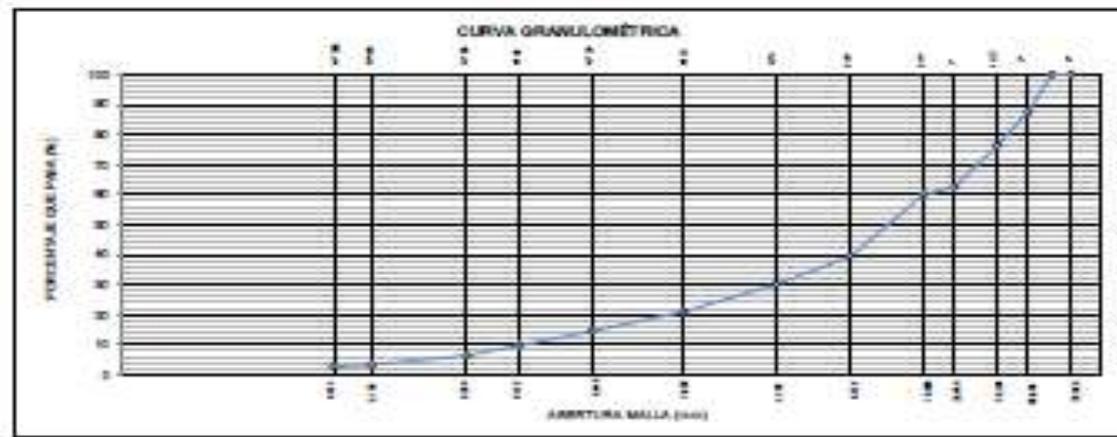
**Datos de la Muestra:**  
 Carretera : \_\_\_\_\_  
 Calicata : \_\_\_\_\_  
 Muestra : \_\_\_\_\_  
 Prof. (m) : \_\_\_\_\_  
 Progresiva : \_\_\_\_\_  
 Coordenadas : \_\_\_\_\_  
 Fecha de Recepción : \_\_\_\_\_  
 Fecha de Ejecución : \_\_\_\_\_

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 3480.1

TAMAO	ABERTURA	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	---	---	100.0
2"	50.80	436.1	12.5	87.5
1.5"	38.10	383.1	11.0	76.5
1"	25.40	359.1	10.3	62.6
3/4"	19.05	33.4	1.0	50.0
3/8"	9.525	717.1	20.6	32.4
N° 4	4.750	300.0	8.6	30.0
N° 10	2.000	314.3	9.0	21.0
N° 20	0.840	220.3	6.3	14.4
N° 40	0.425	198.0	5.7	9.7
N° 60	0.250	117.8	3.4	6.3
N° 100	0.150	104.8	3.0	5.2
N° 200	0.075	21.1	0.6	2.8
-200		59.1	1.7	0.0

N° Grava (N° 4 < D < 20)	33.0
N° Arena (N° 20 < D < 75)	27.8
N° Fines (< N° 20)	39.2
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
LÍMITE LÍQUIDO (N° ASTM D690-02)	---
LÍMITE PLÁSTICO (N° ASTM D690-02)	---
Índice de Plasticidad (N° ASTM D690-02)	---
<b>Contenido de Humedad ASTM D-2218-02</b>	
Humedad (%)	0.8
<b>CLASIFICACIÓN</b>	
CLASIFICACIÓN SUELOS ASTM D 2487-02	GW
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 2922-02	A-1-6(2)
Descripción de la muestra :	GRAVA REFIN CRUDADA



Observación : \_\_\_\_\_  
 Realizado por : \_\_\_\_\_  
 Equipos Usados :  
 - Bal-TAU4001-N°1  
 - HCN-01-jch  
 - Equipo de Casagrande E.L.E.  
 - Bal-GE-602F-N°2

