



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

**Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Torones Reciclados  
en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL.

**AUTOR:**

Baños Coronado, Ronald Hugo (ORCID: 0000-0001-6537-1943).

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001 – 8850 - 8463).

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA –PERÚ.

2021.

## **Dedicatoria**

Este proyecto se la dedico a mis padres, a mis hermanos y en especial a mi hija quienes fueron los motores y motivos para poder realizarme con mucho esfuerzo de manera constante y así lograr mis objetivos.

## **Agradecimiento**

Agradezco de manera especial al Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo por los alcances brindados en el desarrollo del proyecto de tesis en los diferentes aspectos, y también agradecer de manera infinita a mis padres y hermanos pese a las circunstancias siempre estuvieron pendiente de cada paso que daba.

## Índice de contenidos.

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	6
III.METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación:.....	16
3.2 Variables y operacionalización .....	16
3.3 Población, muestra y muestreo. ....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	18
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método de análisis de datos.....	22
3.7 Aspectos éticos.....	22
IV.RESULTADOS.....	23
V.DISCUSIÓN .....	66
VI.CONCLUSIONES .....	71
VII.RECOMENDACIONES .....	73
REFERENCIAS .....	75
ANEXOS .....	81

## Índice de tablas.

Tabla 1. Número de puntos de investigación .....	20
Tabla 2. Ensayo de resistencia de concreto .....	21
Tabla 3. Características del lugar de estudio. ....	26
Tabla 4. Conteo de vehículos ligeros. ....	28
Tabla 5. Conteo de vehículos pesados .....	29
Tabla 6. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos. ....	31
Tabla 7: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño. ....	32
Tabla 8. Peso específico y absorción.....	33
Tabla 9. Gravedad específica de sólidos.....	34
Tabla 10. Peso unitario.....	34
Tabla 11. Peso unitario.....	35
Tabla 12. Peso agregado grueso. ....	35
Tabla 13. Análisis granulométrico agregado grueso. ....	36
Tabla 14. Peso de agregado fino. ....	36
Tabla 15: Análisis granulométrico agregado fino.....	37
Tabla 16. Compactación próctor modificado. ....	38
Tabla 17. Numero de golpes de soporte de CBR. ....	38
Tabla 18. Determinación de CBR.....	39
Tabla 19. Categorías de subrasante. ....	39
Tabla 20. Datos para el análisis de granulométrico por tamizado. ....	40
Tabla 21. Clasificación SUCS y AASHTO. ....	40
Tabla 22. Materiales para el diseño. ....	41
Tabla 23. Valores de diseño patrón.....	41
Tabla 24. Relación de agua cemento .....	42
Tabla 25. Materiales para el concreto. ....	42
Tabla 26. Valores de diseño -15kg/m <sup>3</sup> .....	43
Tabla 27. Agua de mezcla corregida.....	43
Tabla 28. Valores y proporciones-30 kg/m <sup>3</sup> . ....	44
Tabla 29. Agua de mezcla corregida.....	44

Tabla 30. Datos para el análisis de granulométrico por tamizado. ....	45
Tabla 31. Resumen de slump $f'c$ 210 kg /m <sup>3</sup> con dosificaciones. ....	45
Tabla 32. Cantidad de probetas-compresión.....	46
Tabla 33. Cantidad de probetas - flexión.....	46
Tabla 34. Rotura de patrón (210kg/cm <sup>2</sup> ) – 7 días a compresión.....	47
Tabla 35. Rotura de patrón (210 kg/cm <sup>2</sup> )-14 días a compresión. ....	48
Tabla 36. Rotura de patrón (210 kg/cm <sup>2</sup> )- 28 días a la compresión.....	49
Tabla 37. Promedio resistencia a compresión de 15kg/m <sup>3</sup> - 07 días. ....	50
Tabla 38. Promedio de resistencia a compresión 15 kg/m <sup>3</sup> -14 días. ....	51
Tabla 39. Promedio de resistencia a compresión 15 kg/m <sup>3</sup> - 28 días. ....	52
Tabla 40. Promedio resistencia a compresión con 30 kg/m <sup>3</sup> - 7 días. ....	53
Tabla 41. Promedio resistencia a compresión con 30kg/m <sup>3</sup> -14 días. ....	54
Tabla 42. Promedio de resistencia a compresión de 30 kg/m <sup>3</sup> -28 días. ....	55
Tabla 43. Resumen de ensayos a la compresión 7, 14. 28 días. ....	57
Tabla 44. Promedio de resistencia a flexión del concreto patrón- 28 días. ....	60
Tabla 45. Promedio resistencia a flexión de concreto con 15 kg/m <sup>3</sup> - 28 días.....	61
Tabla 46. Promedio resistencia a flexión de concreto con 30 kg/m <sup>3</sup> - 28 días.....	61
Tabla 47. Resumen de ensayos a flexión.....	62
Tabla 48. Parámetros de diseño de la sub rasante. ....	64
Tabla 49: Propiedades de los materiales. ....	64
Tabla 50: Datos de tráfico y otras propiedades. ....	65

## Índice de figuras.

Figura 1. Cables de torones. ....	11
Figura 2: Torones triturados .....	11
Figura 3: Hilos metálicos de torones. ....	11
Figura 4: Ubicación del lugar de estudio. ....	19
Figura 5. Puntos de ubicación .....	25
Figura 6. Equipo de trabajo. ....	25
Figura 7. Resistencia a la compresión-07 días.....	47
Figura 8. Resistencia a la compresión- 14 días.....	48
Figura 9. Resistencia del patrón a la compresión-28 días.....	49
Figura 10. Resistencia a compresión 15 kg/m <sup>3</sup> -07 días.....	51
Figura 11. Resistencia a la compresión 15kg/m <sup>3</sup> . ....	52
Figura 12. Resistencia a la compresión 15 kg/m <sup>3</sup> - 28 días. ....	53
Figura 13. Resistencia a compresión 30 kg/m <sup>3</sup> -07 días.....	54
Figura 14. Resistencia a la compresión 30 kg/m <sup>3</sup> de torones- 14 días. ....	55
Figura 15. Resistencia a la compresión de 30 kg/m <sup>3</sup> - 28 días. ....	56
Figura 16. Resumen de ensayos a compresión. ....	58
Figura 17: Resumen de resistencia promedio a la compresión en %.....	59
Figura 18. Resistencia promedio a flexión – 28 días.....	62
Figura 19. Estructura del pavimento.....	65
Figura 20. Asentamiento de concreto patrón y dosificaciones. ....	67

## **Resumen.**

En el proyecto de tesis tiene como objetivo general a determinar de qué manera la incorporación de torones reciclados mejora el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021. Entonces lo que se busca es con esta investigación es una mejora en la resistencia a compresión y flexión del concreto adicionando torones reciclados según el volumen total del concreto y que esto a su vez nos garanticen una mejor durabilidad del concreto, la investigación es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, para un mejor respaldo a la investigación se ha recurrido a autores que con sus aportes ayudan a fortalecer el proyecto de tesis donde básicamente se involucra las dosificaciones de torones reciclados 15 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup> y el patrón. Con los resultados obtenidos del laboratorio podemos observar que hay un incremento de la resistencia de la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> tanto a la compresión y flexión con respecto al patrón de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, por ello se concluye que el concreto con una dosificación ideal aumenta su resistencia máxima a los 28 días a compresión y flexión.

**Palabras claves:** Concreto, dosificación, torones reciclados, pavimento rígido.

## **Abstract.**

The general objective of the thesis project is to determine how the incorporation of recycled strands improves the rigid pavement design on Avenue Mariano Pastor Sevilla, Villa the Salvador 2021. So what is sought with this research is an improvement in the compressive and flexural strength of the concrete by adding recycled strands according to the total volume of the concrete and that this in turn guarantees us a better durability of the concrete, the research is of an applied type and quasi- experimental design, for a better support to the research is has resorted to authors who with their contributions help to strengthen the thesis project where the dosages of recycled strands 15 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup> and the pattern are basically involved. With the results obtained from the laboratory we can observe that there is an increase in the resistance of the dosage of 15 kg/m<sup>3</sup> both to compression and bending with respect to the pattern of  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, therefore it is concluded that the concrete with an ideal dosage increases its maximum resistance to compression and flexion after 28 days.

**Keywords:** Concrete, dosage, recycled strands, rigid pavement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial se presenta un gran desarrollo de infraestructura vial, el cual trae consigo una serie de fallas en su estructura generando serios problemas a los usuarios, las fallas estructurales se dan por diferentes factores por ejemplo un mal proceso constructivo, el tipo de suelo, una mala calidad de concreto, etc. Por ello implica la búsqueda de minimización de las fallas en la capa de la estructura rígida, por ejemplo la mejora del tipo de suelo, un óptimo proceso constructivo, una mejor calidad de concreto (incorporación de aditivos), incorporación de pasajuntas; según Espinoza y Villalobos (2014), indica que “para un mayor manejo de las fallas es importante la utilización de juntas, esto permite que el concreto tenga un mínimo movimiento, el cual reduce el esfuerzo a la contracción por secado, disminuyendo así las fallas estructurales”(p.11).

A nivel nacional la infraestructura vial se ha desarrollado de manera que se puede observar diferentes fallas estructurales que conlleva a realizar un análisis para poder sugerir una solución en bien de los usuarios, los motivos son diversos ya que en la actualidad se pueden observar todas las fallas, por ejemplo, en las juntas de dilatación muchas veces es donde las fallas se muestran con sus diversas características ya sea por el tiempo de uso o por el mal proceso constructivo, falta de un control de calidad en el diseño estructural, un mal sellado de juntas, etc.

Según Rimarachín (2018), indica “que las condiciones climáticas como frío, calor, humedad, acumulación de materiales indeseables en las juntas de dilatación, el mal proceso constructivo, agregados de mala calidad, mal fraguado o mal curado pueden ser una de las causales de las fallas” (p.20).

En el distrito de Villa el Salvador en estos últimos años hay un desarrollo en la ejecución de vías de pavimento rígido, en estas estructuras del pavimento se puede observar diferentes fallas tales como grietas en la carpeta de rodadura, desniveles de juntas, punzonamientos, etc. El cual trajo consigo una serie de molestias para los usuarios a poco tiempo desde su inauguración, generando una serie de especulaciones que podría ser un mal proceso constructivo, un mal diseño de su estructura, una mala compactación, etc. Una de las fallas que se puede observar en las juntas de dilatación son las fisuraciones, una de las fallas con gran relevancia. Por ello según Montalvo (2015), las fisuras es consecuencia de una baja resistencia a la tracción y compresión del concreto (p.7). También se presentan fallas como los desniveles, grietas horizontales y verticales, punzonamientos,

trayendo consigo una serie de problemas tanto a los vehículos y los peatones que circulan por el lugar.

A nivel de la historia el proceso constructivo ha ido desarrollando nuevas tecnologías para disipar las fallas estructurales en las juntas el cual tiene un reflejo en la mejora de aditivos para el concreto, el uso de pasa juntas, etc. Las causas de dichas fallas son diversas como factores climáticos, tipo de suelo, mal proceso constructivo.

La proyección del problema en un futuro es que se incremente las fallas estructurales específicamente en las juntas de dilatación y esto refleje accidentes con consecuencias fatales, depreciación considerable de vehículos, incremento de fallas en la capa de rodadura.

Bajo estas premisas realizar una propuesta de solución con respecto a las fallas en juntas del pavimento rígido con una evaluación estructural y la incorporación de materiales (torones reciclados) en el diseño y así poder contribuir la reducción de fallas y en la mejora del pavimento rígido.

Como **formulación del problema general** se menciona:

¿De qué manera la incorporación de torones reciclados mejora el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021?

Como **formulación de problemas específicos** se menciona:

¿De qué manera influye el desempeño de los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021?

¿De qué manera influye la dosificación de los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021?

¿Cómo mejora el comportamiento del concreto rígido al incorporar los torones reciclados en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021?

La **investigación se justifica de manera teórica**, debido a que es conveniente desarrollar soluciones que minimicen los problemas (fallas en las juntas, desniveles de juntas de dilatación, grietas, punzonamientos, etc.) que se suscitan en el lugar de investigación, dado que servirán para la búsqueda de soluciones cuyo beneficio recae directamente a los usuarios de las vías del pavimento rígido y también para

los tesisistas que realizan otras investigaciones, como se menciona anteriormente en cuyo beneficio de que estas vías estén en buen estado, contribuye a los usuarios directamente ya que de algún modo los vehículos que transitan por el lugar reducirán sus depreciaciones y evitarán muchos accidentes, **como proyección social** se considera una mejora en el nivel de comodidad de los usuarios ya que al realizar una investigación respecto al tema se buscará minimizar las fallas en las vías de pavimento rígido y ello implica la reducción de desgaste de los vehículos y la comodidad de tránsito, por ello sus **implicaciones prácticas** ayudan a resolver las fallas de las juntas del pavimento rígido y a evitar accidentes fatales, esta aplicación de torones reciclados no solo serviría para evitar las grietas en las juntas sino también para mejorar la resistencia en las tres direcciones (x, y, z) en toda la carpeta de rodadura, también se puede aplicar en cualquier loza de concreto, al aplicar los torones reciclados (realizando cortes de 4.5 cm aproximadamente), también estamos contribuyendo con el medio ambiente ya que estos torones se encuentran como residuos sólidos en las mecánicas de autos, motos, etc. En diferentes lugares de Villa el Salvador, también se va a contribuir el ingreso monetario a las personas involucradas en el reciclaje de los torones cuyo costo será s/ 0.50 por 1kg de cables de acero; por ello, es importante reutilizar los cables que están formados por torones y esto a la vez por un conjunto de fibras de acero, las características de estas fibras es tener la forma espiral por el cual tendrán una mejor trabajabilidad al mezclarse con el concreto y así evitar el agrietamiento, las fisuras y por lo tanto ayudar a soportar la carga vehicular.

Como **objetivo general** se menciona:

Determinar de qué manera la incorporación de torones reciclados mejoran el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

Como **objetivos específicos** se menciona:

Determinar de qué manera influye el desempeño de los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

Determinar la influencia de la dosificación de los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

Determinar cómo mejora el comportamiento del concreto rígido al incorporar los torones reciclados en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

Como **hipótesis general** se menciona:

La incorporación de torones reciclados mejora significativamente el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

Como **hipótesis específicas** se mencionan:

El desempeño de los torones reciclados influye significativamente en el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

La dosificación de los torones reciclados influye significativamente en el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

El comportamiento del concreto rígido mejoró al incorporar los torones reciclados en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Como **antecedentes internacionales** tiene la opción de elegir el aporte de los diferentes autores con el fin de conseguir una mejora y un respaldo al proyecto de investigación, por ello es importante investigar con medida todos los aspectos que involucran el desarrollo de la temática:

Vega (2019), menciona en su investigación el cual tiene por título “Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto”, tratando básicamente sobre la incorporación de fibras en el concreto para ver las variaciones del diseño de la mezcla en cual será de gran ayuda para la trabajabilidad del concreto, por ello como objetivo general es evaluar la contribución tanto de fibra sintética como de fibra metálica en el módulo de rotura del concreto mediante la revisión bibliográfica en diferentes investigaciones realizadas a nivel nacional, el cual tiene como diseño de investigación experimental por ende se obtuvo resultados que dan a concluir que el uso de fibras en el diseño de concreto se dan con el fin de mejorar y aumentar la vida útil de los pavimentos.

Pérez (2016), indica en su proyecto que titula “Evaluación visual de fisuras tempranas en las losas de pavimento rígido MR41 en la variante del municipio de Urrao (Dep. Antioquia)” en esta investigación se puede ver las diferentes fallas en pavimentos rígidos a través de una evaluación visual, diferenciando así las posibles causas que generaron en la estructura para su posterior tratamiento según el tipo de fisura por ello el objetivo principal es evaluar de manera visual el fisuramiento prematuro en las losas del pavimento rígido MR41 en la variante del municipio de Urraco. (Dep. Antioquia). Cuyo diseño de investigación es no experimental -descriptivo, obteniendo así el resultado que llevó a consumir principalmente los orígenes que dieron origen a las fallencias, fue a causa del uso prematuro del mal sellado, el corte superficial de las juntas.

Becerril y Miranda (2016), indica en su tesis, el cual tiene como título “procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca Larga en el estado de Oaxaca”. El proyecto fue desarrollado en México cuyo enfoque está centrado básicamente en la descripción de los procedimientos constructivos de la carpeta asfáltica flexible el cual condujo a tener un objetivo dar a conocer cada una de las fases utilizadas en la elaboración de infraestructuras de transportes, empleando pavimentos flexibles, a través de un proceso constructivo, para el cual se aplica el diseño de investigación no experimental -descriptivo sus resultados dieron lugar a

concluir la gran importancia de saber el proceso constructivo aplicado a los pavimentos flexibles y sobre todo de trabajar insitu ya que es una experiencia distinta no solo conocer los aspectos que conciernen a la fase de pavimentos sino también al desarrollo de la estructura del terraplén.

Figuroa y Fonseca (2015), indican en el artículo de investigación que lleva por título “Estudio de residuos sólidos reciclados para resarcir fisuras y su aplicación en un pavimento en Bogotá”. En esta investigación se utiliza algunas materias primas biodegradables que son reciclados y reutilizados como sellantes de fisuras en pavimentos, motivo por el cual el objetivo es mejorar el procedimiento mecánico de la mezcla asfáltica procedente del complejo industrial, se aplica el diseño de investigación experimental, se concluye que el poliestireno expandido como polímero mantiene y mejora las propiedades elásticas del ligante, mientras que la llanta mejora la resistencia a la fatiga, la resistencia a los solventes.

Meza (2015) , indica en su tesis el cual titula “optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico”, en esta investigación afirma que la incorporación de cargas en el concreto conlleva a agrietamientos del piso por esa razón se utilizan refuerzos de varilla ,el cual estos refuerzos tienden a ser inservibles por lo que hay una necesidad de una protección tridimensional, el cual tiene como objetivo optimizar el empleo del concreto con refuerzo de fibras de acero y polipropileno. Por el cual el tipo de investigación es experimental, técnico, numérico y estadístico, es por ello se llega a unos resultados que dieron una conclusión en la etapa experimental permitió ensayar fibras comerciales donde se encontró una ligera ventaja de la fibra de acero con respecto a la fibra de polipropileno.

Como **antecedentes nacionales** tenemos una serie de aportes si bien es cierto que el desarrollo de la infraestructura vial se va desarrollando de manera continua es por ello que las investigaciones tienen un avance:

Paucar (2019), en su tesis que lleva por título “evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la av. Floral y jr. Carabaya, puno” en el cual se centra en evidenciar las inadecuadas

condiciones de transitabilidad y el deficiente mantenimiento, el cual tiene como objetivo evaluar la parte superficial de los pavimentos de la ciudad de Puno con las metodologías PCI y VIZIR. Por ello el diseño de investigación no experimental-aplicada, cuya población las vías de la ciudad de Puno, instrumentos que se utilizaron cámaras fotográficas, pizarra acrílica, tablero, flexómetro, lapiceros, software AutoCAD y office, un computador personal USB, folder, etc. El cual se obtuvo los resultados que dieron lugar a una conclusión donde las avenidas fueron evaluadas mediante los métodos del PCI y VIZIR, las fallas en el pavimento flexible y rígido más representativas e influyentes afectan la calidad de tránsito en la Av. Floral y Jr. Carabaya respectivamente y la práctica de mantenimiento de manera rutinario y periódico.

Rimarachín (2018), menciona en su tesis que lleva por título Evaluación superficial del pavimento en tres avenidas principales en la ciudad de Chota, región Cajamarca-2018. Cuyo enfoque está centrado básicamente en la evaluación superficial del pavimento aplicando el método PCI (Índice de Condición del Pavimento), por ello la evaluación le llevara a tomar las soluciones pertinentes para el buen funcionamiento de las vías cuyo el objetivo es evaluar la parte de la superficie, haciendo uso del método del P.C.I, a tres avenidas principales de la ciudad de chota, 2018, el diseño de investigación es no experimental-descriptiva y aplicada, y como muestra es todas las avenidas del pavimento rígido dentro de la delimitación para el cual se utilizaron instrumentos como wincha, regla milimétrica, cinta métrica, cámara fotográficas manual del PCI, por ello el resultado condujo a una conclusión que las avenidas donde se realizaron los estudios se debe monitorear constantemente para así evitar fallas mayores y así lograr con el desempeño del pavimento por el cual fue diseñado.

Vega (2018), que tiene por título “Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a2+000)”. En esta investigación se centra básicamente en la carretera al nuevo puerto de Yurimaguas el cual es importante el desarrollo para obtener la unión de la vía fluvial y terrestre, por ello el objetivo es realizar el diseño del pavimento del tramo que comprende entre el kilómetro 1+000 y 2+000 de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas, el diseño de investigación no experimental-comparativo es el método comparativo se obtuvo el los resultados por el cual llegó a las conclusiones donde indica que la

gran importancia del estudio de tráfico es importante en la metodología del diseño de pavimento, el estudio de suelos es muy importante ya que afectan directamente a los espesores de cada capa.

Sancho (2018), indica en su proyecto el cual titula como diseño de pavimentos industriales y planteamiento de la metodología de estabilización mecánica correspondiente para su empleo en zonas portuarias. Caso: Puerto del Callao, en cual tiene un propósito para definir el tipo de diseño del pavimento y la metodología a emplear para realizar su estabilización mecánica, por ello el objetivo es plantear la metodología apropiada para el diseño de pavimentos industriales, el tipo de diseño de investigación es experimental, el cual dio como resultados que dieron pie a las conclusiones que es de suma importancia recalcar que se planteó la ejecución de del pavimento rígido aplicando dowells, se estableció el tipo de pavimento a usarse en este tipo de proyectos.

Hernández (2017), indica en su proyecto el cual titula como Análisis y evaluación de las patologías del pavimento rígido y mejorar el índice operacional de la calle Buenos Aires cuadras 1,2,3,4 y 5, del AA.HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas - departamento de Loreto, mayo - 2017, en este proyecto de investigación se efectúa una evaluación y un análisis de las patologías del pavimento rígido por el cual se busca la recuperación de las condiciones de operatividad, por ello el diseño de investigación es no experimental y de corte transversal, por el cual se obtuvo los resultados que se llegaron a concluir que el grado de severidad de casi la mayoría de las muestras le concierne a un nivel alto.

Con respecto al marco teórico de las variables, donde permite utilizar los puntos de vista y los criterios que se utiliza en la investigación y el aporte de los autores, si bien es cierto que el tema a tratar es muy importante para el diseño óptimo del pavimento rígido y poder evaluar las fallas estructurales en las juntas de dilatación, por ello, cabe mencionar **la variable independiente: De torones reciclados** ( que se encuentran en los cables de frenos y cambios de vehículos en los centros de mecánicas como residuos sólidos), este material se pasará por un proceso de cortes de aproximadamente de 4.5 cm de longitud, el cual serán adicionadas directamente al concreto antes del vaciado , estos alambres tienen la forma de

espirales el cual tienen una ventaja de mayor trabajabilidad del concreto en cuanto a su resistencia.



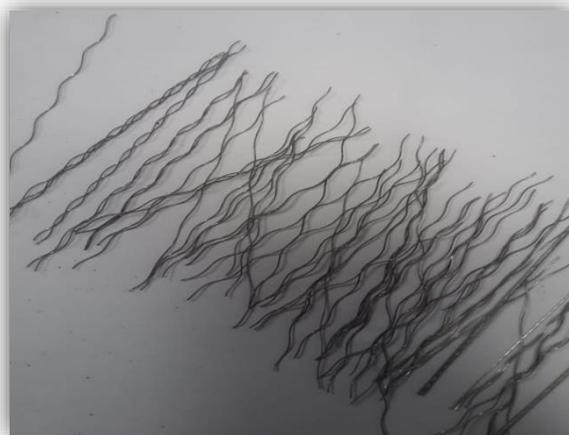
**Figura 1.** Cables de torones.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2:** Torones triturados

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3:** Hilos metálicos de torones.

Fuente: Elaboración propia

Por ello Chapoñan y Quispe (2017), indica que “para solucionar el problema de grietas es importante saber cuáles son las causas por el cual se dan ya que estas grietas se pueden dar en el concreto de estado fresco o en el concreto endurecido” (p.9). Es importante resaltar lo mencionado por el autor, ya que en el lugar de estudio se observa diferentes tipos de fallas.

Según Sotil y Zegarra (2015), indica que las fibras de acero se consideran como el refuerzo de primer orden y por alto rango de módulo de elasticidad por lo tanto reducen las fisuraciones, cuya longitud oscila entre 0.25 y 0.80 mm de diámetro y

también 10 y 75 mm de longitud [...] la dosificación mínima de 20kg/m<sup>3</sup> hasta 45kg/m<sup>3</sup> aproximadamente en base a las especificaciones del proyecto, cuyo volumen de fibra varía desde 0.25% al 2% del peso total del concreto, volumen mayor al 2% reducen de manera significativa el trabajo del concreto (pp.49-51).

Analizar la diferencia del costo beneficio para el diseño del concreto rígido control con el diseño del concreto experimental es importante y por ello el costo actual del concreto según la empresa concretera UNICÓN (2020), nos indica en su cotización que el concreto con resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> tiene un precio unitario de s/ 224.00 el m<sup>3</sup> sin igv puesto en obra, (párr.1). Según el portal web de PRODAC – BEKAERT (2020), nos indica que la fibra de acero Dramix tiene un costo de s/ 98.00 cada presentación de 20 kg puesto en obra, (párr.1); sin embargo, los torones reciclados tendrán un costo de s/ 0.80 cada kg puesto en obra (20 kg= s/ 16.00), por ello al considerar en el diseño experimental con el mismo costo del concreto (1m<sup>3</sup>= s/ 224.00, f<sub>c</sub>= 210 kg/cm<sup>2</sup>, fibra de acero de 20 kg/m<sup>3</sup>) en caso se considere la fibra de acero Dramix, pero al considerar los torones reciclados nos estaríamos ahorrando s/ 82.00 por cada m<sup>3</sup> consiguiendo mejorar la resistencia del concreto y la vez contribuir con un ingreso económico de las personas que contribuyen con el reciclaje, también contribuir con el medio ambiente ya que estos materiales son desechados.

Para la dosificación de torones reciclados se tomará en cuenta las investigaciones de los antecedentes por ello se va a considerar de 15kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup> del volumen total del concreto para el ensayo y también se va a considerar una longitud de 4.5 cm, pero es importante saber las características del material a emplear (torones reciclados), en su portal web de la descripción del producto según la marca LKN (2020) ,indica que los cables están compuestos por un conjunto de filamentos individuales que se tuercen alrededor de una base de 7 x 7 para la cuerda de alambre y dichos filamentos son de acero galvanizado estirados al frío con bajo carbono en su composición, diámetro de 0.8 mm cuya carga mínima de rotura es de 55 kg, y un peso aproximado (kg/100m) de 0.27 kg, resistencia a la tensión de 1960 MPA, cuya densidad es 7.84 kg/m<sup>3</sup> ( párr.1).

Según Farfán et al. (2018). Indica que se le pueden incorporar otros productos por ejemplo fibra de acero a la mezcla siempre y cuando no se excedan en el 1% del peso total y que no afecte la trabajabilidad del concreto (p.5). Estas consideraciones

se tomarán en cuenta para poder incorporar los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido.

Según Sika Colombia S.A.S. (2014), nos indica que la dosificación de fibras de acero es de 20 a 50kg/m<sup>3</sup> de concreto (p.9). Bajo estos aportes se irá perfilando las consideraciones para la dosificación de los torones reciclados.

La incorporación de materiales reciclados es muy importante para poder contribuir con el medio ambiente y aprovechar al máximo los residuos sólidos, por eso muchas veces estos materiales son de gran ayuda, por ello Vega (2019), menciona que “la incorporación de fibras como sintéticas y metálicas en el concreto se pueden realizar antes o durante el mezclado de los materiales utilizados en la elaboración del concreto” (p.23).

Después de hacer la propuesta de control de nivelación de las fajas contiguas se propone realizar una mejora del concreto incorporando materiales reciclables, con el objetivo de evitar las fallas estructurales del pavimento rígido, según Flor et al.(2019), Nos indican que “las fibras de acero son longitudinalmente cortas y una pequeña sección, que se incorpora al concreto con el propósito de darle mayor consistencia a sus propiedades, está hecha de alambre de acero estirado en frío, para un mejor rendimiento a la tracción, con las características de dispersarse de manera aleatoria cuando la mezcla está en estado fresco”(p.4).

Para mejorar la trabajabilidad del concreto y evitar desniveles en las juntas frías es importante incorporar acero liso (pasajuntas o dovelas) en su estructura, según indica Hernández (2017), “los pasadores o dowels son barras pequeñas de acero liso, cuya instalación están en parte transversal del pavimento, cuya función es transferir las cargas de una losa a la siguiente losa, perfeccionando las condiciones de deformación en las juntas es así que se evita los desniveles verticales llamados también escalonamientos”(p.29). Por ello es muy importante la incorporación de pasadores con el propósito de mejorar la trabajabilidad de la capa de rodadura.

Para **la variable dependiente: Diseño de pavimento rígido**, es importante realizar una evaluación de las fallas en las juntas de dilatación que es donde se origina la mayor parte de las fisuraciones, desniveles, punzonamientos, etc. Por ello para la mejora en el diseño del pavimento rígido es importante hacer una evaluación de las fallas, por ello Paucar (2019), menciona que el deterioro de la estructura de

un pavimento está relacionado con el tipo de daño, la severidad y su cantidad del mismo. por ello el método PCI ingresa los valores deducidos como un prototipo para calcular el factor de ponderación, con el propósito de mostrar el grado de daño de los tres factores como clase de daño, nivel de severidad y cantidad sobre las condiciones del pavimento (p.80).

Para realizar el diseño del concreto rígido es importante considerar el estudio del tráfico vehicular, el estudio de mecánica de suelos, el estudio topográfico por ello Vega (2018), nos indica que “hay estudios técnicos necesarios así como el estudio de tráfico en cuya información de gran importancia nos ayudará a saber el flujo vehicular, el cual expresará en términos de parámetros de las cargas equivalentes, por ello se puede entender como la cantidad de veces repetidas por cada tipo de eje durante el periodo de diseño del pavimento [...] los estudios de mecánica de suelos tiene gran importancia para el diseño en el cual involucra el soporte de la subrasante ,sub base y base del pavimento”(pp.17-18).

La evaluación de las fallas en el lugar de estudio es muy importante el cual nos permitirá proponer las soluciones, las fallas de mayor relevancia se presentan en las juntas de construcción donde generalmente se da el fin e inicio de la construcción de cada tramo, según Hernández (2017), nos indica que se utilizan juntas de construcción, para dividir construcciones consecuentes puestas en diferentes instantes, así como la instalación al finalizar el día o entre lozas de pavimentación, dicha transmisión de cargas se logra empleando los pasadores (p.32). Estos pasadores se realizan con el objetivo de estabilizar el nivel de dos tramos del pavimento cuando están sometidos a cargas.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación:

#### Tipo de investigación:

El tipo de investigación que se realizó es de **tipo aplicativo**, porque se resolverán los problemas reales, según Baena (2017) indica que “puede tener un aporte a hechos nuevos puesto que el problema es algo concreto por ello busca resolver los problemas destinado a la acción, de la sociedad y los hombres” (p. 18). Con **enfoque cuantitativo**.

#### Diseño de investigación:

Según Hernández (2014), indica que “un diseño cuasi experimental al menos se manipulan una variable independiente para ver los efectos en la variable dependiente por lo que los sujetos ya se eligen con anterioridad del experimento” (p.151).

La investigación será cuasiexperimental por lo que se trata de Determinar de qué manera la incorporación de torones reciclados mejoran el diseño de pavimento rígido en la avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021. De tal forma se buscó determinar el desempeño, dosificación, comportamiento del pavimento rígido incorporando torones reciclados, por ello se va a recurrir a un trabajo en laboratorio para así obtener respuestas en base a procesos, datos, fórmulas, y así poder llegar a resultados.

### 3.2 Variables y operacionalización

#### Variables:

- **Variable independiente:**

Torones Reciclados.

- **Variable dependiente:**

Diseño del Pavimento Rígido.

#### Definición conceptual:

**Para la variable independiente “torones reciclados”**, Según Vega (2019), menciona que la incorporación de sintéticos y metálicas en el concreto se pueden realizar antes o durante el mezclado de los materiales que se utilizaron en la preparación del concreto con el fin de evitar las fallas (p.23). Por ello la incorporación de torones reciclados en el diseño del pavimento

rígido ayudará a reducir las fallas de la capa de rodadura y a mejorar su resistencia.

**Para la variable dependiente “diseño de pavimento rígido”**, según Flor et al. (2019), nos indican que las fibras de acero son de pequeña longitud y seccionalmente pequeña, que se incorpora al concreto con el propósito de darle mayor consistencia a sus propiedades, está hecha de alambre de acero estirado en frío, para un mejor rendimiento a la tracción, con las características de dispersarse de manera aleatoria cuando la mezcla está en estado fresco (p.4). Por ende la definición de la longitud adecuada de los torones ayudara a definir la resistencia y la mejora en su trabajabilidad, también el diseño tiene que basarse en un estudio adecuado de suelos , un levantamiento topográfico, el estudio de tráfico vehicular siendo este último el más importante.

**Ver la matriz de operacionalización en el anexo 05.**

### **3.3 Población, muestra y muestreo.**

- **Población:**

Según Hernández (2014), “la población o universo es el conjunto de los casos que tienen la similitud con ciertas descripciones contextuales” (p.174).

Para la población se tomará en consideración Las avenidas de concreto rígido del distrito de Villa el Salvador

- **Muestra:**

Según Hernández (2014), indica que “la muestra es un sub conjunto de elementos que pertenecen al conjunto definido conocido como población, es un sub grupo con el fin de elegir de manera conveniente para su estudio” (p.175).

La avenida de concreto rígido de Mariano Pastor Sevilla desde la intersección con la avenida José Carlos Mariátegui hasta la intersección de la avenida César Vallejo según las mediciones topográficas mide 0+929 km.

- **Muestreo:**

Según Hernández (2014), indica que “el muestreo no probabilístico es una elección dirigida de manera intencional a los propósitos del investigador” (p.176).

Se utiliza la técnica no probabilística porque se va a elegir el tramo de la avenida muestral de manera intencional, el cual nos ayuda a observar las falencias estructurales en el pavimento rígido de la avenida Mariano Pastor Sevilla desde la intersección con la avenida José Carlos Mariátegui hasta la intersección de la avenida César Vallejo.

- **Unidad de análisis:** En este caso se va considerar cada espacio determinado dentro del tramo correspondiente a la avenida Marino Pastor Sevilla en el cual se ha considerado entre la intersección de la avenida José Carlos Mariátegui hasta la avenida César Vallejo el cual comprende un aproximado de 0+929 km.

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

- **Técnicas:** Según Baena (2017), indica que “la técnica son las formas o el arte para hacer el reconocimiento del camino considerando como una base fundamental en el proceso de investigación” (p.68).

Las técnicas que se utilizó para la adquisición de datos serán la **observación en campo** y el **análisis documental**.

- **Instrumentos:** Según Baena (2017), indica que “los instrumentos son los soportes que usan las técnicas para cumplir sus propuestas o también son los apoyos para poder caminar” (p.68).

Los instrumentos que se van a utilizar para la recolección de datos de manera general es la **ficha de registro de laboratorio** y la **ficha de registro de datos**:

- **Validez y confiabilidad:** Esta etapa del proyecto se va a realizar con todos los cuidados y las precisiones necesarias en cuanto al diseño del pavimento el cual trae consigo una información de campo que será validada por la información del laboratorio y así poder darle validez y confiabilidad a la investigación, se obtendrá esa confiabilidad gracias a



al topógrafo y sus equipos herramientas de trabajo, sus equipos de protección personal y señaléticas.

- Procesamiento de los datos topográficos en gabinete obtenidos el campo y a la vez realizar un plano del levantamiento topográfico para el cual se va a utilizar los apuntes de datos en campo, una laptop, un escalímetro, papel bond una impresora.
- Posterior a ello se va a realizar el estudio de suelos según la clasificación del S.U.C.S. para el cual se va a utilizar herramientas para la extracción de muestras tales como una pala, un pico, bolsas para el contenido del material, un flexómetro, y con todo el equipo de protección personal.
- Seguidamente se llevará las muestras obtenidas en campo para el ensayo en laboratorio junto al técnico laboratorista se realizará todo el proceso según la NTP 339.134:1998, el cual también se va a realizar el ensayo de granulometría basado en la NTP 339.128:1998. También se realizará el ensayo de clasificación de suelos par uso de vías de transporte basados en la NTP 339.135:1998. Por el tema de calcatas nos basaremos en la norma MTC E101-2000, para ello se va a utilizar una ficha de registro de laboratorio, un cuaderno de apuntes, la cámara del equipo móvil, equipos de laboratorio, equipos de protección personal, para este punto de investigación es importante conocer el tipo de vía, por ello la avenida correspondiente pertenece a una vía arterial.

**Tabla 1.** *Número de puntos de investigación.*

Tipo de vía	Número de puntos de investigación	Área (M <sup>2</sup> )
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectores	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Continuando con los procedimientos se realizar el estudio del índice medio diario anual (IMDA) para el cual se acudirá al lugar de estudios los

días particulares a partir de las 5 de la mañana hasta las 10 de la noche y los fines de semana de 7 de la mañana hasta las 8 de la noche, en el cual se va a poder verificar el tipo y la cantidad de vehículos para ello se va a utilizar un cuaderno de apuntes, la ficha de registro de datos y los equipos de protección personal.

- Posteriormente se va a realizar el diseño del concreto ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ) incorporando torones reciclados se va a considerar el ensayo de la resistencia a compresión (NTP 339.034:1999) y flexión, para los ensayos de probetas curadas bajo las condiciones normales se va a realizar a los 7, 14 y 28 días y 28 días respectivamente desde el secado según norma E.060 de concreto armado, también se consideró 3 tipos de pruebas al concreto fresco, en consecuencia se hará las coordinaciones previas con el técnico laboratorista, para ello se va a utilizar equipos de laboratorio, cuaderno de apuntes, ficha de registro de laboratorio equipos de protección personal.

**Tabla 2.** *Ensayo de resistencia de concreto.*

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA	LUGAR
Ensayo para determinar la resistencia a tracción	NTP 339.078:2001	Una muestra por cada 450 m <sup>2</sup> , pero no menos de una por día	laboratorio
Por flexión o a la compresión	NTP 339.034.1999		

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

- Recolección de cables que está formado por torones y esto a su vez por hilos de acero de los diferentes centros de acopio (mecánicas de autos, motos y bicicletas) para ello se procederá a realizar los cortes de 4.5cm, con el uso de un esmeril de corte o una trozadora, una wincha métrica, bolsas para el depósito del material cortado, equipos de protección personal.
- Para la dosificación de torones reciclados se va a considerar 15 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup> de concreto según algunos antecedentes de nuestra investigación, para ello se va a utilizar una balanza electrónica, los torones reciclados, los equipos de protección personal en laboratorio.

### **3.6 Método de análisis de datos.**

Los resultados que se obtendrán a partir del análisis del planteamiento de la hipótesis, el cual estará fundamentado por los ensayos realizados en el laboratorio motivo por el cual se utilizarán tablas, gráficos y cálculos matemáticos con el fin de obtener un mejor entendimiento de resultados.

### **3.7 Aspectos éticos.**

En el proyecto de investigación se realizó con mucha honestidad, responsabilidad y veracidad en cuanto a la obtención de resultados confiables, también el cumplimiento de las normativas, los pasos, impuestas para el desarrollo del proyecto de investigación, en consecuencia, los resultados que se obtendrá; producto de los ensayos, serán datos reales, el cual no serán alterados por ningún motivo.

## **IV. RESULTADOS**

### **Estudio de topográfico.**

El estudio del levantamiento topográfico se realizó con el fin de saber las condiciones geográficas en el lugar de estudio, para saber las distancias, las elevaciones, etc.

Para dicho estudio topográfico se presentó una solicitud a la municipalidad, el cual condujo a que se traslade todo el equipo de trabajo para el estudio correspondiente

### **Ubicación y descripción del área de estudio.**

El estudio se ejecutó en el departamento de Lima provincia de Lima distrito de Villa el Salvador, puntualmente en la Avenida Mariano Pastor Sevilla intersección con la Avenida José Carlos Mariátegui hasta la Avenida César Vallejo, para dicho levantamiento se contó con un equipo de estación total de marca Leica modelo Ts07 5" R500 y un dron, el lugar de estudio presenta una carpeta de rodadura de concreto rígido con diversas fallas en el cual se propone realizar un nuevo diseño de concreto rígido incorporando torones reciclados, para así mejorar minimizar las fallas en la carpeta de rodadura.