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 336.141 / ASTM D-1557

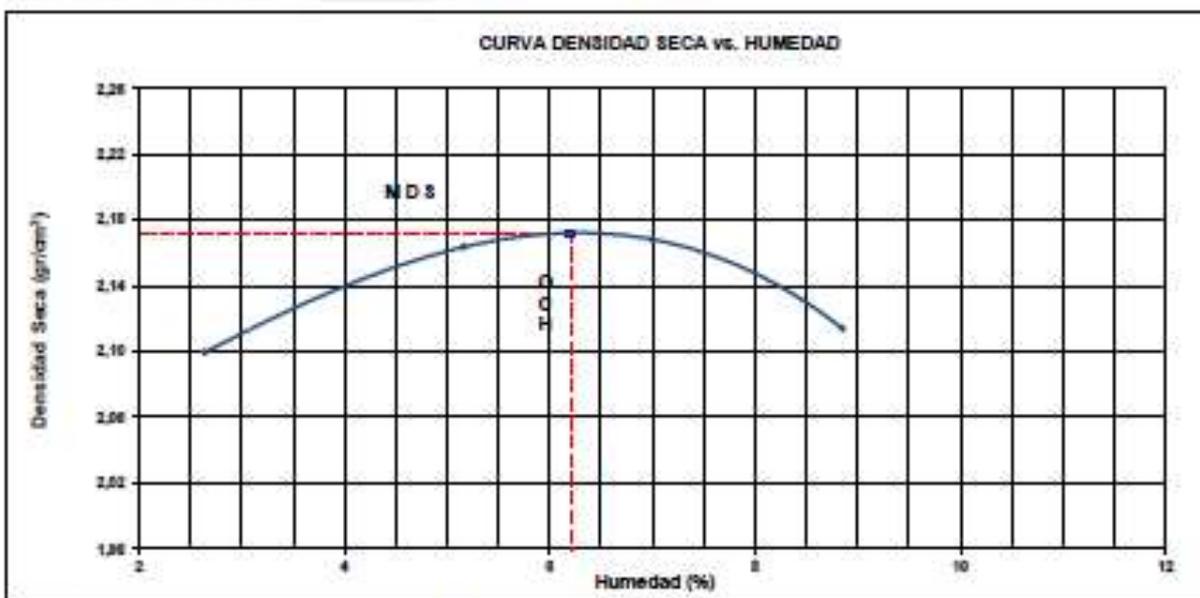
N° INFORME : JCH 19-129	Fecha de Recepción : 14/12/20
SOLICITANTE : -	Fecha de Ejecución : 14/12/20
PROYECTO : -	
UBICACIÓN : -	
FECHA : -	

Calicata : C-16	Cantera : -	Clasificación SUCS : GW
Muestra : M-1	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
Prof.(m) : 0.80 - 2.00	Coordenadas : -	

COMPACTACION					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11270	11525	11620	11580	
Peso del Molde (gr)	8702	8702	8702	8702	
Peso suelo compacto (gr)	4568	4823	4918	4878	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2120.0	2120.0	2120.0	2120.0	
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.155	2.275	2.320	2.301	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.099	2.189	2.188	2.114	

HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo humedo (gr)	596.5	713.0	824.2	828.1	
Tara + suelo seco (gr)	583.3	681.8	588.7	583.5	
Peso del agua (gr)	13.2	31.1	35.5	44.5	
Peso de tara (gr)	83.5	79.2	81.8	81.0	
Peso suelo seco (gr)	499.8	602.7	506.9	502.6	
Contenido de humedad(%)	2.8	5.2	7.0	8.9	

Maxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.171 (g/cm <sup>3</sup> )
Optimo Contenido Humedad(%)	6.2 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante	Equipo usado	Fecha Calibración
	Bal-R31P30-MP3	Ene.-2020
Realizado por : Tec. J.Ch	Bal-TAJ4001-PP1	Ene.-2020
	Hoi-01-JCH	Ene.-2020
	Mar. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

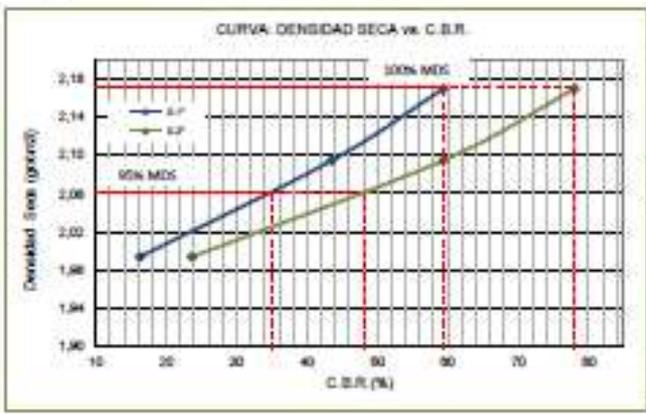


<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 338.146 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 19-129	Fecha de Recepción : 14/12/20
SOLICITANTE : -	Fecha de Ejecución : 14/12/20
PROYECTO : -	
UBICACIÓN : -	
FECHA : -	