### **Trabajo en campo.**

El levantamiento topográfico del lugar de estudio consta de 0+929 km para el cual se realizó con:

- Estación total.
- Cuaderno de campo.
- Dron.

El procedimiento de trabajo se realizó con los siguientes pasos:

- Marcación de 5 puntos para el reconocimiento del dron.
- Toma de datos en el lugar de estudio.
- Verificación de datos en un ordenador.
- Procesamiento de datos en gabinete.
- Llevar los puntos que se tomaron en campo al Autocad



**Figura 5. Puntos de ubicación**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 6. Equipo de trabajo.**

Fuente: Elaboración propia.

## **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI.**

Para la evaluación superficial del pavimento de concreto rígido ubicado en la Av. Mariano Pastor Sevilla tramo comprendido entre la Av. José Carlos Mariátegui y la Av. César Vallejo, se ha considerado las dos calzadas izquierdo y derecho, en el cual se pudo observar los grados de fallas en la carpeta de rodadura tales como grietas lineales, desniveles, punzonamientos, grietas de esquina, en la calzada derecha se pudo observar que las grietas lineales son las sobresalientes con una clasificación según el tipo de fallas como colapsado, en segundo lugar se ubica los desniveles como tipo de fallas regulares, seguido por punzonamientos como tipo de falla pobre y grietas de esquina como pobre.

En la calzada izquierda se pudo observar las fallas tales como grietas lineales, desniveles, punzonamientos, donde la clasificación según el tipo de falla es pobre, regular, bueno respectivamente según lo mencionado anteriormente, de acuerdo a esta clasificación de fallas se pudo plantear y direccionar la investigación del desarrollo de tesis.

## ESTUDIO DE TRÁFICO.

El estudio de tráfico es una de las consideraciones de suma importancia para el diseño del pavimento, según el ASSHTO 93, ya que gracias a ello se identifica el flujo real de cargas vivas que transitan por el lugar de estudio, es por ello de gran importancia saber los datos reales, lo que permitirá saber el diseño real del pavimento rígido incorporando torones reciclados en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021.

**Tabla 3.** *Características del lugar de estudio.*

<b>Tramo</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>Vía</b>	<b>Estado de conservación</b>
Av. Mariano Pastor Sevilla (Av. José Carlos Mariátegui -Av. César Vallejo)	0+929 km	Pavimentada	Fallas en la carpeta de rodadura.

Fuente: Elaboración propia.

- El conteo vehicular se realizó durante 7 durante la semana, por ello se ejecutó el cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDs) promediando así la suma total de cada tipo de vehículo entre 7 días obteniendo así el resultado de IMDs.

$$\text{IMDs} = \sum V_i / 7$$

Dónde:

$V_i$  = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

IMDs = Índice Medio Diario Semanal.

- El Índice Diario Medio Anual se obtuvo multiplicando el factor de corrección estacional, por el Índice Diario Semanal para vehículos ligeros se utilizó un  $FC=1.0624$  y para vehículos pesados se ha utilizado un  $FC=1.0429$  dicha información se pudo extraer del peaje Chilca.

$$\text{IMDa} = \text{FC} * \text{IMDs}$$

Dónde:

FC = Factor de corrección estacional.

IMDa = Índice Medio Diario Anual.

**Tabla 4.** *Conteo de vehículos ligeros.*

DÍA	FECHA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MICRO
Lunes	05/04/2021	10664	5360	3552	80	5522	352
Martes	06/04/2021	8013	4264	4032	53	5600	312
Miércoles	07/04/2021	8400	4417	4706	71	4112	366
Jueves	08/04/2021	8212	4473	4075	68	4325	446
Viernes	09/04/2021	8620	4043	4039	52	6051	270
Sábado	10/04/2021	7922	4808	4038	24	5103	672
Domingo	11/04/2021	6912	4730	3908	18	3056	464

Fuente: Ficha técnica estándar-Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**Tabla 5. Conteo de vehículos pesados**

DÍA	FECHA	BUS 2E	BUS 3E	CAM. 2E	CAM. 3E	CAM. 4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	3S3	2T2	2T 3	3T2	3T3
L.	05/04/21	468	21	160	80	14	12	6	60	24	14	1	8	65
M.	06/04/21	414	16	112	96	18	11	2	75	15	15	3	9	20
M.	07/04/21	385	12	116	57	15	20	8	61	18	22	7	15	22
J.	08/04/21	451	15	141	44	17	15	5	28	32	17	0	0	35
V.	09/04/21	396	17	104	73	13	13	8	39	28	14	5	13	58
S.	10/04/21	644	13	154	50	11	9	5	34	24	10	6	0	18
D.	11/04/21	424	11	160	12	10	7	3	15	16	4	0	4	2

Fuente: Ficha técnica estándar- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Para hallar el IDMs se reemplazó en la fórmula anterior el cual se obtuvo como un resultado 24661.4 vehículos, y en seguida el IMDs se multiplicó por el factor de corrección de vehículos ligeros y vehículos pesados.

Consecuentemente se obtuvo el IMDa 2021 para así llegar a calcular la población futura por un periodo de diseño de 4 años en el cual se obtuvo como resultado un IMDa 2025 de 27400.40248 vehículos.

Para el cálculo del crecimiento de tránsito se utilizó una fórmula de progresión geométrica para cada tipo de vehículos (ligeros y pesados).

$$Tn = To(1 + r)^{n-1}$$

En la que:

Tn = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

To = Tránsito actual (año base) en veh/día.

n= Número de años del periodo de diseño.

r= Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Se consideró también los siguientes datos tales como:

- Tasa anual de vehículos livianos (r=1.45).
- Tasa anual de vehículos pesados (r= 3.69).
- Tiempo que pasa del estudio proyectado hasta la ejecución (r=4)

Para el cálculo del factor IMDa y la sumatoria total de las mismas se ha realizado multiplicando el IMDa 2025 por el tipo de eje equivalente para pavimentos rígidos (peso real por eje en toneladas).

**Tabla 6.** Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.

Tipo de eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje simple de ruedas simples (EEs1)	$EE_{s1} = [ P / 6.6 ]^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles (EE s2)	$EE_{s2} = [ P / 8.2 ]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles +1 eje rueda simple) (EE TA1)	$EE_{TA1} = [ P / 13.0 ]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE TA2)	$EE_{TR2} = [ P / 13.3 ]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes de ruedas dobles +1 eje rueda simple) (EE TR1)	$EE_{TR1} = [ P / 16.6 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE TR2)	$EE_{TR2} = [ P / 17.5 ]^{4.0}$

P= peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos (p.67).

La sumatoria del factor IMDa = 5241.184928 después de reemplazar en cada fórmula según el cuadro anterior.

### Cálculo del ESAL

Para el cálculo de ESAL se realizó las siguientes consideraciones.

- Tasa anual de crecimiento (r)=3.69%
- Tiempo de vida útil en años (n)=20 años.

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

- Obteniendo un resultado de Factor Fca=28.83826852.
- Número de calzadas, sentidos y carriles por sentido (2 calzadas, 2 sentidos y 2 carriles por sentido).
- Factor ponderado Fd \* Fc=0.4

**Tabla 7:** Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

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

Fuente: SNIP Perú (Inversión Pública de Calidad) (p.41).

$$\#EE = 365 * (\sum f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

El # EEs se calculó reemplazando en la fórmula anterior que es igual a: **22067417.96**

**EEs**

## ENSAYOS FÍSICOS DE AGREGADOS.

Los ensayos físicos de los agregados que se realizaron son muy importantes, ya sea para agregados finos y gruesos, debido a esto poder saber la influencia en la resistencia de concreto para ello se consideró la cantera de TRAPICHE.

### Peso específico y absorción según MTC E 205.

- Material: Agregado fino.
- Cantera: Trapiche.
- Muestras: M-1, M-2.

**Tabla 8.** *Peso específico y absorción.*

RESULTADOS	M-1	M-2	PROMEDIO
Peso específico de la masa ( $P.E.M.=A/(V-W)$ )	2.64	2.64	<b>2.64</b>
Peso espec, de masa s.s.s. ( $P.E.M\ s.\ s.\ s = 500/(v-w)$ )	2.68	2.68	2.68
Peso específico aparente ( $P.E.\ A=A/((v-w)- (500-A))$ )	2.75	2.75	2.75
Porcentaje de absorción (%) ( $((500-A) /A*100)$ )	1.5	1.5	<b>1.5</b>

Fuente: Resultados de laboratorio.

### Gravedad específica de sólidos según la MTC E 206.

Material: Agregado grueso.

Cantera: Trapiche.

**Tabla 9. Gravedad específica de sólidos.**

MUESTRA N°			M-1	M-2	PROM.
1	Peso de la muestra sumergida canastilla	A g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra sat. sup. Seca.	B g	2536.0	2538.0	2522.0
3	Peso muestra seca	C g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico sat. sup. Seca =B/B-A	g/ cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa=C/B-A	g/ cc	2.65	2.65	<b>2.65</b>
6	Peso específico aparente=C/C-A	g/ cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua=((B-C) / C) *100	%	1.0	1.0	<b>1.0</b>

Fuente: Resultados de laboratorio.

### **Peso unitario según la MTC E 203.**

Material= Agregado fino.

Cantera= Trapiche.

Muestra= M-1, M-2, M-3.

**Tabla 10. Peso unitario.**

Muestra n°		M - 1	M - 2	M - 3
Promedio peso unitario suelto	g/cc		1535	
Promedio peso unitario compactado	g/cc		1755	

Fuente: Resultados de laboratorio.

### **Peso unitario (F, G o Glb).**

Material = Agregado grueso.

Cantera = Trapiche.

Muestra = M-1, M-2, M-3

**Tabla 11. Peso unitario.**

Muestra nº		M-1	M-2	M-3
Promedio peso unitario suelto	g/cc	1318		
Promedio peso unitario compactado	g/cc	1535		

Fuente: Resultados de laboratorio.

**Análisis granulométrico agregado grueso según la MTC E 204.**

Para el ensayo se utilizó mallas comprendidas desde 2" hasta nº16.

**Tabla 12. Peso agregado grueso.**

Material	Agregado grueso
cantera	trapiche
Peso inicial húmedo (g)	1,832.00
Peso inicial seco (g)	1,830.00
% w	0.1
MF	6.83

Fuente: Resultados de laboratorio.

**Tabla 13. Análisis granulométrico agregado grueso.**

Mallas	Abertura	Material retenido		% Acumulado		Especificaciones
	(mm)	(g)	(%)	retenido	pasa	Huso # 67
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 ½"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
¾"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	90-100
½"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4	—
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4	20-55
Nº4	4.78	390.0	21.3	99.9	0.1	0-10
Nº8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0-5
Nº16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			

Fuente: Resultados de laboratorio.

#### **Análisis granulométrico agregado fino según la MTC E 204.**

Para el ensayo se utilizó mallas comprendidas desde ½" hasta el nº 100.

**Tabla 14. Peso de agregado fino.**

Material	Agregado fino
Cantera	Trapiche
Peso inicial húmedo (g)	792.6
Peso inicial seco (g)	780.6
% W	1.5
MF	2.93

Fuente: Resultados de laboratorio.

**Tabla 15:** *Análisis granulométrico agregado fino.*

Mallas	Abertura	Material retenido		% Acumulado		Especificaciones
	(mm)	(g)	(%)	retenido	pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95-100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80-100
Nº18	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50-85
Nº30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25-60
Nº50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05-30
Nº100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0-10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0-0

Fuente: Resultados de laboratorio.

## **ESTUDIO DE SUELOS.**

### **Compactación de Proctor modificado.**

Para el ensayo de compactación de próctor modificado según MTC E 115, en el lugar de estudio se realizó en la calicata C-02 con una muestra (M-1), cuya profundidad es de 0.00-1.5m, donde el volumen de molde es de 2119 cm<sup>3</sup>, el peso de molde 6790 gr.

Donde se realizaron 4 ensayos.

**Tabla 16.** *Compactación próctor modificado.*

Calicata		C-02
Compactación Próctor modificado	Densidad máxima seca	1.878 gr/cm <sup>3</sup>
	Contenido de humedad óptimo	11.30%

Fuente: Resultado de laboratorio.

### **Relación de Soporte de California CBR.**

Para el estudio nos guiamos según indica la MTC E 132, se ejecutó 3 calicatas y el CBR se ha realizado en la calicata C-02 cuya muestra M-1 con una profundidad 0.00-1.50 m de profundidad donde está conformado por estratos de suelos granulares donde la máxima densidad seca es

1.878 g/cm<sup>3</sup>, la M.D.S al 95% es de 1.784 gr/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad es 11.30%, según norma ASTM D 1883.

**Tabla 17.** *Numero de golpes de soporte de CBR.*

Molde N°	32	34	33
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Determinación de CBR

**Tabla 18.** *Determinación de CBR.*

Máxima Densidad Seca (kg/cm <sup>3</sup> )	% de CBR
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"	14.7
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2"	9.4
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"	16.8
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2"	11.0

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Categorías de subrasante

**Tabla 19.** *Categorías de subrasante.*

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos del MTC (p.35).

## Análisis granulométrico por tamizado.

Para el análisis granulométrico se ha realizado en las 3 calicatas dicho ensayo es para saber la constitución y clasificación de los tamaños de cada partícula del suelo, por ello cabe mencionas los siguientes detalles:

**Tabla 20.** Datos para el análisis de granulométrico por tamizado.

Calicata	Profundidad (m)	Ubicación
C-01	1.5	Av. Mariano Pastor Sevilla. km 0+880.
C-02	1.5	Av. Mariano Pastor Sevilla. Km 0+500
C-03	1.5	Av. Mariano Pastor Sevilla. Km 0+100

Fuente: Resultados del laboratorio.

Para el análisis granulométrico se ha realizado ensayos a las 3 calicatas el cuál solo se ha utilizado una muestra por calicata (M-01), también se utilizó tamices desde 5" hasta el n° 200 según la norma AASHTO T-27, cuyo nombre de grupo en la clasificación de suelos dio como, Arena pobremente gradada con limo y grava.

**Tabla 21.** Clasificación SUCS y AASHTO.

Calicata	Contenido de humedad (%)	Clasificación		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL/LP/IP
		SUCS	AASHTO				
C-01	2.9	SP-SM	A-1-b	21.9	71.8	6.3	N.P.
C-02	2.6	SP-SM	A-1-b	19.7	73.7	6.7	N.P.
C-03	3.2	SP-SM	A-1-b	19.1	73.0	6.7	N.P.

Fuente: Resultados de laboratorio.

## **DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO.**

En el diseño de mezcla no se consideró el factor de seguridad, se realizó aplicando el método ACI 211, para un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> del pavimento rígido incorporando torones reciclados se tuvo en cuenta las siguientes especificaciones:

**Tabla 22. Materiales para el diseño.**

<b>f'c 210 kg/cm<sup>2</sup></b>						
Material	P. Específico g/cc	Módulo de de fineza	Hum. Natural %	Absorción %	P. Unitario s. kg/m <sup>3</sup>	P. Unitario c. kg/m <sup>3</sup>
Cemento sol tipo 1	3.12					
Agregado fino	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
Agregado grueso	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

Materiales: Agregado grueso y agregado fino de la cantera trapiche.

Fuente: Resultados de laboratorio.

### Valores de diseño patrón (210 kg/cm<sup>2</sup>).

**Tabla 23. Valores de diseño patrón.**

Asentamiento	4 ½"
Tamaño máximo nominal	¾"
Relación agua cemento	0.684
Agua	232.5
Total, de aire atrapado %	2.0
Volumen de agregado grueso	0.35

Fuente: Resultados de laboratorio.

### Relación agua cemento.

La relación agua cemento sale de la interpolación según la tabla elaborada por el comité 211 del ACI teniendo como base un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 24.** *Relación de agua cemento.*

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

Fuente: Confeccionada por el comité 211 del ACI.

### Cantidad de materiales para el concreto patrón m<sup>3</sup> por en peso húmedo.

**Tabla 25.** *Materiales para el concreto.*

Cemento	340 kg/ m <sup>3</sup>
Agua	241 lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino	769 kg/ m <sup>3</sup>
Agregado grueso	933 kg/ m <sup>3</sup>

Fuente: Resultados del laboratorio.

### Interpretación.

En el cuadro se puede ver los materiales corregidos por en peso húmedo por cada m<sup>3</sup> respecto al concreto patrón.

## Valores de diseño de concreto con torones de 15 kg/ m3

**Tabla 26.** *Valores de diseño -15kg/m3*

Asentamiento	4 pulg
Tamaño máximo nominal	$\frac{3}{4}$ "
Relación agua cemento	0.684
Agua	232.5
Total, de aire atrapado	2.0
Volumen de agregado grueso	0.35

Fuente: Resultados de concreto.

## Agua de mezcla corregida

**Tabla 27.** *Agua de mezcla corregida.*

Cantidad de materiales m3 por en peso húmedo	241.0 lts/m3.
Cemento	340 kg/m3
Agua	241 lts/m3.
Agregado fino	769 kg/m3
Agregado grueso	933 kg/m3
Torones (dosis 15 kg/m3)	15.0 kg/m3

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Interpretación.

Para el diseño de concreto patrón de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> incorporando torones reciclados de 15 kg/m<sup>3</sup> que se describe la cantidad de materiales según el cuadro anterior.

## Valores de diseño de concreto con torones de 30kg/m3.

**Tabla 28.** *Valores y proporciones-30 kg/m3.*

Asentamiento	3 ¾ pulg.
Tamaño máximo nominal	¾"
Relación agua cemento	0.684
Agua	232.5
Total, de aire atrapado %	2.0
Volumen de agregado grueso	0.35

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Agua de mezcla corregida.

**Tabla 29.** *Agua de mezcla corregida.*

Cantidad de materiales m3 por en peso húmedo	241.0 lts/m3
Cemento	340 kg/m3
Agua	241 Lts/m3.
Agregado fino	769 kg/m3
Agregado grueso	933 kg/m3
Torones (dosis 30kg/m3)	30 kg/m3

Fuente: Resultados del laboratorio.

## Interpretación.

Para el diseño del concreto patrón de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> incorporando torones reciclados de 30kg/m<sup>3</sup> según las indicaciones de los cuadros anteriores.

## Cantidad de materiales m3 por en peso húmedo.

**Tabla 30.** Datos para el análisis de granulométrico por tamizado.

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.25

Fuente: Tablas del ACI 211.

## Resumen de slump f'c 210 kg /m3 con dosificaciones.

Se realizaron los ensayos de asentamiento del concreto según la MTC E 705.

**Tabla 31.** Resumen de slump f'c 210 kg /m3 con dosificaciones.

Slump f'c 210 kg/cm2	Dosificación (kg/m3)	Asentamiento (pulg)
Patrón	0.00	4 1/2"
Con 15 kg/m3	15.00	4"
Con 30kg/m3	30.0	3 3/4"

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Ensayo de probetas en laboratorio.

Para el ensayo de probetas en el laboratorio se tomó en cuenta los criterios según normativa NTP 339.183 CONCRETO para el tema de elaboración y curado.

El molde que se utilizó para pruebas cilíndricas es de 4" x 8" y para las pruebas de vigas es de 10x10x35 cm.

**Cantidad de probetas para la resistencia a compresión.**

Para los ensayos a la resistencia a compresión se consideró moldes cilíndricos de 4\*8 pulgadas a los 7, 14, 28 días.

**Tabla 32.** *Cantidad de probetas-compresión.*

Identificación	7 días	14 días	28 días
Patrón	3 und.	3 und.	3 und.
15 kg/m <sup>3</sup>	3 und.	3 und.	3 und.
30 kg/m <sup>3</sup>	3 und.	3 und.	3 und.

Fuente: Resultados de laboratorio.

**Cantidad de probetas para la resistencia a flexión.**

Para los ensayos a la resistencia a flexión se consideró 9 vigas de 10x10x35 cm. donde los ensayos se realizaron a los 28 días.

**Tabla 33.** *Cantidad de probetas - flexión.*

Identificación	Edad 28 días
Patrón	3 und.
15 kg/m <sup>3</sup>	3 und.
30kg/m <sup>3</sup>	3 und.

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Resistencia a la compresión.

Para la resistencia a la compresión se consideró 27 probetas a los 7, 14, 28 días según la norma NTP 339.034 concreto, con esta normativa se determinó la resistencia a compresión de probetas cilíndricas.

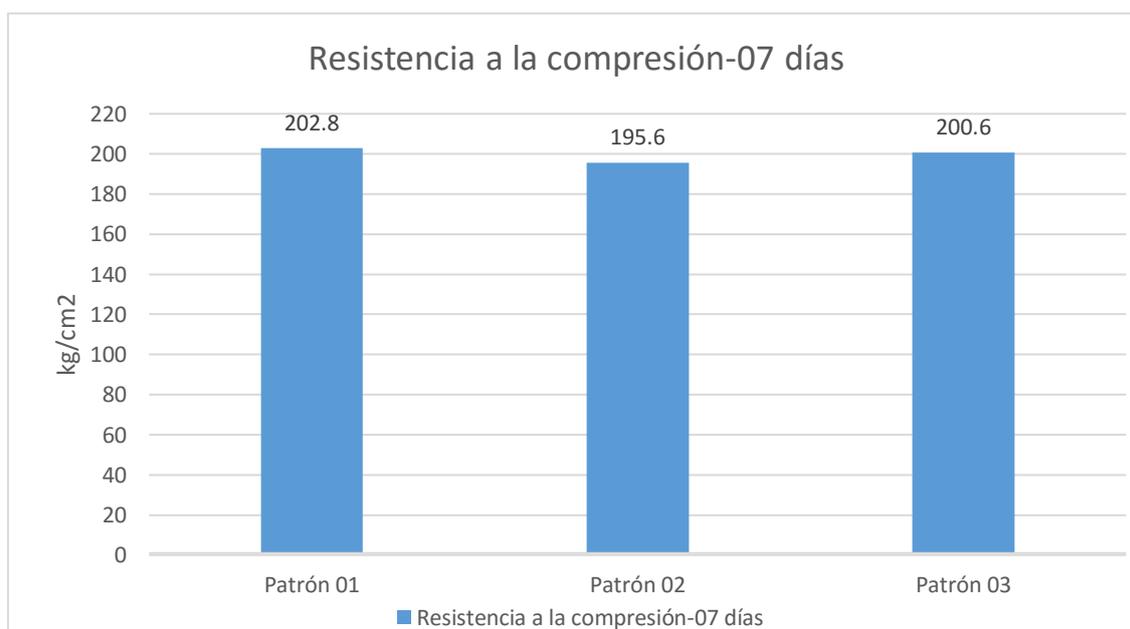
**Tabla 34.** Rotura de patrón (210kg/cm<sup>2</sup>) – 7 días a compresión.

N.º probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón 01	7	202.8
Patrón 02	7	195.6
Patrón 03	7	200.6
Promedio		199.7
%		95.1

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Interpretación.

La resistencia promedio del patrón alcanzado a los 7 días es 199.7 kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de 95.1 %.



**Figura 7.** Resistencia a la compresión-07 días.

Fuente: Elaboración propia.

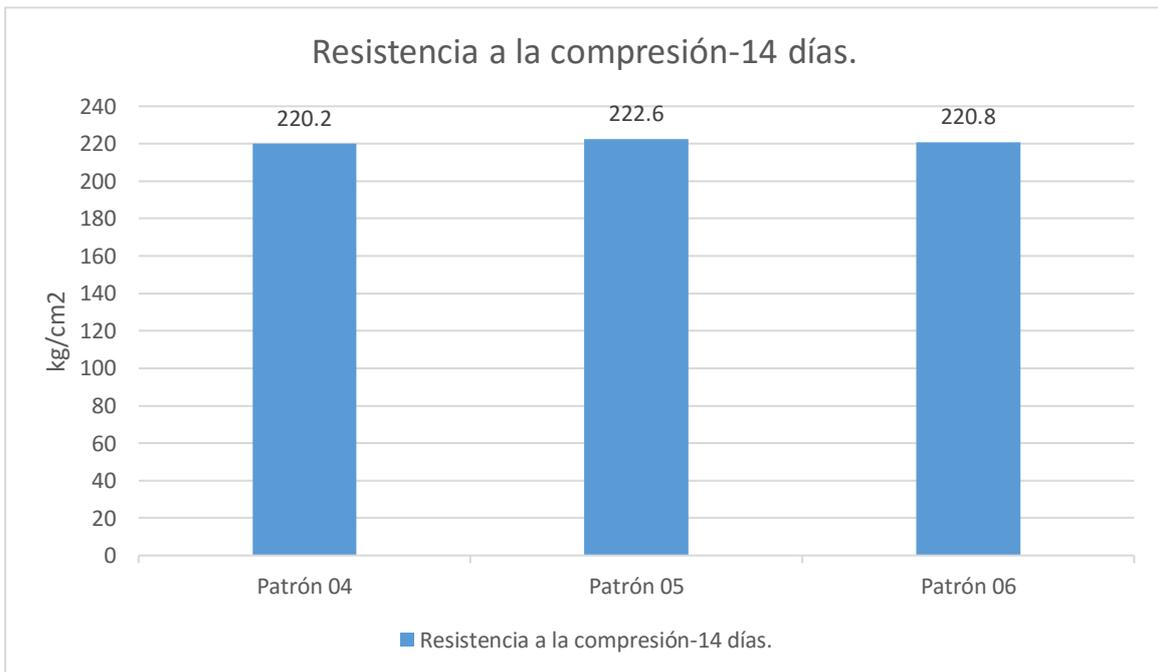
### Interpretación.

De los resultados del laboratorio se observó la resistencia que logra alcanzar a los 7 días un promedio de 199.7 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye un 95.1 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 35.** Rotura de patrón (210 kg/cm<sup>2</sup>)-14 días a compresión.

N.º Probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón 04	14	220.2
Patrón 05	14	222.6
Patrón 06	14	220.8
Promedio		221.2
%		105.3

Fuente: Resultados de laboratorio.



**Figura 8.** Resistencia a la compresión- 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

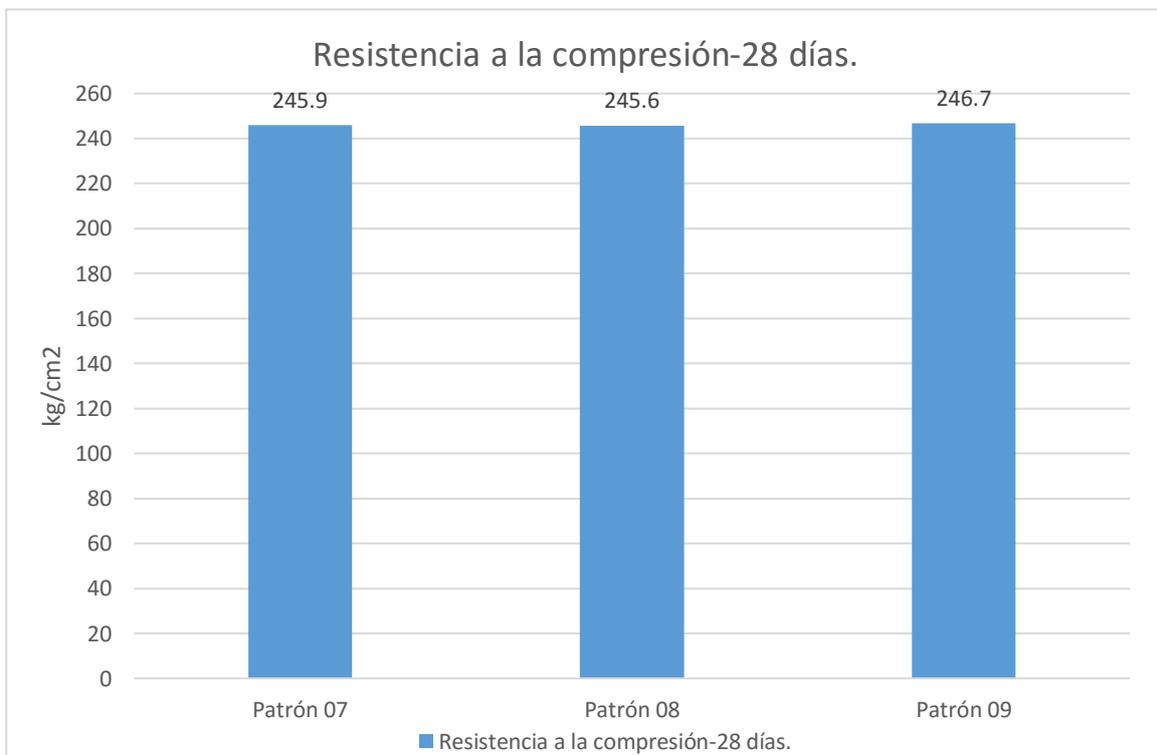
### Interpretación.

De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar a los 14 días un promedio 221.2 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye un 105.3 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36.** Rotura de patrón (210 kg/cm<sup>2</sup>)- 28 días a la compresión.

N.º De probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón 07	28	245.9
Patrón 08	28	245.6
Patrón 09	28	246.7
Promedio		246.1
%		117.2

Fuente: Resultados de laboratorio.



**Figura 9.** Resistencia del patrón a la compresión-28 días.

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación.**

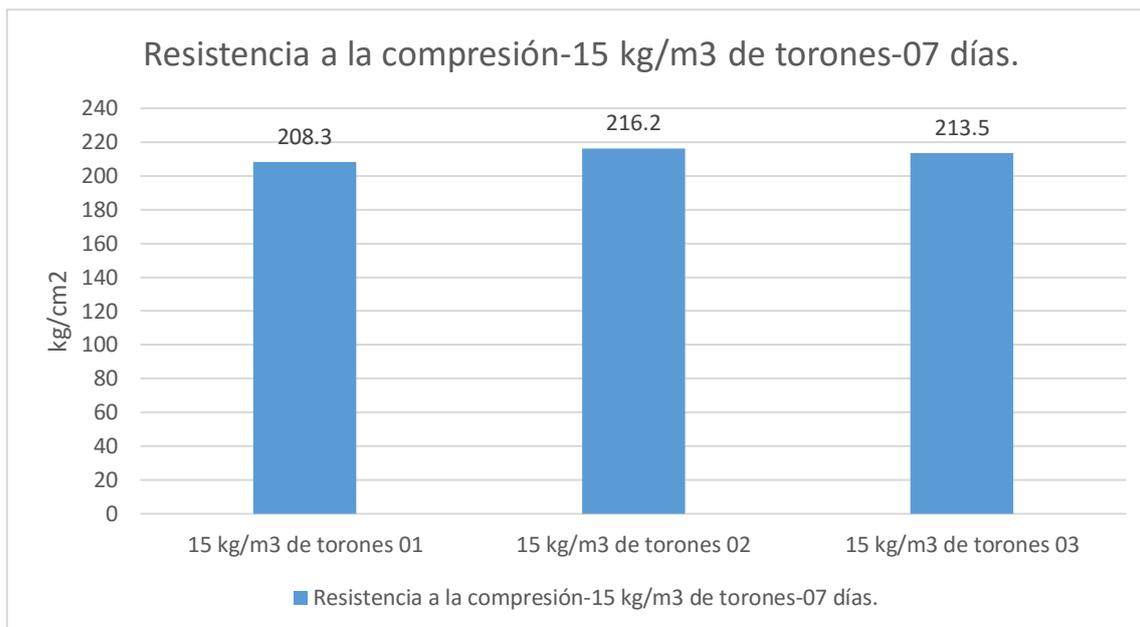
De los datos del laboratorio se observó que la resistencia que logra alcanzar a los 14 días un promedio de 246.1 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye el 117.2% del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **Rotura de concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con 15 kg/m<sup>3</sup> de torones - 07 días a compresión.**

**Tabla 37.** Promedio resistencia a compresión de 15kg/m<sup>3</sup>- 07 días.

N.º De probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
15 kg/m <sup>3</sup> - 01	7	208.3
15 kg/m <sup>3</sup> - 02	7	216.2
15 kg/m <sup>3</sup> -03	7	213.5
Promedio		212.7
%		101.3

Fuente: Resultados de laboratorio.



**Figura 10.** Resistencia a compresión 15 kg/m<sup>3</sup>-07 días.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación.

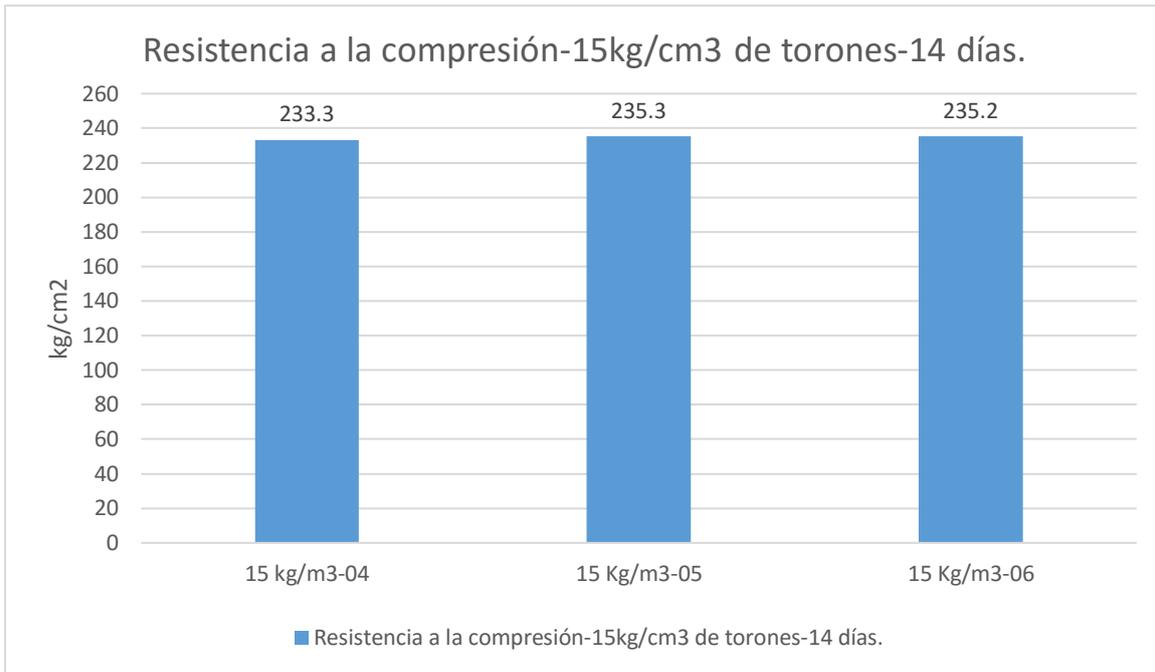
De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> a los 7 días, un promedio de 212.7 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye el 101.3% del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### Rotura de concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con 15 kg/m<sup>3</sup> de torones - 14 días a compresión.

**Tabla 38.** Promedio de resistencia a compresión 15 kg/m<sup>3</sup>-14 días.

N.º De probetas	Edad en días	Resistencia- compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
15 kg/m <sup>3</sup> - 04	14	233.3
15 kg/m <sup>3</sup> -05	14	235.3
15 kg/m <sup>3</sup> -06	14	235.2
Promedio		234.6
%		111.7

Fuente: Resultados de laboratorio.



**Figura 11.** Resistencia a la compresión 15kg/m<sup>3</sup>.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación.

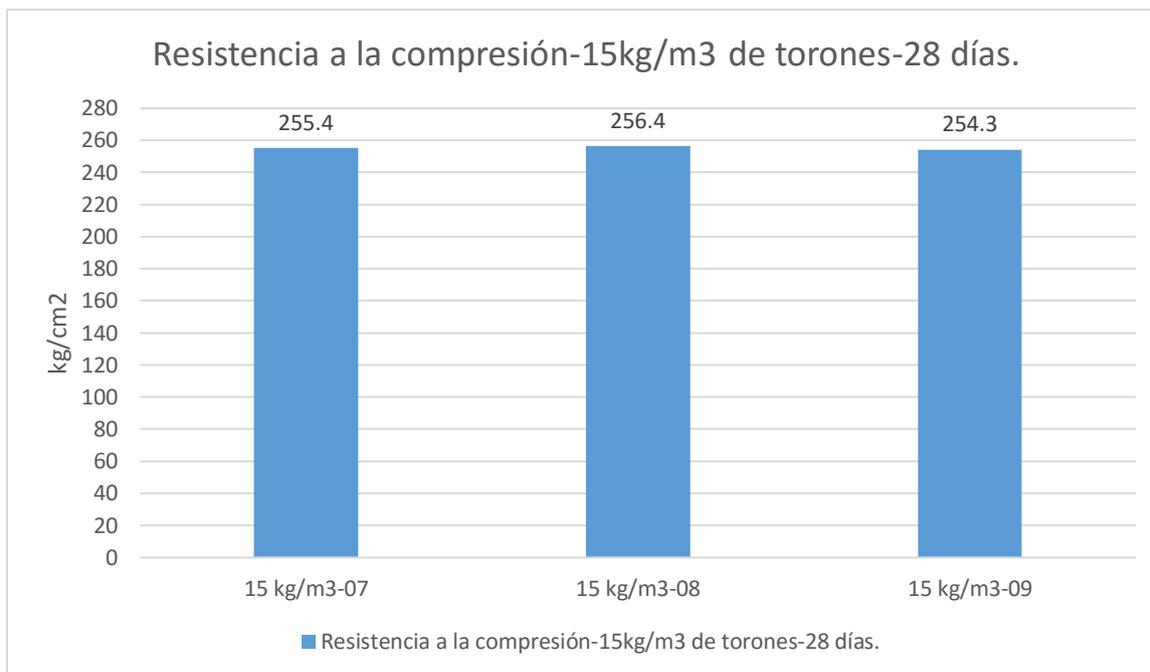
De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> a los 14 días, un promedio de 234.6 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye el 111.7 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### Rotura de concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con 15 kg/m<sup>3</sup> de torones - 28 días a compresión.

**Tabla 39.** Promedio de resistencia a compresión 15 kg/m<sup>3</sup> - 28 días.

N.º De probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
15 kg/m <sup>3</sup> - 07	28	255.4
15 kg/m <sup>3</sup> -08	28	256.4
15 kg/m <sup>3</sup> -09	28	254.3
Promedio		255.4
%		121.6

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12.** Resistencia a la compresión 15 kg/m³- 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación.

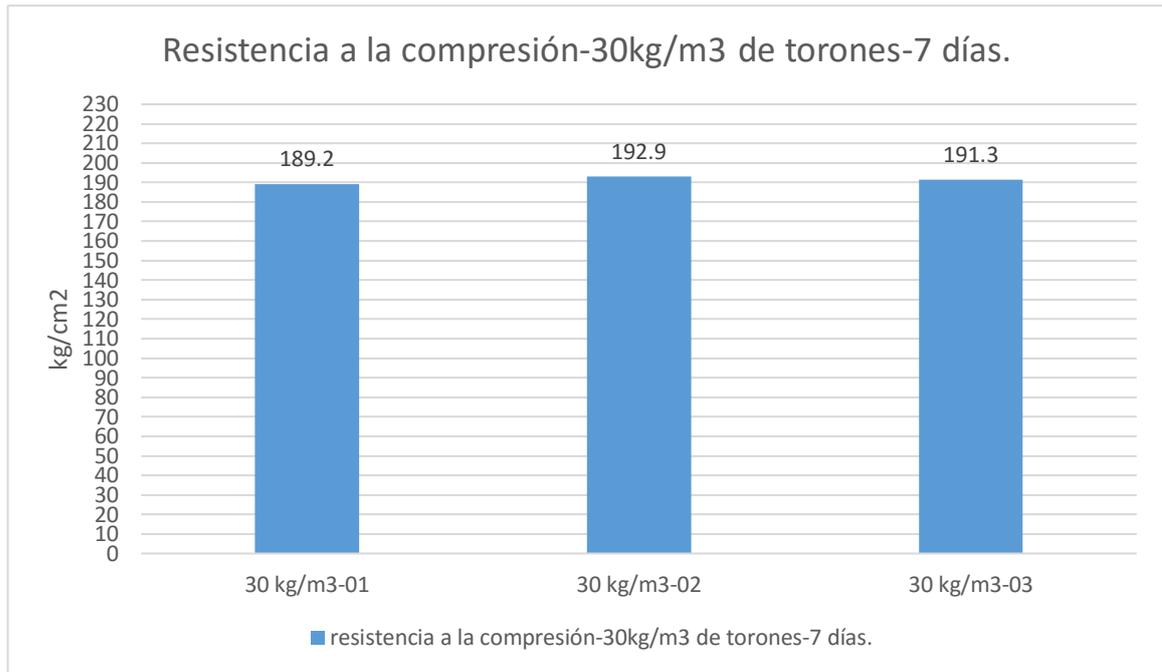
De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 15 kg/m³ a los 28 días, un promedio de 255.4 kg/cm², el cual constituye el 121.6 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm².