Calicaba : C-15	Cantera : -	Clasificación SUCS : GW
Muestra : M-1	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
Prof.(m) : 0.80 - 2.00	Coordenadas : -	

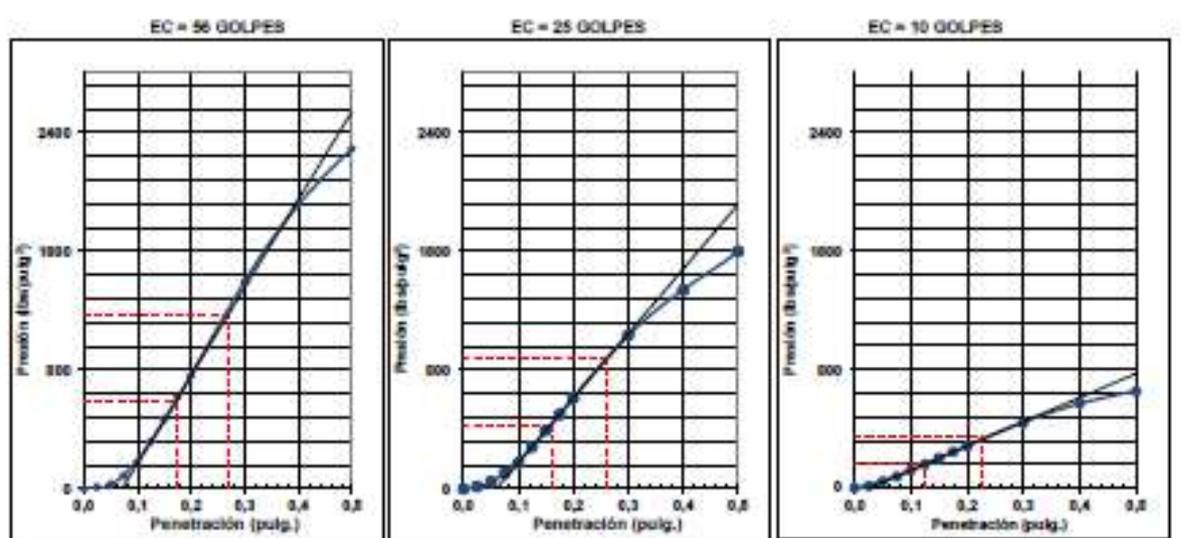


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2,171
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6,2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2,062

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 59,4	0.2"	: 78,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 35,0	0.2"	: 48,0

**RESULTADOS:**

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 59,4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 35,0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 78,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 48,0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.	Equipo usados	Fecha Calibración
-	Bal-RS1P30-NP3	Ene.-2020
	Bal-TAJ4001-NP1	Ene.-2020
	Hsi-01-JCH	Ene.-2020
	Mez. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

## Anexo 10: Certificado de Calibración de Equipos

**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:

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**

**Laboratorio de Calibración**

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mir M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2006 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-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019  
Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022



**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 223-2019-INACAL/DA  
Centro N° : 000-2019-INACAL/DA  
Registro N° : I.L. 033

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019

El presente certificado tiene validez con los procedimientos Acreditados de Acreditación y emisión de calibración desde que el cliente cumple con los requisitos de competencia y cumplimiento establecidos. El alcance y registros de los calibraciones en la página 4 del presente certificado son de carácter informativo y no forman parte del presente certificado.  
La Dirección de Acreditación del INACAL participa en el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM) del Centro Nacional de Acreditación Operativa (CNAO) Internacional, Acreditación Foral (AF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización Latinoamericana de Normalización (OLAN).