### Rotura de concreto (210 kg/cm²) con 30 kg/m³ de torones - 7 días a compresión.

**Tabla 40.** Promedio resistencia a compresión con 30 kg/m³ - 7 días.

N.º De probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm²)
30 kg/m³- 01	7	189.2
30 kg/m³ -02	7	192.9
30 kg/m³ -03	7	191.3
Promedio		191.1
%		91.0

Fuente: Resultados de laboratorio.



**Figura 13.** Resistencia a compresión 30 kg/m<sup>3</sup>-07 días.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación.

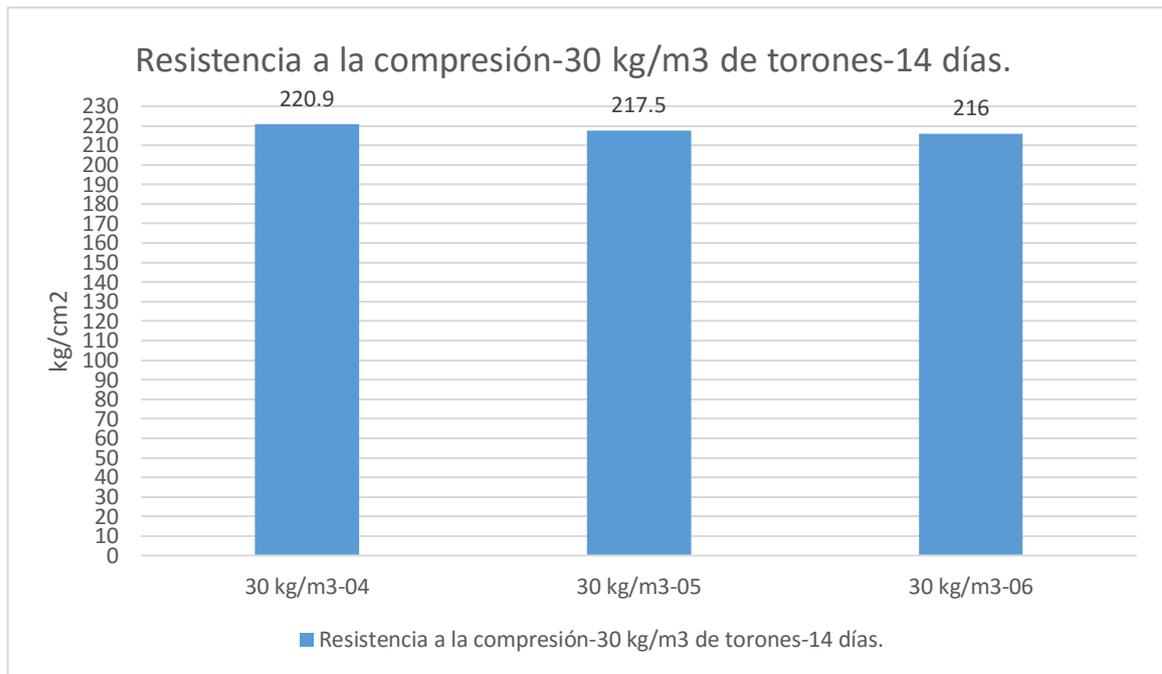
De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 30 kg/m<sup>3</sup> a los 7 días, un promedio de 191.1 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye el 91.0 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### Rotura de concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con 30 kg/m<sup>3</sup> de torones – 14 días a compresión.

**Tabla 41.** Promedio resistencia a compresión con 30kg/m<sup>3</sup>-14 días.

N.º de probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
30 kg/m <sup>3</sup> - 04	14	220.9
30 kg/m <sup>3</sup> -05	14	217.5
30 kg/m <sup>3</sup> -06	14	216.0
Promedio		218.1
%		103.9

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 14.** Resistencia a la compresión 30 kg/m3 de torones- 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación.

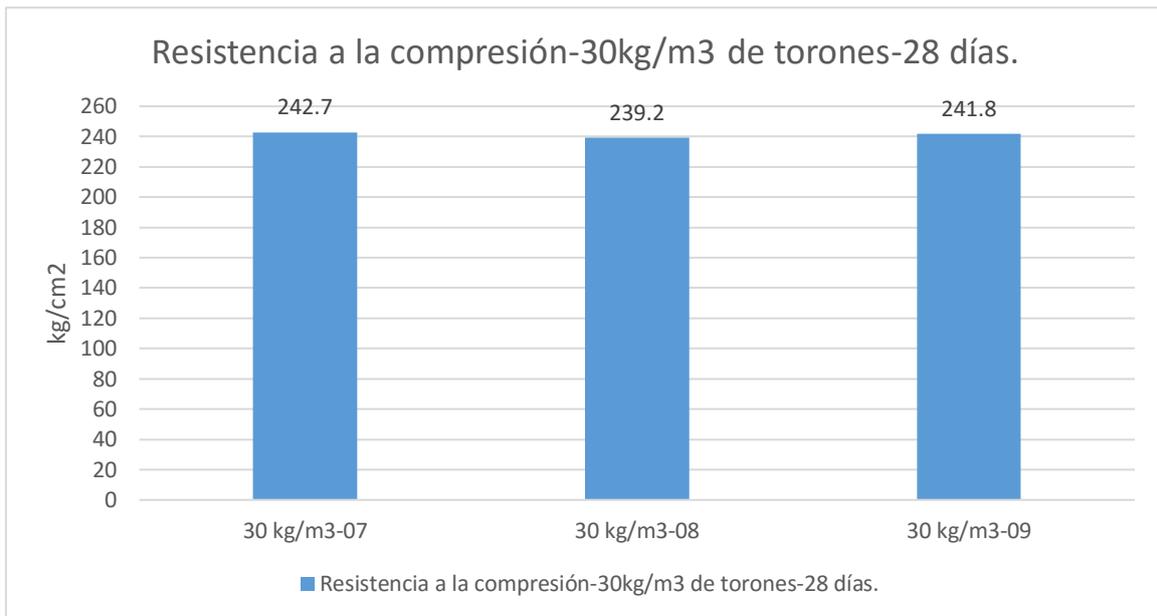
De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 30 kg/m3 a los 14 días, un promedio de 218.1 kg/cm2, el cual constituye el 103.9 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm2.

### Rotura de concreto (210 kg/cm2) con 30 kg/m3 de torones – 28 días a compresión.

**Tabla 42.** Promedio de resistencia a compresión de 30 kg/m3-28 días.

N.º de probetas	Edad en días	Resistencia-compresión (kg/cm2)
30 kg/m3- 07	28	242.7
30 kg/m3 -08	28	239.2
30 kg/m3 -09	28	241.8
Promedio		241.2
%		114.9

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15.** Resistencia a la compresión de 30 kg/m<sup>3</sup> - 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación.**

De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 30 kg/m<sup>3</sup> a los 28 días, un promedio de 241.2 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye el 114.9 % del diseño de concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **Resumen de ensayos a la compresión a los 7,14 y 28 días.**

Para el resumen de ensayos se considera el patrón y las dosificaciones de 15kg/m<sup>3</sup> y 30kg/m<sup>3</sup>, a la edad de 7,14 y 28 días y en este último día es donde alcanza su máxima resistencia.

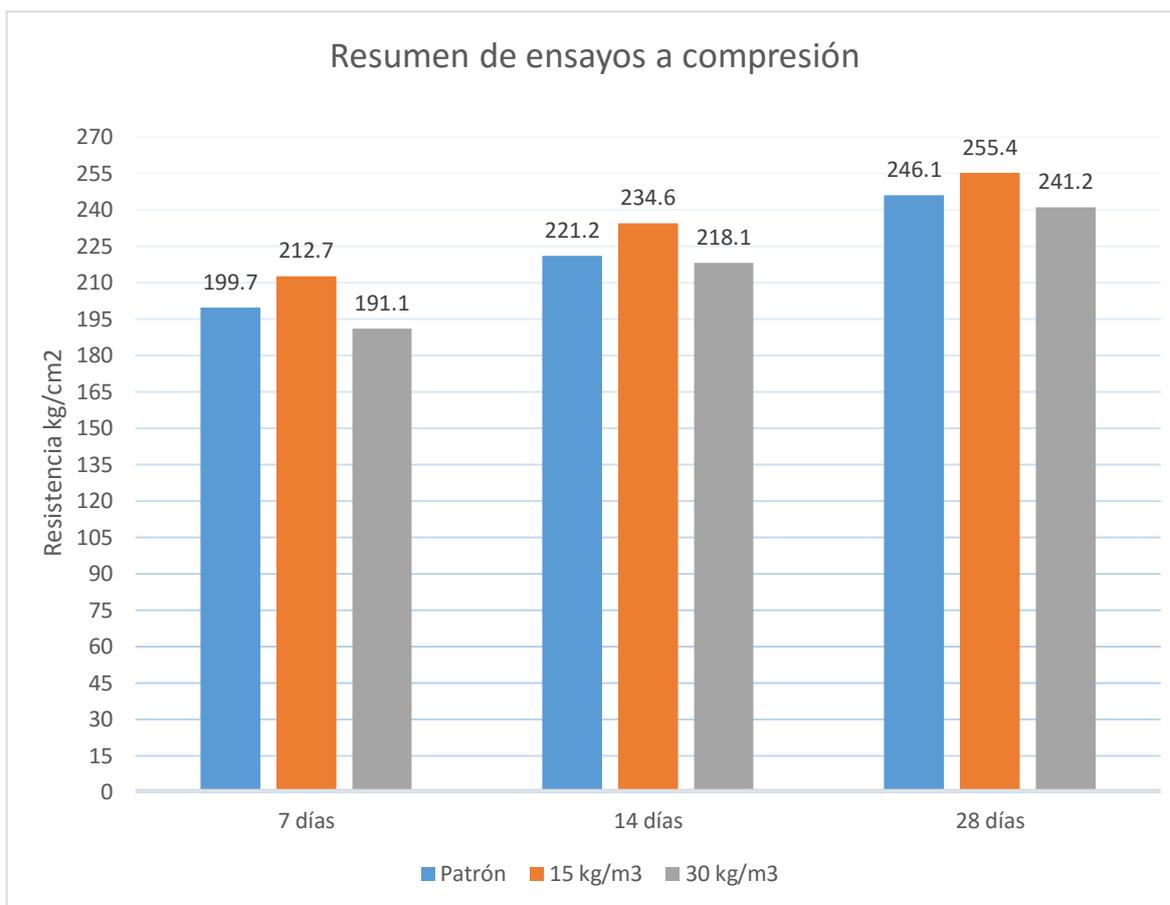
**Tabla 43.** *Resumen de ensayos a la compresión 7, 14, 28 días.*

Probetas	Edad en días	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%
Patrón	7	199.7	95.1
Patrón	14	221.2	105.3
Patrón	28	246.1	117.2
15 kg/m <sup>3</sup>	7	212.7	101.3
15 kg/m <sup>3</sup>	14	234.6	111.7
15kg/m <sup>3</sup>	28	255.4	121.6
30kg/m <sup>3</sup>	7	191.1	91.0
30kg/m <sup>3</sup>	14	218.1	103.9
30kg/m <sup>3</sup>	28	241.2	114.9

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación.**

En los resultados de la tabla se puede observar que los ensayos a compresión a los 28 días alcanzan su máxima resistencia, siendo la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> que supera al patrón como 255.4 kg/cm<sup>2</sup> a 246.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.



**Figura 16.** Resumen de ensayos a compresión.

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación:**

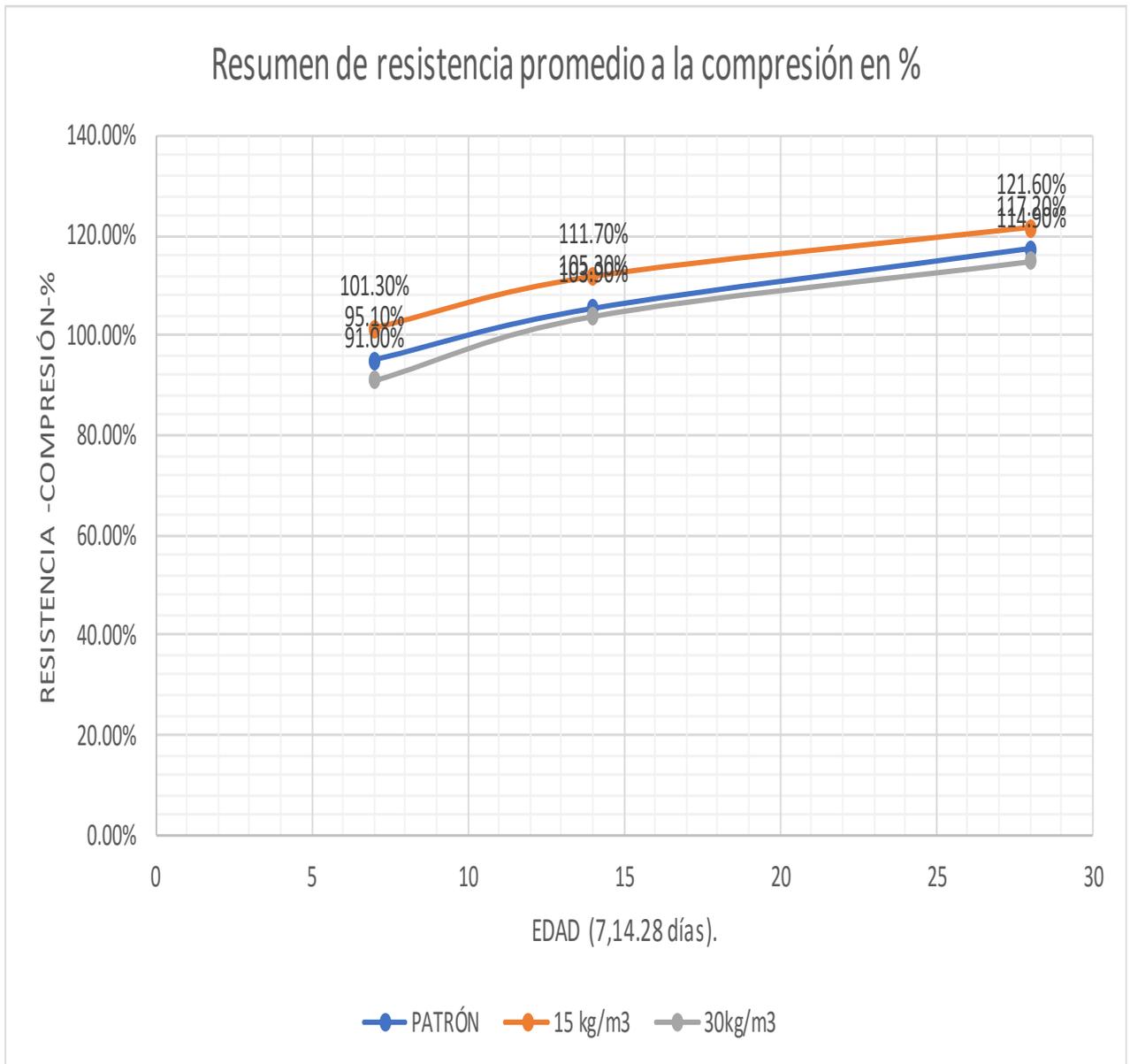
De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia que logra alcanzar con una dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> a los 28 días, un promedio de 255.4 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituye el 121.6 % del diseño de concreto patrón que alcanzó 246.1 kg/cm<sup>2</sup> cuya representación porcentual es de 117.2 %, se observó que la dosificación de 15 kg/cm<sup>2</sup> supera al concreto patrón en 4.4%.

### **Resumen de resistencia promedio a la compresión en %.**

Según los datos del laboratorio se puede apreciar el grupo de probetas por edades y según sus dosificaciones y concreto patrón dando su máxima resistencia a los 28 días, en el cual se puede apreciar el punto más alto por la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup>

(121.6%) y seguido por el patrón que logra alcanzar (117.2%) y por último la dosificación de 30 kg/m<sup>3</sup> logra alcanzar (114.9%).

Entonces la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> supera al patrón en 3.8 %. Como muestra a continuación el gráfico.



**Figura 17:** Resumen de resistencia promedio a la compresión en %.

Fuente: Elaboración propia.

### **Resistencia a la flexión.**

Para el ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo se realizó con la normativa NTP 339.078 HORMIGÓN (CONCRETO), y la norma ASTM C 78, nos indica que la viga debe tener la longitud de ensayo igual a 3 veces su altura según la norma ASTM C42. para el ensayo se consideró solo a los 28 días de fraguado y 9 probetas tipo viga de 10x10x35 cm.

### **Resistencia a la flexión del concreto patrón endurecido a los 28 días.**

**Tabla 44.** *Promedio de resistencia a flexión del concreto patrón- 28 días.*

Identificación	Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón 01	28	38
Patrón 02	28	38
Patrón 03	28	38
Promedio		38 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Resultados de laboratorio.

### **Interpretación.**

De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia a la flexión que logra alcanzar el concreto patrón endurecido ( $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días, un promedio de 38 kg/cm<sup>2</sup> que es el módulo de rotura.

### **Resistencia a la flexión del concreto con 15kg/m<sup>3</sup> de torones a los 28 días.**

**Tabla 45.** Promedio resistencia a flexión de concreto con 15 kg/m<sup>3</sup> - 28 días.

Identificación	Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
15 kg/m <sup>3</sup> -01	28	44
15kg/m <sup>3</sup> -02	28	45
15kg/m <sup>3</sup> -03	28	45
Promedio		44.7 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Resultados de laboratorio.

### **Interpretación.**

De los datos del laboratorio se puede observar la resistencia a flexión que logra alcanzar el concreto adicionado con una dosificación 15kg/m<sup>3</sup>, con un diseño de ( $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días, un promedio de 44.7 kg/cm<sup>2</sup> que es el módulo de rotura.

### **Resistencia a la flexión del concreto con 30 kg/m<sup>3</sup> de torones - 28 días.**

**Tabla 46.** Promedio resistencia a flexión de concreto con 30 kg/m<sup>3</sup> - 28 días.

Identificación	Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
30 kg/m <sup>3</sup> -01	28	42
30 kg/m <sup>3</sup> -02	28	41
30 kg/m <sup>3</sup> -03	28	42
Promedio		41.7 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Interpretación.

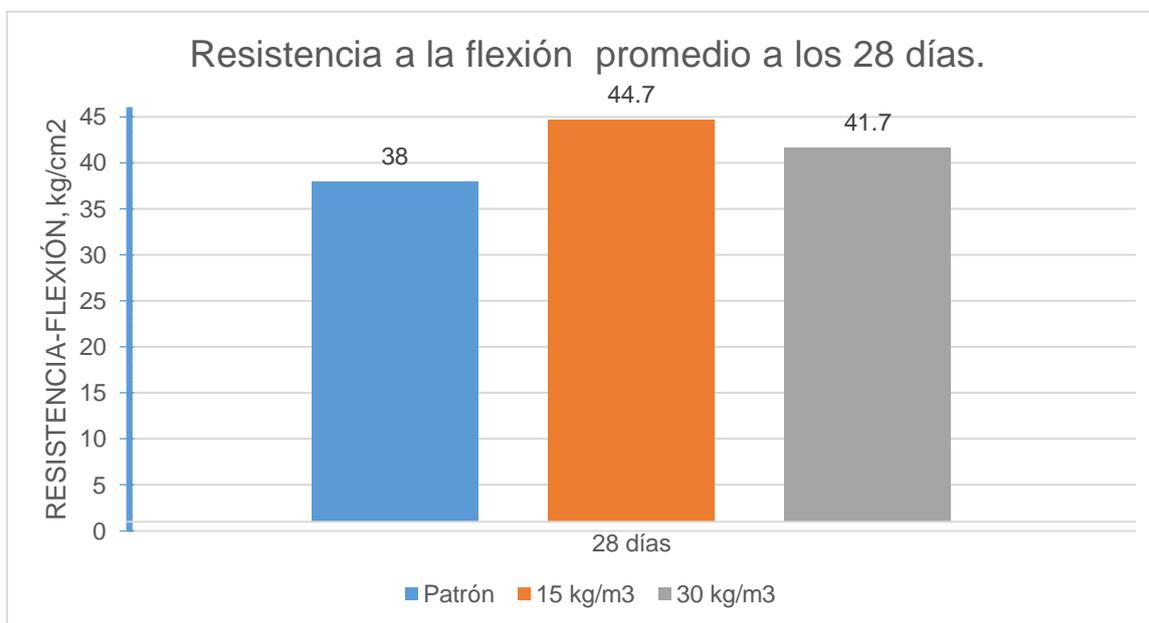
De los datos del laboratorio se pudo observar la resistencia a la flexión que logra alcanzar el concreto adicionado con una dosificación 30 kg/m<sup>3</sup>, con un diseño de ( $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días, un promedio de 41.7 kg/cm<sup>2</sup> que es el módulo de rotura.