IN-001-02P-028 (Rev. 02)



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 074-2020  
Fecha de emisión : 2020-06-10

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

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

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 170251  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : NO INDICA

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

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

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

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

### 3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
09 - JUNIO - 2020

### 4. Método de Calibración

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

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21,1
Humedad %	71	71

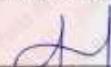
### 7. Resultados de la Medición

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

### 8. Observaciones

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



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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

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



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 112 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACI3N (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	98,346	98,233	1,654	1,767	98,290	1,740	0,113
200	197,271	197,751	1,365	1,125	197,511	1,260	-0,240
300	297,328	297,033	0,891	0,989	297,181	0,949	0,098
400	397,757	390,473	0,561	0,002	397,115	0,720	0,321
500	496,519	496,177	0,696	0,765	496,348	0,736	0,068
600	595,665	595,793	0,723	0,701	595,729	0,717	-0,021
700	695,350	695,399	0,664	0,657	695,375	0,665	-0,007

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACI3N

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlaci3n :  $R^2 = 1$

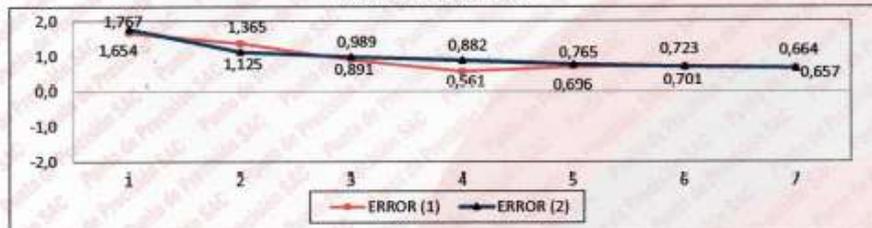
Ecuaci3n de ajuste :  $y = 1,0047x + 1,3367$

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

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángulos 653 - LIMA 42 Telf: 292-5106 698-9620

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

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



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 005 - 2020

Página : 1 de 4

**Expediente** : 902-2020  
**Fecha de emisión** : 2020-01-08

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

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

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

**2. Instrumento de Medición** : ESTUFA

**Indicación** : DIGITAL

**Marca del Equipo** : AAA INSTRUMENTS  
**Modelo del Equipo** : STHX-3A  
**Serie del Equipo** : 181046  
**Capacidad del Equipo** : 226 L

**Marca de indicador** : AUTCOMP  
**Modelo de indicador** : TCD  
**Temperatura calibrada** : 110 °C  
**Precedencia** : NO INDICA

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

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

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
 AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
 07 - ENERO - 2020

**4. Método de Calibración**  
 La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA DHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2018	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33,8	34,3
Humedad %	44	43

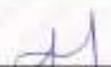
### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

### 8. Observaciones

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



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

Av. Los Angeles 857 - LIMA 47. Telf: 202-5106 698-9620

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

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

## Anexo 11: Panel de fotos

---



Foto N°01 coordinaciones con la empresa ECYMOL SAC



Foto N°02 Vista de la zona rocosa en la Asociación La Rinconada



Foto N°03 Obsérvese la pendiente elevada de acceso a la vía La Rinconada

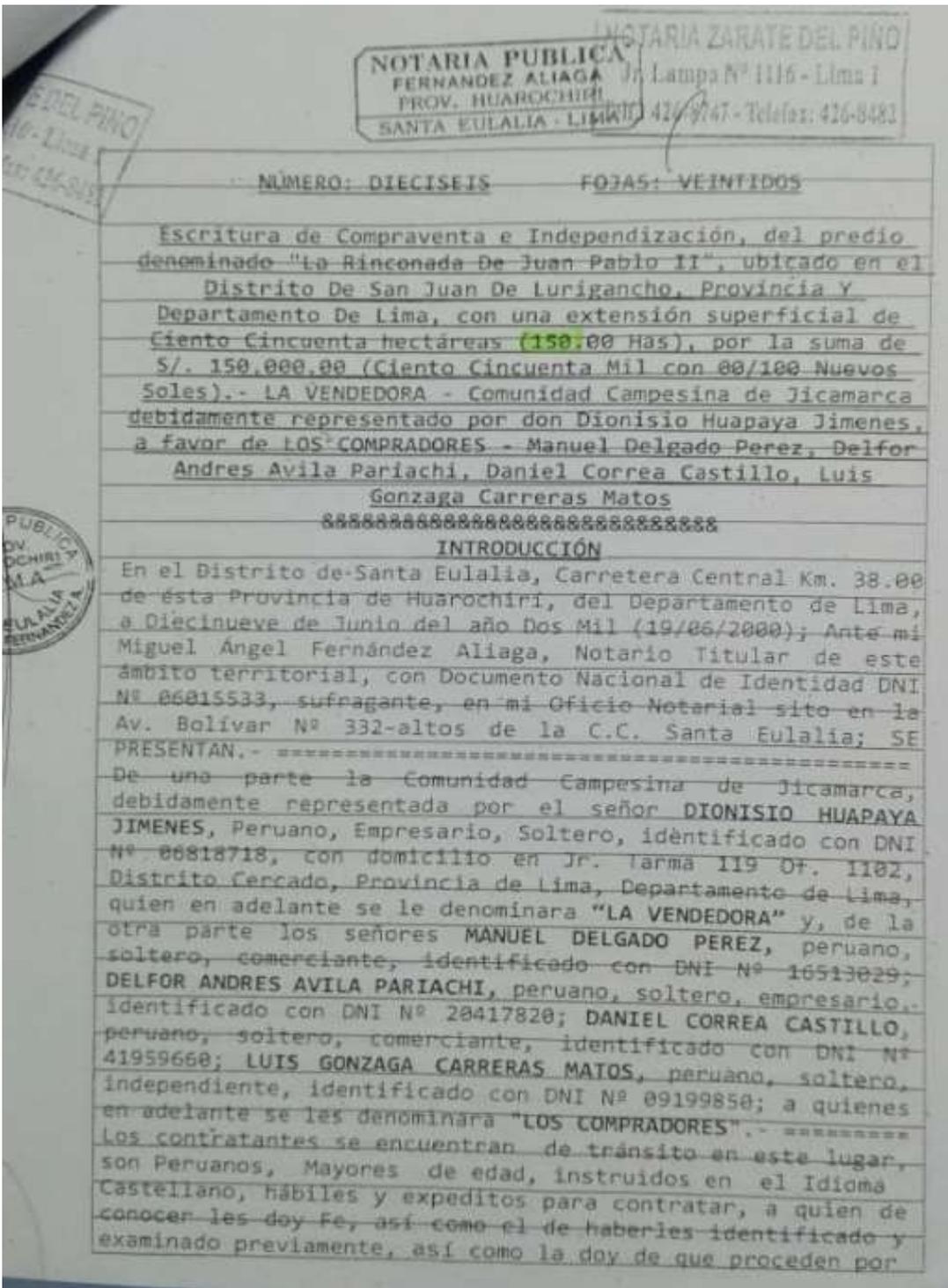


Foto N°04 Documento de propiedad de La Rinconada, adjuntado por la asociación.



Foto N°05 Ingreso a la vía La Rinconada



Foto N°06 Curva 1 proyectada, edificación a demoler para ampliación de pista, ver plano PP-01



Foto N°07. Curva 2, ver plano PP-01



Foto N°08 Curva 3, ver plano PP-01



Foto N°09. Curva 4, ver plano PP-01



Foto N°10. Los procesos de meteorización in situ



Foto N°11. Vista – Frontal de Portal actual



Foto N°12. Levantamiento topográfico

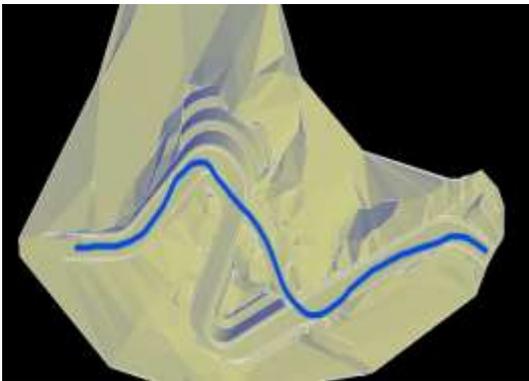


Foto N°13. Vista – Planteamiento de nueva vía



Foto N°14. Vista – Sistema de control COVID de la Asociación La Rinconada



Foto N°15. Vista – Maqueta de la Asociación La Rinconada



Foto N°16 Local del Laboratorio JCH SAC Foto N°17 Fraguado de especímenes en el Laboratorio



Foto N°18 Fractura de probetas en el Laboratorio

---