## Resumen de ensayos de resistencia a la flexión del concreto endurecido.

**Tabla 47.** Resumen de ensayos a flexión.

Identificación	Edad (días)	Promedio- módulo de rotura. (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28	38.0
15 kg/m <sup>3</sup>	28	44.7
30 kg/m <sup>3</sup>	28	41.7

Fuente: Resultados de laboratorio.



**Figura 18.** Resistencia promedio a flexión – 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación.**

De los datos del laboratorio se observó la resistencia a la flexión que logró alcanzar el concreto adicionado con una dosificación 15 kg/m<sup>3</sup> una resistencia de 44.7 kg/cm<sup>2</sup> con respecto al concreto patrón que logra alcanzar una resistencia de 38 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando así en un porcentaje 17.6% más con respecto al patrón.

### **Diseño de pavimento.**

Para el diseño del pavimento rígido incorporando torones reciclados por el uso de esta vía se considera para tránsito de vehículos ligeros y pesados para el cual se utilizó el método AASHTO 1993 cuya estructura está integrada por la sub rasante, sub base y la plataforma rígida.

### **Sub Rasante.**

De acuerdo a los ensayos del CBR al 95% realizados en el laboratorio se obtuvo los valores cuyo resultado de la calicata C-02 donde indica que los materiales de la subrasante están compuestos por un tipo de suelo SP-SM, cuyo valor de soporte de CBR es de 11.0%, y su Máxima Densidad Seca (M.D.S.) es de 1.878 gr/cm<sup>3</sup>, y el óptimo contenido de humedad (O.C.H.) es de 11.30%.

Para el diseño se consideró un CBR al 95% con valor de 11% al cual le corresponde un módulo de elasticidad ( $M_r$ ) de 11854.47 psi. (Método AASHTO 2002).

### **Sub Base.**

Según las especificaciones mínimas propuesta por la normativa, la sub base debe tener un CBR al 100% mínimo de 30%, por ello se considera un material de sub base con las especificaciones propuestas por la norma, además se considera un espesor de 20 cm.

## Parámetros de diseño

**Tabla 48.** *Parámetros de diseño de la sub rasante.*

<b>Parámetros de diseño de la sub rasante</b>	
CRB Sub Rasante (al 95 % M.D.S.)	11%
Módulo Elástico o Resiliente (Mr)	11854.57 psi.
Módulo de Reacción Combinado (Kc)	105 pci
<b>Parámetros de diseño de la sub base</b>	
CBR Sub Base (al 100% M.D.S.)	30%
Espesor Sub Base (cm)	20

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Propiedades de los materiales.

**Tabla 49:** *Propiedades de los materiales.*

Resistencia al a compresión del concreto $f'c$ (psi)	2,987
Módulo de elasticidad del concreto $E_c$ (psi)	3,115,196
Módulo de rotura $S'c$ (psi)	640

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Datos de tráfico y otras propiedades.

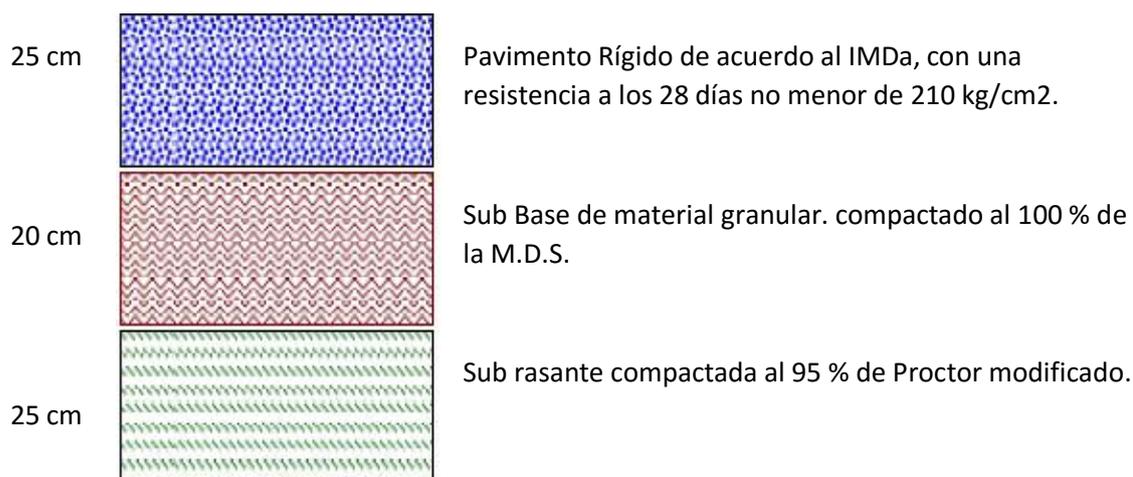
**Tabla 50:** Datos de tráfico y otras propiedades.

Número de ejes equivalentes total (W18)	22067417.96
Factor de confiabilidad (R)	75%
Estándar normal desvíate (Zr)	-0.674
Overall estándar desviaton (So)	0.35
Módulo de reacción de la sub rasante – k (pci)	105
Serviciabilidad inicial (pi)	4.5
Serviciabilidad final (pt)	1.8
Transferencia de carga (j)	2.8
Coefficiente de drenaje (cd)	1.00
Periodo de diseño (años)	20

Fuente: Resultados de laboratorio.

## Estructuración del pavimento.

Para la presente estructuración se ha considerado un pavimento conformado por las siguientes capas.



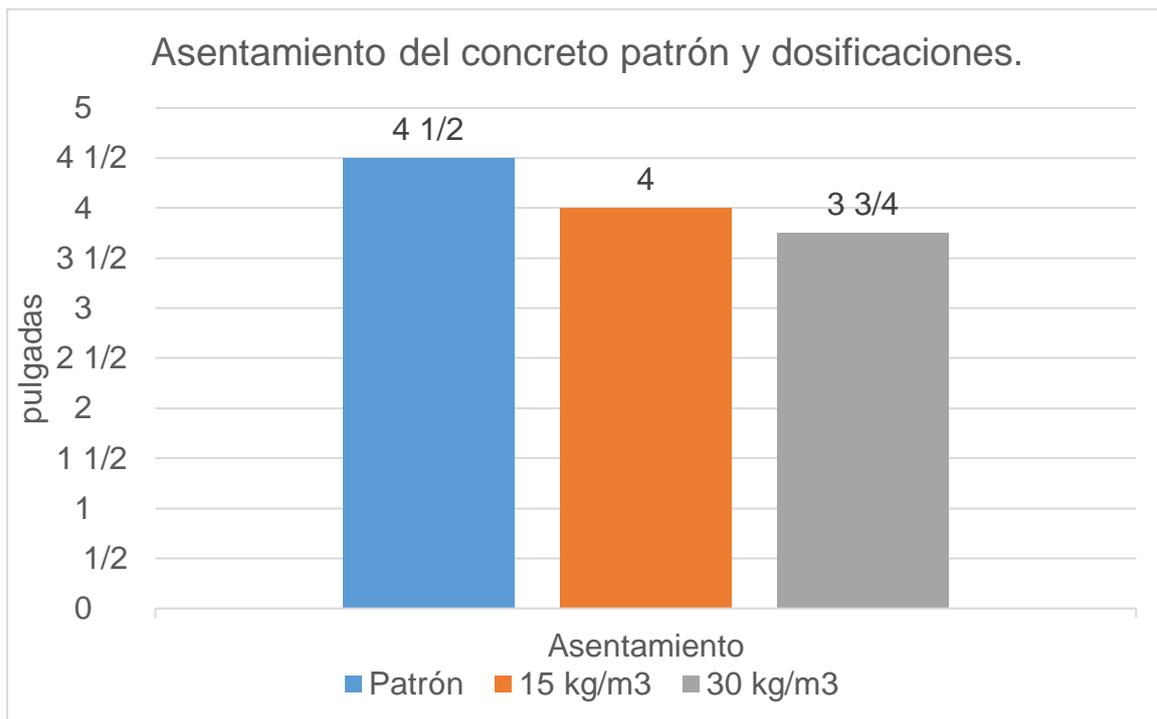
**Figura 19.** Estructura del pavimento.

Fuente: Elaboración propia

## **V. DISCUSIÓN**

Respecto a los resultados concerniente al ASENTAMIENTO, según la tesis de Leiva (2020), donde se aplicó 2 kg/m<sup>3</sup> de fibra Sika Fiber Force PP48 se obtuvo el promedio del asentamiento de 3 ½", y adicionando 3 kg/m<sup>3</sup> y 4 kg/m<sup>3</sup> se obtuvo un promedio del asentamiento de 2" y ¾" sucesivamente. Adicionando las fibras Sika Fiber PE y la fibra Z aditivos se consideró una dosificación de 0.3 kg/m<sup>3</sup> obteniendo un promedio de 4", con dosificación de 0.5 kg/m<sup>3</sup> se obtuvo un promedio de asentamiento de 3 ½" y con una dosificación de 0.7 kg/m<sup>3</sup> se obtuvo un promedio de asentamiento de 3" (p.61).

Entonces con el resultado obtenido del laboratorio respecto al slump se obtuvo el concreto patrón con un asentamiento de 4 ½", y respecto a la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> de torones reciclados se obtuvo un asentamiento de 4", y con respecto a la dosificación de 30 kg/m<sup>3</sup> de torones reciclados se obtuvo un asentamiento de 3 ¾".



**Figura 20.** Asentamiento de concreto patrón y dosificaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los resultados de Leiva y los resultados adquiridos en la investigación podemos definir que la tendencia a la reducción es debido a una mayor dosificación de fibras, entonces menor será su asentamiento, por ello al momento de emplear la fibra en mayores cantidades puede perder su trabajabilidad, pero buscar la dosificación adecuada es muy importante para mejorar su resistencia.

Respecto a los resultados de ensayos a compresión a los 28 días según Leiva (2020), el concreto llegó a obtener la máxima resistencia a la compresión con la adición de 3kg /m<sup>3</sup> de fibra Sika Fiber Force PP48 obteniendo un aumento de 7.3% a los 7 días y 3.1 % a los 28 días, con la incorporación de 0.7 kg/m<sup>3</sup> de fibra Z aditivos se obtuvo 15.2% a los 7 días y a los 8.1 % a los 28 días de curado (p.62).

Y con respecto a los resultados a la compresión adquiridos en el proyecto de investigación a los 28 días, el patrón logra alcanzar un promedio 117.2 % de resistencia, mientras con la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> logra alcanzar una resistencia a la compresión de 121.6 % a los 28 días, también la dosificación de 30 kg/m<sup>3</sup> logra alcanzar una resistencia del 114.9%.

Leiva indica que el concreto alcanzó su máxima resistencia a la compresión a los 28 días con la adición de fibras, mientras en el proyecto de investigación gracias a la obtención de resultados podemos indicar que las dosificaciones especialmente el 15 kg/m<sup>3</sup> de torones reciclados mejora significativamente su resistencia, pero nos da la opción para hacer otros ensayos con dosificaciones cercanas a 15 kg/m<sup>3</sup> dicha opción está abierta para otros tesis.

Respecto de los resultados de ensayos a la resistencia a la flexión, según Leiva (2020) indica que el concreto alcanza su punto máximo en resistencia a la flexión con la incorporación de 4 kg/m<sup>3</sup> de fibra Sika Fiber Force PP48 llegando a saber

un aumento de 17 % a los 28 días después de hacer el ensayo con respectivo patrón. Con respecto a 0.7 kg/m<sup>3</sup> de fibra Sika Fiber PE se aumentó en un 26% a los 28 días y con la incorporación de 0.7 kg/m<sup>3</sup> de fibra Z aditivos se aumentó en un 20% a los 28 días de haberse realizado el ensayo.

Según el ensayo realizado podemos interpretar que se genera una resistencia del patrón de 38 kg/cm<sup>2</sup>, dosificaciones de torones reciclados de 15 kg/m<sup>3</sup> incrementa su resistencia hasta llegar a 44.7 kg/cm<sup>2</sup>, dosificaciones de torones reciclados de 30kg/m<sup>3</sup> que incrementa su resistencia hasta llegar a 41.7 kg/cm<sup>2</sup>. Por ello los parámetros de resistencia respecto a la compresión de 28 días, deben mantenerse dentro del 15% y 25% de los parámetros de resistencia a la flexión, por lo tanto, se encuentran dentro de ese rango el cual indica que tiene un concreto de buena resistencia a la flexión.

El ensayo de la resistencia a la flexión es muy importante ya que gracias a ello podemos definir la rotura de la capa de rodadura al ser aplicada una fuerza vertical, como también la incorporación de torones reciclados tiene un trabajo muy importante ya que trabajan para los esfuerzos en las diferentes direcciones (x, y, z.) y esta reacción ayuda de manera significativa para el buen desempeño de los torones reciclados al ser incorporados al concreto y por lo tanto mejorar su resistencia a la flexión.

De los resultados obtenidos del levantamiento topográfico se pudo observar el corte longitudinal como el transversal, como también se pudo obtener la medida real del lugar de estudio, el cual consta de 0+929 km.

Con el estudio del tráfico vehicular se pudo comprobar la cantidad de vehículos que circulan siendo en total 22067417.96 EEs, el cual estos resultados favorecen para hacer el diseño adecuado según las normativas y cumplan con un tiempo de vida.

Para el estudio de suelos se ha considerado un CBR al 95 % de M.D.S. obteniendo un 11.0 % el cual involucra la base del pavimento de concreto rígido incorporando torones reciclados y la sub base con CBR al 100% de M.D.S. obteniendo 16.8 %, según el análisis granulométrico la clasificación del S.U.C.S. es SP-SM y según la clasificación AASHTO A-1-b. por ello la clasificación de suelos es como arena pobremente gradada con limo y grava, por ello para la obtención de resultados se realizar 3 calicatas con una profundidad de 1.5 m, todos estos resultados fueron de gran importancia para la propuesta del diseño del pavimento el cual involucra una serie de estudios que son muy importantes para el diseño del concreto.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Respecto al objetivo específico determinar de qué manera influye el desempeño de los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido, se concluye que el desempeño de los torones es muy favorable ya que en los diferentes ensayos realizados en el laboratorio se pudo observar que hay un incremento en la resistencia a compresión y flexión, donde la dosificación de 15kg/m<sup>3</sup> llega a su máxima resistencia de 255.4 kg/cm<sup>2</sup> a compresión y 44.7 kg/cm<sup>2</sup> a flexión a los 28 días, entonces el desempeño de los torones reciclados al ser incorporados al concreto mejoró su resistencia en sus 3 direcciones (x, y, z.).
- Con respecto al objetivo específico determinar la influencia de la dosificación de los torones reciclados en el diseño de pavimento rígido, se concluye que la dosificación de los torones reciclados es muy importante definirlo gracias a los ensayos realizados en el laboratorio donde la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> es la sobresaliente en cuanto a la resistencia a compresión y flexión con respecto a la dosificación de 30 kg/m<sup>3</sup> y el patrón f'c 210 kg/m<sup>3</sup>, por ello se determinó que dosificar una cantidad ideal de los torones reciclados es muy importante ya que mejora la resistencia y también mantiene una trabajabilidad adecuada del concreto.
- Con respecto al objetivo específico determinar cómo mejora el comportamiento del concreto rígido al incorporar los torones reciclados, se concluye que la mejora del comportamiento se da gracias a la adición de torones reciclados el cual mejoró la resistencia a compresión y flexión del concreto de manera significativa en donde a los 28 días alcanza su máxima resistencia cuya dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> supera al patrón en un 3.8% en cuanto a la resistencia a compresión, también en lo que respecta a la resistencia a flexión, la dosificación de 15 kg/m<sup>3</sup> alcanza 44.7 kg/cm<sup>2</sup> , el de 30kg/m<sup>3</sup> alcanza 41.7 kg/cm<sup>2</sup> y el patrón alcanza 38 kg/cm<sup>2</sup>.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar ensayos de dosificaciones con torones reciclados menor o igual que 15 kg/m<sup>3</sup> pues gracias a los ensayos realizados se puede observar que hay una mejor resistencia respecto al patrón por lo tanto es importante realizar otras investigaciones que podrían mejorar mucho más la resistencia tanto a flexión y compresión.
- Se recomienda utilizar los torones reciclados ya que se pueden encontrar como residuos sólidos en todas las mecánicas de todo tipo de vehículo y el costo de este material es económico y a la vez al ser incorporados al concreto mejoró la resistencia tanto a compresión y flexión.
- Se recomienda usar torones reciclados en las constructoras de obras viales, plataformas, losas, etc. porque al aplicar torones reciclados se obtendrán un concreto con mejor resistencia y por lo tanto con una mejor durabilidad y tiempo de vida.
- Se recomienda aplicar los torones reciclados en la avenida Mariano Pastor Sevilla en el distrito de villa el salvador gracias a que este material al ser adicionado al concreto aumenta su resistencia a compresión y flexión, también mejora la resistencia en la capa de rodadura en las tres direcciones (x, y, z.) y por lo tanto minimiza las fallas en la carpeta de rodadura.

## REFERENCIAS

- Rimarachín, N. (2018). *Evaluación superficial del pavimento en tres avenidas principales en la ciudad de Chota, región Cajamarca- 2018* (tesis para obtener título profesional de ingeniera civil). Recuperada de file:///C:/Users/Ronald/Downloads/Rimarachin\_RNF.pdf
- Pérez, L. (2016). *Evaluación visual de fisuras tempranas en las losas de pavimento rígido mr41 en la variante del municipio de Urrao (dep. Antioquia)* (proyecto de grado). Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15731/PerezAlcalaLuisAndres2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega, D. (2018). *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000)* (tesis para optar título). Recuperado en [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12088/VEGA\\_PERRIGO\\_DISE%C3%91O\\_PAVIMENTOS\\_CARRETERA\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12088/VEGA_PERRIGO_DISE%C3%91O_PAVIMENTOS_CARRETERA_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Figueroa, A y Fonseca, E. (enero/junio,2015). *Estudio de material reciclado para reparar fisuras y su aplicación en un pavimento en Bogotá*. Revista Épsilon, N°24. Recuperado de <http://oaji.net/articles/2015/2065-1443975025.pdf>
- Becerril, A. y Miranda, D. (2016). *Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: barranca larga en el estado de Oaxaca* (tesis para obtener el título de ingeniero civil). Recuperado de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9771/Tesis.pdf?sequence=1>
- Vega, L. (2019). *Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto* (tesis para optar el título). Recuperado de [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32630/VegaMesaLeidyMarcela2019\\_Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32630/VegaMesaLeidyMarcela2019_Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sancho, J. (2018). *Diseño de pavimentos industriales y planteamiento de la metodología de estabilización mecánica correspondiente para su empleo en*

- zonas portuarias. Caso: Puerto el Callao (tesis para optar título profesional de ingeniera civil). Recuperada de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2236/SANCHO%20AGAPITO%20JACKELIN%20CAROL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar, E. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la av. Floral y jr. Carabaya, Puno* (tesis para optar título profesional de ingeniero civil). Recuperada de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12319/Paucar\\_Curo\\_Elvis\\_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12319/Paucar_Curo_Elvis_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  - Hernández, J. (2017). *Análisis y evaluación de las patologías del pavimento rígido y mejorar el índice operacional de la calle buenos aires cuadras 1, 2, 3, 4 y 5, del AA. HH 28 de julio, distrito de Punchana, provincia de Maynas – departamento de loreto, mayo – 2017*(proyecto para optar título de ingeniera civil). Recuperado de [file:///C:/Users/Pc/Downloads/PATOLOGIAS TIPOS DE PATOLOGIAS HERNANDEZ PINEDO JESSICA PAOLA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/PATOLOGIAS TIPOS DE PATOLOGIAS HERNANDEZ PINEDO JESSICA PAOLA%20(1).pdf)
  - Chapañan, J. y Quispe, C. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaría-nuevo Chimbote* (tesis para optar título profesional de ingeniero civil). Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2724/42998.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  - Sotil, A. y Zegarra, J. (2015). *análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand®ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido* (tesis para optar título de ingeniero civil). Recuperado de [file:///C:/Users/Pc/Downloads/Tesis%20original%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/Tesis%20original%20(1).pdf)
  - Meza, A. (2015). *Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico* (tesis para obtener el grado de doctor). Recuperado de

<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/445/406756.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Flor, G. et al. (2019). Determinación de cantidad óptima de Fibra de Acero para la elaboración de Hormigón de Cemento Portland para losas de Pavimentos Rígidos: 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities”. Recuperado en [http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full\\_papers/FP363.pdf](http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP363.pdf)
- Espinosa, D. y Villalobos, M. (2014). *Modelación numérica del comportamiento de la transferencia de carga de pisos industriales usando un programa basado en el método de elementos finitos (M.E.F)*. (trabajo de grado para optar título de ingeniero civil). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1885/1/MODELACION%20NUMERICA%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20DE%20LA%20TRANSFERENCIA%20DE%20CARGA%20DE%20PISOS%20INDUSTRIALES%20USANDO%20UN%20PROGRAMA%20BASADO%20EN%20EL%20M%C3%89TODO%20DE%20ELEMENTOS%20FINITOS%20%28M.E.F%29.pdf>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1885/1/MODELACION%20NUMERICA%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20DE%20LA%20TRANSFERENCIA%20DE%20CARGA%20DE%20PISOS%20INDUSTRIALES%20USANDO%20UN%20PROGRAMA%20BASADO%20EN%20EL%20M%C3%89TODO%20DE%20ELEMENTOS%20FINITOS%20%28M.E.F%29.pdf>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Vásquez, O. (2015). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. (4.<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Calle Eduardo Lizarraburo n°215 – San Borja.
- Farfán, M. Pinedo, D. Araujo, J. Orbegoso, J. (4-13 de julio- diciembre, 2019). *fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto*. Revista Gaceta Técnica 20 (2). Recuperado de [file:///C:/Users/Pc/Downloads/GT-20-02-06def%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/GT-20-02-06def%20(1).pdf)

- Montalvo, M. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales* (Tesis para optar Título de Ingeniero Civil). Recuperado de [file:///C:/Users/Pc/Downloads/MONTALVO\\_MARCO\\_PAVIMENTOS\\_FIBRAS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/MONTALVO_MARCO_PAVIMENTOS_FIBRAS%20(1).pdf)
- Sika Colombia S.A.S. (08/2014). *Concreto reforzado con fibras*. Recuperado en <file:///C:/Users/Pc/Downloads/Concreto%20reforzado%20con%20fibras.pdf>
- UNICÓN. (2020). *Soluciones pavimentos, (Cotizaciones)*. Recuperado de <https://www.unicon.com.pe/soluciones-para-pavimentos/>
- LKS. (2020). *Resistencia a la tensión de acero 1960 del MPA de la resistencia a la corrosión del cable de freno de la bicicleta* (portal web). Recuperado de <http://spanish.wirerope-sling.com/sale-10785290-steel-bicycle-brake-cable-corrosion-resistance-1960-mpa-tensile-strength.html>
- Dramix. (2020). *Fibra de acero para concreto, (cotizaciones)*. Recuperado de <https://listado.mercadolibre.com.pe/fibra-de-acero-dramix-para-concreto>.
- Leiva, J. (2020). *Aplicación de la fibra de polipropileno macro sintética estructural para mejorar las propiedades del concreto en el pavimento rígido de la Av. Gerardo Unger, los olivos, Lima 2019. (tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil)*. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48896/Leiva\\_SJH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48896/Leiva_SJH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección suelos y pavimentos*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf)
- MTC.SNIP Perú. (2015). *Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública en Carreteras*. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/259003/232247\\_Pautas\\_Pavimentos.pdf20181218-16260-a98bmq.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/259003/232247_Pautas_Pavimentos.pdf20181218-16260-a98bmq.pdf)
- ACI, (sin año). *Tablas de diseño de mezclas- método ACI 211*. Recuperado de <https://goo.gl/mdfwYS>

- NTP 339.183, (2016), *práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- NTP 339.034, (2016), *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- NTP 339.078, (2016), *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- MTC, (2016), *manual de ensayo de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- CE 010, (2010), *Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Recuperado de [file:///C:/Users/Ronald/Downloads/norma\\_010\\_%20pavimentos\\_urbanos.pdf](file:///C:/Users/Ronald/Downloads/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf)
- ASSHTO 93, (2014), *Metodología de diseño de concreto rígido, Manual de Carreteras*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
- ASSHTO 2002, (2008), *Guía de diseño de pavimentos*. Recuperado de <file:///C:/Users/Ronald/Downloads/APLICACION%20DE%20LA%20GU%20DA%20DE%20DISE%20PAVIMENTOS%20FLEXIBLES%20AASHTO%202002%20LAS%20CONDICIONES%20COLOMBIANAS.pdf>
- Tráfico Vial, (2014), *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección suelos y pavimentos*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/)

[manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos%20Manual%20de%20Carreteras%20OK.pdf)

- Afirmados, (2014), *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección suelos y pavimentos*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos%20Manual%20de%20Carreteras%20OK.pdf)
- MTC E 204, (2016), *Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos, Manual de ensayos de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- MTC E 115, (2016), *Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (próctor modificado), manual de ensayos de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- MTC E 132, (2016), *CBR de suelos (laboratorio), Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- MTC E 201, (2016), *Muestreo para materiales de construcción, Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- MTC E 705, (2016), *Asentamiento del concreto, Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

## **ANEXOS**



Anexo 01: Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo Baños Coronado, Ronald Hugo, estudiante de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación:

“Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Torones Reciclados en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021” es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Proyecto de Investigación:

No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.

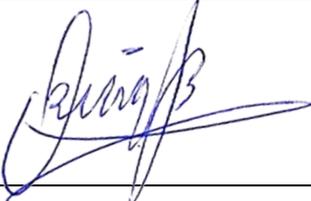
He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.

No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Villa el salvador 20 de julio de 2021.

Apellidos y nombre: Baños Coronado, Ronald Hugo.	
DNI: 43266379	FIRMA: 
ORCID: (0000-0001-6537-1943)	



Anexo 02: Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, asesor de Desarrollo de Proyecto de Investigación:

“Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Torones Reciclados en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021”.

Del autor Baños Coronado, Ronald Hugo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

San Juan de Lurigancho, 20 de julio del 2021

Apellidos y nombres del Asesor: Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo.	
DNI:	FIRMA:
ORCID:0000-0001-8850- 8463	



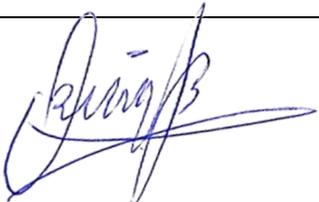
Anexo 03: Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo, Baños Coronado, Ronald Hugo identificado con DNI N°43266379 egresado de la Facultad de Ingeniería y arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, autorizo la divulgación y comunicación pública de mí Proyecto de Investigación:

“Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Torones Reciclados en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021”.

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Villa el Salvador, 20 de julio de 2021.

Apellidos y nombres: Baños Coronado, Ronald Hugo	
DNI: 43266379	FIRMA: 
ORCID: (0000-0001-6537-1943)	

Anexo 04: Operacionalización de la variable independiente: Torones reciclados

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  <b>Torones reciclados.</b>	Según Vega (2019), menciona que “la incorporación de sintéticos y metálicas en el concreto se pueden realizar antes o durante el mezclado de los materiales utilizados en la elaboración del concreto con el fin de evitar las fallas” (p.23).	La aplicación de torones reciclados ayuda a reducir las fallas estructurales del concreto rígido debido a su forma espiral y a su consistencia; el cual es importante su aporte en la mejora de su resistencia del pavimento rígido.	Resistencia	N.º de ensayos a la flexión a realizar	Numérico
			Resistencia	N.º de ensayos a la compresión a realizar	Numérico
			Dosificación	Cantidad de material a utilizar	Numérico continuo

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 05: Operacionalización de la variable dependiente: Diseño de pavimento rígido.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>Diseño de pavimento Rígido.</b>	Según Flor et al. (2019), Nos indican que “las fibras de acero son de pequeña longitud y seccionalmente pequeña, que se incorpora al concreto con el propósito de darle mayor consistencia a sus propiedades, está hecha de alambre de acero estirado en frío, para un mejor rendimiento a la tracción, con las características de dispersarse de manera aleatoria cuando la mezcla está en estado fresco” (p.4).	El diseño de pavimento rígido es un proceso por el cual se determinan la estructura funcional con el fin de soportar cargas durante un periodo de tiempo teniendo en cuenta los estudios (estudio de suelo, levantamiento topográfico, estudio del IMDA, etc.) que ayudaran a su viabilidad en el diseño.	Estudio topográfico	Levantamiento topográfico	Numérico
			Estudio de suelos	Análisis granulométrico.	Numérico ordinal.
				Ensayo de CBR y Proctor modificado.	Numérico.
			Estudio del IMDA.	Conteo vehicular.	Numérico.

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 06: FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE SUELOS.**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
<b>Proyecto:</b> Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Torones Reciclados en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021						
<b>Apellidos y nombres:</b> Baños Coronado, Ronald Hugo.						
<b>ubicación:</b> Av. Mariano Pastor Sevilla				<b>Fecha:</b> 05/04/21.		
Tamiz		Peso Retenido	Peso Retenido	Fracción Retenido	Acumulado Retenido	Pasante Acumulado
		gramos	%	%	%	%
3"	75 mm					
2 ½"	63 mm					
2"	50.0 mm					
1 ½"	37.5 mm					
1"	25.0 mm					
¾"	19.0 mm					
½"	12.5 mm					
3/8"	9.5 mm					
Nº4	4.75 mm					
Nº8	2.36 mm					
Nº15	1.18 mm					
Nº30	600 µm					
Nº50	300 µm					
Nº100	150 µm					
Nº200	75 µm					
Fondo						
Total					Módulo de fineza	

Fuente: Informe técnico de análisis granulométrico- UNICÓN





**Anexo 08: Ficha de ensayos de concreto.**

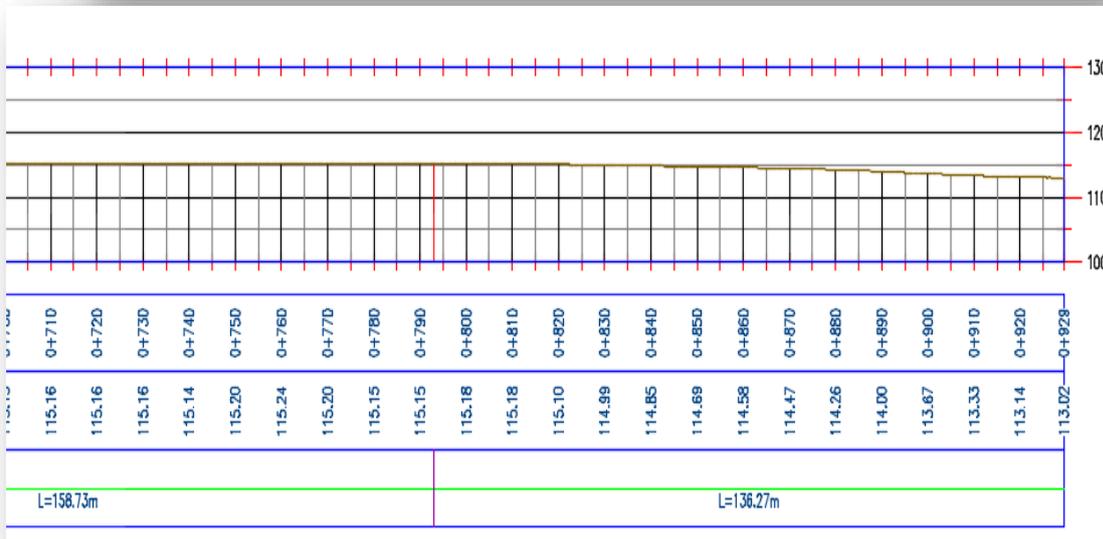
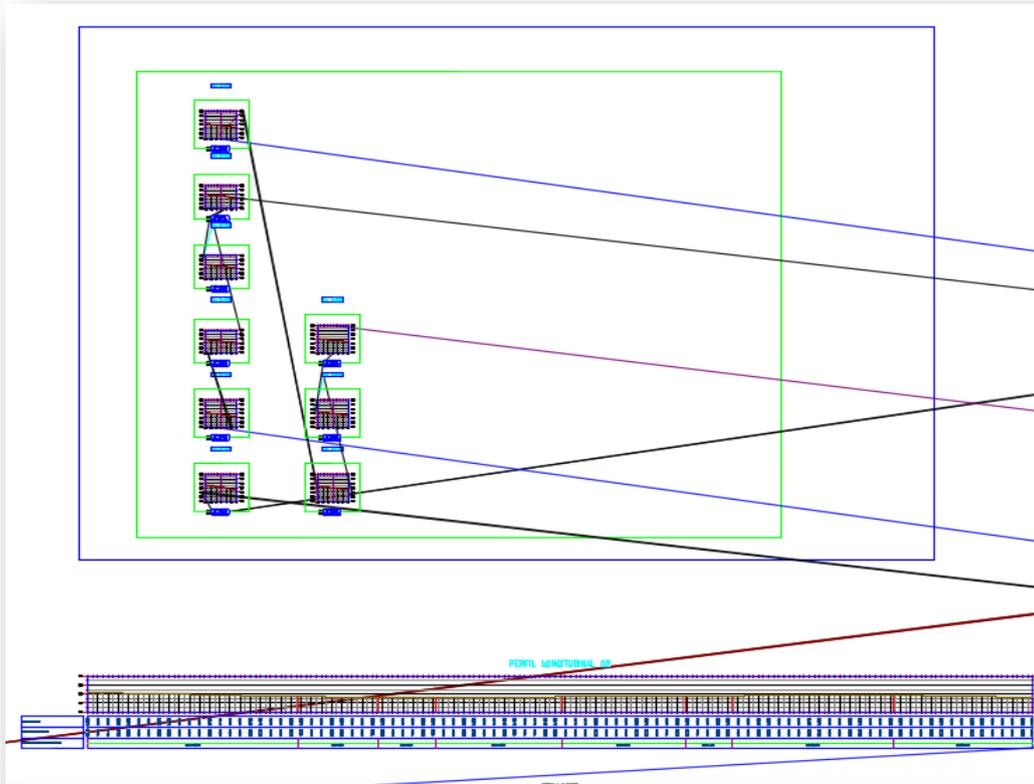
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		<b>ENSAYO DE MEZCLA CON TORONES RECICLADOS L= 4.5 CM</b>		<b>Fecha:</b> 05/04/2021	
<b>Proyecto:</b> Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Torones Reciclados en la Avenida Mariano Pastor Sevilla, Villa el Salvador 2021					
<b>Ubicación:</b>					
<b>Ensayos</b>			<b>Mezclas</b>		
			<b>M0</b>	<b>M1(15 kg/cm<sup>3</sup>)- 4.5 cm</b>	<b>M2(30kg/cm<sup>3</sup>) -4.5 cm</b>
Asentamiento (pulg.)	Tiempo	3 min			
		30 min			
Peso específico y absorción					
Contenido de aire (%)					
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )					
Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		7 días			
		14 días			
		28 días			
Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		28 días			

Fuente: Miranda, C. Rado; M.



# Anexo 10: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Perfil longitudinal y transversal.





## Anexo 11: Evaluación superficial del pavimento mediante el método PCI.

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA VILLA EL SALVADOR, 2021.						
SECTOR	: AV. MARIANO PASTOR SEVILLA ENTRE LA AV. JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI Y LA AV. CÉSAR VALLEJO, VILLA EL SALVADOR-LIMA.						
CALZADA	: Izquierdo						
AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	Tip. Falla	PCI	CLASIFICACION
200.0	1	00+000	00+050	8.0	grietas lineales	46	Regular
200.0	2	00+050	00+100	8.0	grietas lineales	31	Pobre
200.0	3	00+100	00+150	8.0	desnivel	0	Colapsado
200.0	4	00+150	00+200	8.0	desnivel	98	Excelente
200.0	5	00+200	00+250	8.0	desnivel	95	Excelente
200.0	6	00+250	00+300	8.0	desnivel	0	Colapsado
200.0	7	00+300	00+350	8.0	grietas lineales	79	Muy Bueno
200.0	8	00+350	00+400	8.0	punzonamiento	0	Colapsado
200.0	9	00+400	00+450	8.0	punzonamiento	30	Pobre
200.0	10	00+450	00+500	8.0	punzonamiento	32	Pobre
200.0	11	00+500	00+550	8.0	desnivel	45	Regular
200.0	12	00+550	00+600	8.0	desnivel	31	Pobre
200.0	13	00+600	00+650	8.0	desnivel	42	Regular
200.0	14	00+650	00+700	8.0	grietas lineales	42	Regular
200.0	15	00+700	00+750	8.0	grietas lineales	43	Regular
200.0	16	00+750	00+800	8.0	grietas lineales	29	Pobre
200.0	17	00+800	00+850	8.0	grietas lineales	4	Colapsado
200.0	18	00+850	00+900	8.0	grietas lineales	29	Pobre
200.0	19	00+900	00+929	8.0	grietas lineales	29	Pobre

GLOSARIO INGLÉS – ESPAÑOL DE LOS TIPOS DE LOS DAÑOS	
<b>SUPERFICIE DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND.</b>	
Blow up / Buckling	Blowup / Buckling
Corner Break	Grieta de Esquina
Divided Slab	Losa Dividida
Durability "D" Crack	Grieta de Durabilidad "D"
Faulting	Escala
Joint Seal	Sello de Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
Linear Cracking	Grietas Lineales
Patching (Large)	Parqueo grande
Patching (Small)	Parqueo pequeño
Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
Popouts	Popouts
Pumping Bombeo	Bombeo
Punch-out	Punzonamiento
Railroad crossing	Cruce de Vía Férrea
Scaling / Map Cracking / Crazeing	Descorchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado
Shrinkage Cracks	Grietas de Retracción
Spalling Corner	Descascaramiento de Esquina
Spalling Joint	Descascaramiento de Junta

## Anexo 12: Evaluación superficial del pavimento mediante el método PCI.

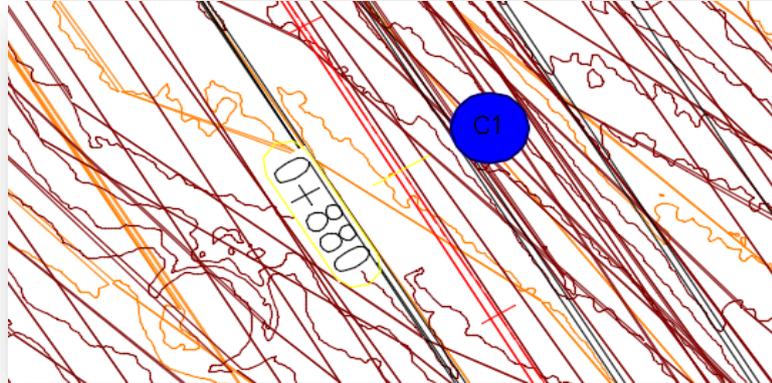
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA VILLA EL SALVADOR, 2021.						
SECTOR	: AV.MARIANO PASTOR SEVILLA ENTRE LA AV. JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI Y LA AV. CÉSAR VALLEJO, VILLA EL SALVADOR-LIMA.						
CALZADA	: Derecho						
AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	Tip. Falla	PCI	CLASIFICACION
200.0	1	00+000	00+050	8.0	grietas lineales	2	Colapsado
200.0	2	00+050	00+100	8.0	grietas lineales	41	Regular
200.0	3	00+100	00+150	8.0	desnivel	48	Regular
200.0	4	00+150	00+200	8.0	desnivel	32	Pobre
200.0	5	00+200	00+250	8.0	punzonamiento	28	Pobre
200.0	6	00+250	00+300	8.0	punzonamiento	25	Pobre
200.0	7	00+300	00+350	8.0	punzonamiento	58	Bueno
200.0	8	00+350	00+400	8.0	grietas lineales	61	Bueno
200.0	9	00+400	00+450	8.0	grietas lineales	5	Colapsado
200.0	10	00+450	00+500	8.0	grietas lineales	7	Colapsado
200.0	11	00+500	00+550	8.0	desnivel	35	Pobre
200.0	12	00+550	00+600	8.0	desnivel	31	Pobre
200.0	13	00+600	00+650	8.0	desnivel	29	Pobre
200.0	14	00+650	00+700	8.0	grietas lineales	43	Regular
200.0	15	00+700	00+750	8.0	desnivel	30	Pobre
200.0	16	00+750	00+800	8.0	punzonamiento	32	Pobre
200.0	17	00+800	00+850	8.0	grieta de esquina	5	Colapsado
200.0	18	00+850	00+900	8.0	grieta de esquina	30	Pobre
200.0	19	00+900	00+929	8.0	punzonamiento	32	Pobre

GLOSARIO INGLÉS – ESPAÑOL DE LOS TIPOS DE LOS DAÑOS	
<b>SUPERFICIE DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND.</b>	
Blow up / Buckling	Blowup / Buckling
Corner Break	Grieta de Esquina
Divided Slab	Losa Dividida
Durability "D" Crack	Grieta de Durabilidad "D"
Faulting	Escala
Joint Seal	Sello de Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
Linear Cracking	Grietas Lineales
Patching (Large)	Parqueo grande
Patching (Small)	Parqueo pequeño
Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
Popouts	Popouts
Pumping Bombeo	Bombeo
Punch-out	Punzonamiento
Railroad crossing	Cruce de Vía Férrea
Scaling / Map Cracking / Crazeing	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado
Shrinkage Cracks	Grietas de Retracción
Spalling Corner	Descascaramiento de Esquina
Spalling Joint	Descascaramiento de Junta

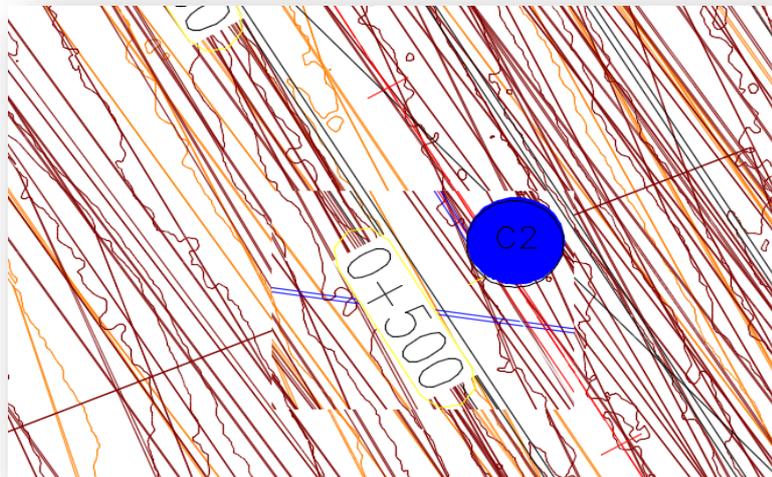
## Anexo 13: ESTUDIO DE SUELOS.

Realización de 3 calicatas en el lugar de estudio Av. Pastor Sevilla intersección de la Av. José Carlos Mariátegui hasta la Av. César vallejo.

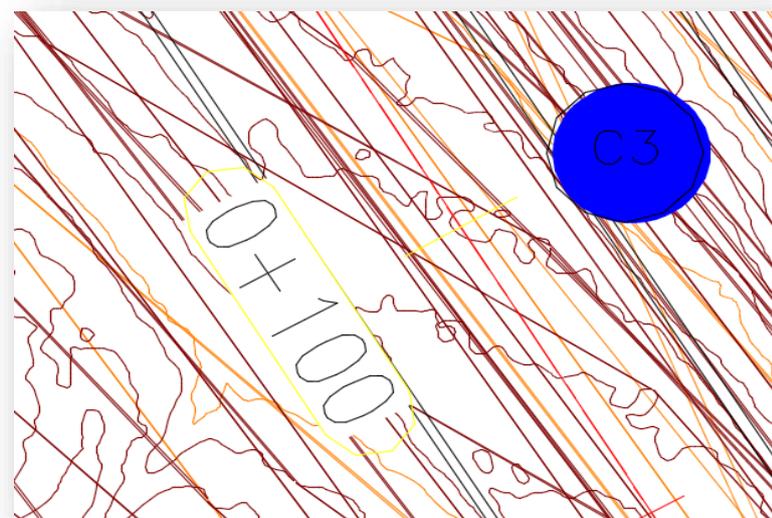
**Calicata 01 (c1)**



**Calicata 02 (c2)**



**Calicata 03 (c3)**



## Anexo 14: ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR.

Formato ficha técnica estándar según el MTC. Cálculo del IMDs.



**PERÚ** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

VEHÍCULOS	IMAGEN GRÁFICA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	vehículos por día	IMDs	
AUTO		10664	14664	8400	8212	8620	9922	8912	69394	9913.4	
STATION WAGON		5360	4264	4417	4473	4043	4808	4730	32095	4585.0	
CAMIONETAS	PICK UP		3552	4032	4706	4075	4039	4038	28350	4050.0	
	PANEL		80	53	71	68	52	24	366	52.3	
	RURAL Combi		5522	5600	4112	4325	6051	5103	33769	4824.1	
MICRO		352	312	366	446	270	672	464	2882	411.7	
BUS	2E		468	414	385	451	396	644	424	3182	454.6
	>=3 E		21	16	12	15	17	13	11	105	15.0
CAMIÓN	2E		160	112	166	141	104	154	160	997	142.4
	3E		80	96	57	44	73	50	12	412	58.9
	4E		14	18	15	17	13	11	10	98	14.0
SEMYTRAYLER	2S1/2S2		12	11	20	15	13	9	7	87	12.4
	2S3		6	2	8	5	8	5	3	37	5.3
	3S1/3S2		60	75	61	28	39	34	15	312	44.6
	>= 3S3		24	15	18	32	28	24	16	157	22.4
TRAYLER	2T2		14	15	22	17	14	10	4	96	13.7
	2T3		1	3	7	0	5	6	0	22	3.1
	3T2		8	9	15		13	0	4	49	7.0
	>=3T3		65	20	22	35	58	18	2	220	31.4
Tptal de vehiculos diarios			26463	29731	22880	22399	23856	25545	21756		24661.4
										IMDS	

## Anexo 15: Formato MTC- factor corrección de vehículos ligeros.

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)															FORMATO N° 1.1 A
N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1345	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0578	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0632	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUID	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.1003	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9733	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.8041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8823	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	

## Anexo 16: Formato MTC- factor corrección de vehículos pesados.

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)															FORMATO N° 1.1 B
Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9322	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0619	1.1121	0.9789	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUID	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9783	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	

### Anexo 17: Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados.

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

### Anexo 18: Cálculo del ESAL.

Tasa anual de crecimiento de vehiculos pesado	r:	3.69%	0.0369
Tiempo de vida Util( años)	n:	20	
Factor de vehiculos pesados	$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca:	28.83826852
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido			2 CALZADAS, 2 sentidos, 2 carril por sentido
Factor PONDERADO fd x fc	fd:	0.4	
ESAL	Número de ejes equivalentes (ESAL) #EE = 365 * (Σf.IMDa) * Fd * Fc * Fca	ESAL	22067417.96

ESAL:	F.IMDA	Tiempo	fd x fc	fca	EE: ESAL
	5241.184928	365	0.4	28.83826852	22067417.96

# Anexo 19: RESULTADOS DE ENSAYOS DEL LABORATORIO.

## Ensayos de materiales sólidos-peso específico y absorción.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C138

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: BAÑOS CORONADO RONALD HUIG
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021
<b>UBICACION</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 03/05/2021</span>

**MATERIAL** : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	981.98	981.5	981.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.26	656.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.72	311.7	311.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	663.9	652.3	663.10
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.2	496.2	497.7

#### RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.84	2.84	2.84
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500(V-W))	g/cc	2.88	2.88	2.88
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-(500-A))	g/cc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.5	1.5	1.5

#### OBSERVACIONES:

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. INGENIERO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Cimentación y Pavimentos Elmer Roberto Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21066	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 20: Ensayo de peso unitario.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO</b>	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: BAÑOS CORRADO RONALD HUGO
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 03/05/2021</span>

**MATERIAL** : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6566	6615	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4203	4252	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.524	1.541	1.530
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	1.536		

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7166	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4803	4852	4848
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	1.755		

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

Elaborado por:  	Revisado por:  	Aprobado por:  
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 21: Ensayo de peso unitario.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o G1b)</b>	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

### LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Deps de laboratorio	<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b>	03/05/2021
<b>SOLICITANTE</b>	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO				
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORNES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021				

<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO	<b>CANTERA:</b> TRAPICHE
-----------------------------------	--------------------------

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5969	6005
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3649	3626	3642
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>			g/cc		
			1.318		

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6614	6596	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4251	4233	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			g/cc		
			1.535		

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

<b>Elaborado por:</b>   <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>   <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>   <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	---	---

## Anexo 22: Análisis granulométrico-agregado grueso.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

### LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO		
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
<b>UBICACION</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b>	03/05/2021
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO	<b>CANTERA:</b>	TRAPICHE
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	1.832.00	<b>% W =</b>	0.1
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	1.830.00	<b>NP =</b>	0.83

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	85.0	4.6	4.6	95.4	80 - 100
1/2"	12.50	850.0	49.0	53.6	46.4	—
3/8"	9.50	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.75	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 23: Análisis granulométrico- Agregado fino.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

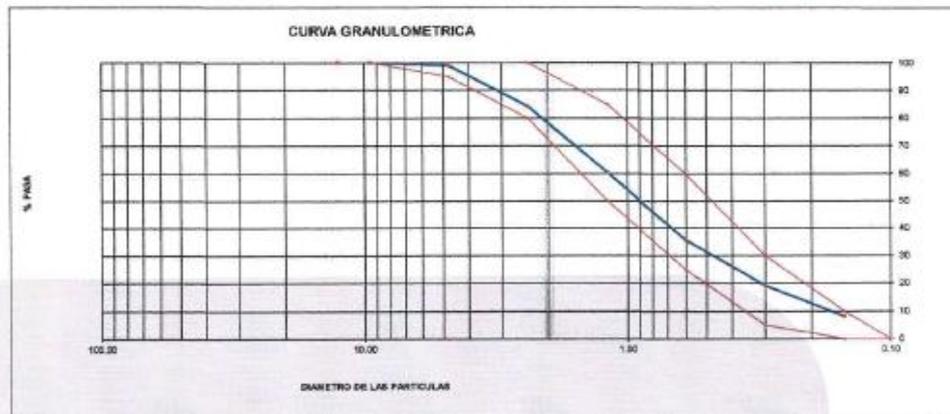
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

### LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: BAÑOS CORPORADO RONALD HUGO
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021

UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	03/05/2021
MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	792.6	% W =	1.5
PESO INICIAL SECO (g)	780.0	MF =	2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	6.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.6	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº16	1.18	186.9	23.9	39.6	60.4	60 - 85
Nº30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		83.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 24: Diseño de mezcla-patrón.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
	<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO	
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021	
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo: 04/05/2021

MATERIAL	f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.85	8.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4.1/2	p.dg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.584		
4	AGUA			232.5		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.25		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			340.000	Kg/m <sup>3</sup>	3.0	Bl/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1090	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2325	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.361
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2069	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.639
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3515	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.000
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				340	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				233	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				757	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				932	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>				2282	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO HUMEDO				765.8	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				932.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.00	%	0.0
AGREGADO GRUESO				0.90	%	8.4
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						240.9
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				340	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				261	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				759	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				933	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (38 IL)</b>				2282	Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO				12.92	Kg	
AGUA				9.15	Lts	
AGREGADO FINO				28.22	Kg	
AGREGADO GRUESO				35.44	Kg	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.29			A.F	2.21	
A.G	2.74			A.G	3.12	
H2o	30.1			H2o	30.1	

Elaborado por:  <b>Jefe de Laboratorio de Materiales</b>	Revisado por:  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	Aprobado por:  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
--	--	--

## Anexo 25: Diseño de mezcla adicionando torones reciclados 15 kg/m<sup>3</sup>.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio	<b>Fecha de ensayo:</b>	04/05/2021
<b>SOLICITANTE</b>	BAÑOS CORONADO RONALD HUGO		
<b>TESIS</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
<b>UBICACION</b>	LIMA		

Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.84	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.85	8.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>				4	pulg	
1	ASENTAMIENTO			3/4"		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			0.004		
3	RELACION AGUA CEMENTO			232.5		
4	AGUA			2.0		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.35		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO					
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>			340.000	Kg/m <sup>3</sup>	8.0	Bts/m <sup>3</sup>
<b>FACTOR CEMENTO</b>						
Volumen absoluto del cemento			0.1090	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua			0.2325	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.361
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2889	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.639
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3516	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO			340	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			233	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			757	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			932	Kg/m <sup>3</sup>		
TORONES (dosis 15 Kg/m <sup>3</sup> )			15.0	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2282	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO			758.8	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			932.7	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>				%	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO			0.00		0.0	
AGREGADO GRUESO			0.90		8.4	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					8.4	L/m <sup>3</sup>
					240.9	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO			340	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			241	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			769	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			933	Kg/m <sup>3</sup>		
TORONES (dosis 15 Kg/m <sup>3</sup> )			15.0	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2282	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (38 lit.)</b>						
CEMENTO			12.90	Kg		
AGUA			9.15	Lit		
AGREGADO FINO			29.22	Kg		
AGREGADO GRUESO			35.44	Kg		
TORONES (dosis 15 Kg/m <sup>3</sup> )			670.0	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.28					
A.G	2.74					
H2o	30.1					
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.21					
A.G	3.12					
H2o	30.1					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> Jefe de Laboratorio de Materiales	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C</b> Susana Coronado Asfallo Ingeniero Civil C. P. N. 27332	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 26: Diseño de mezcla adicionando torones reciclados 30 kg/m<sup>3</sup>.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	<b>Fecha de ensayo:</b>	04/05/2021
<b>SOLICITANTE</b>	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO		
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
<b>UBICACION</b>	: LIMA		

F <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.84	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.85	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
<b>A)</b>	<b>VALORES DE DISEÑO</b>						
	1 ASENTAMIENTO			3/34	pug		
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
	3 RELACION AGUA CEMENTO			0.584			
	4 AGUA			232.5			
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.35			
<b>B)</b>	<b>ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	340.000		Kg/m <sup>2</sup>	8.0	816m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del cemento			0.1090	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua			0.2325	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2869	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.639	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3518	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000	
<b>C)</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			340	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA			233	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO			757	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			932	Kg/m <sup>3</sup>		
	TORONES (dosis 30 Kg/m <sup>3</sup> )			30.0	Kg/m <sup>3</sup>		
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			2282	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D)</b>	<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			768.8	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			932.7	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E)</b>	<b>CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			%	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			0.00	0.0		
				0.90	8.4		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				240.9	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F)</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			340	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA			241	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO			759	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			933	Kg/m <sup>3</sup>		
	TORONES (dosis 30 Kg/m <sup>3</sup> )			30.0	Kg/m <sup>3</sup>		
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			2282	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G)</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIALES (18 lt.)</b>						
	CEMENTO			12.92	Kg		
	AGUA			9.15	Lts		
	AGREGADO FINO			29.22	Kg		
	AGREGADO GRUESO			35.44	Kg		
	TORONES (dosis 30 Kg/m <sup>3</sup> )			1140.0	g		
	<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>					<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	2.26				A.F	2.21
	A.G	2.74				A.G	3.12
	H <sub>2</sub> O	30.1				H <sub>2</sub> O	30.1

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Efraim B. MATEOS JEFE DE LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Eimar Moreno Huaman INGENIERO CIVIL P. N. 71004	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 27: Ensayos a compresión de especímenes cilíndricos de concreto patrón.

(7,14y28 días).



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO	
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021	
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión: 18/05/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	11/05/2021	7	16931.0	78.5	202.8	210.0	96.6
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	11/05/2021	7	16385.0	78.5	195.8	210.0	93.2
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	11/05/2021	7	15758.0	78.5	200.6	210.0	95.5
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	18/05/2021	14	17292.0	78.5	220.2	210.0	104.8
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	18/05/2021	14	17483.0	78.5	222.6	210.0	106.0
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	18/06/2021	14	17338.0	78.5	220.8	210.0	105.1
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	1/09/2021	28	16312.0	78.5	245.9	210.0	117.1
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	1/09/2021	28	16296.0	78.5	245.6	210.0	116.9
PATRÓN Fc 210	4/05/2021	1/09/2021	28	16372.0	78.5	246.7	210.0	117.5

### EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

### OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 28: Ensayos a compresión de especímenes cilíndricos con torones 15 kg/m<sup>3</sup>.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/05/2020

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

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	BAÑOS CORONADO RONALD HUGO
<b>TESIS</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES REICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021
<b>UBICACIÓN</b>	LIMA <span style="float: right;">Fecha de emisión: 16/05/2021</span>

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	Fc Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% Fc
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	11/05/2021	7	18366.0	78.5	208.3	210.0	99.2
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	11/06/2021	7	16962.0	78.5	216.2	210.0	103.0
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	11/06/2021	7	16769.0	78.5	213.5	210.0	101.7
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	18/06/2021	14	18329.0	78.5	233.3	210.0	111.1
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	18/06/2021	14	16481.0	78.5	209.3	210.0	112.1
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	18/05/2021	14	18489.0	78.5	235.2	210.0	112.0
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	1/09/2021	26	20598.0	78.5	254.4	210.0	121.6
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	1/09/2021	26	20139.0	78.5	256.4	210.0	122.1
15 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	1/09/2021	26	19569.0	78.5	254.3	210.0	121.1

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

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

Elaborado por:  <b>Jefe de Laboratorio de Materiales</b>	Revisado por:  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	Aprobado por:  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
--	--	--

## Anexo 29: Ensayos a compresión de especímenes cilíndricos con torones 30 kg/m<sup>3</sup>.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

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

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	BAÑOS CORONADO RONALD HUGO	
<b>TESIS</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO TORONES REICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	LIMA	Fecha de emisión: 18/05/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	11/06/2021	7	14898.0	78.5	189.2	210.0	90.1
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	11/06/2021	7	15151.0	78.5	192.9	210.0	91.9
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	11/06/2021	7	15027.0	78.5	191.3	210.0	91.1
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/06/2021	18/05/2021	14	17348.0	78.5	220.9	210.0	105.2
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	18/05/2021	14	17086.0	78.5	217.5	210.0	103.6
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	18/05/2021	14	18967.0	78.5	241.6	210.0	114.9
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	1/05/2021	28	11061.0	78.5	142.7	210.0	67.9
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28	18783.0	78.5	239.2	210.0	113.9
30 Kg/m <sup>3</sup> DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28	18991.0	78.5	241.8	210.0	115.1

#### EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

#### OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 30: Ensayo de resistencia a flexión – patrón.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

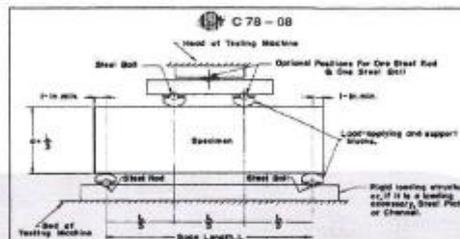
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-134
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
SOLICITANTE	: BAÑOS CORDONADO RONALD HUGO	REALIZADO POR :	P. Tasycoo
CÓDIGO DE PROYECTO	: —	REVISADO POR :	D. Coato
UBICACIÓN DE LAB.	: LIMA	FECHA DE ENSAYO :	1/05/2021
FECHA DE EMISIÓN :	1/05/2021	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
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	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	4/05/2021	1/05/2021	28 días	2	30.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	4/05/2021	1/05/2021	28 días	2	30.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	4/05/2021	1/05/2021	28 días	2	30.0	38 kg/cm <sup>2</sup>



#### OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 31: Ensayo de resistencia a flexión – 15 kg/m3.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

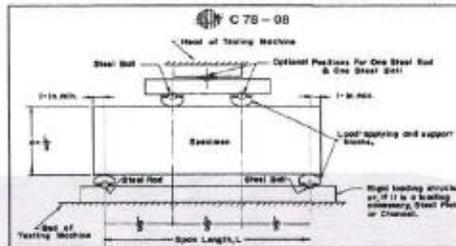
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-126	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	30-04-2020	
		Página	1 de 1	

TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
SOLICITANTE	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO		
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		
UBICACIÓN DE LAB.	: LIMA		
FECHA DE EMISIÓN	: 1/09/2021		
	REALIZADO POR :	P. Tassayco	
	REVISADO POR :	D. Cooto	
	FECHA DE ENSAYO :	1/09/2021	
	TURNO :	Diurno	
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
Fc de diseño	: 210 kg/cm2		

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
15 Kg/m3 DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28 días	2	30.0	44 kg/cm2
15 Kg/m3 DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28 días	2	30.0	45 kg/cm2
15 Kg/m3 DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28 días	2	30.0	45 kg/cm2



#### OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 32: Ensayo de resistencia a flexión – 15 kg/m3.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

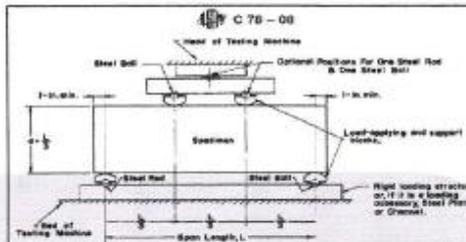
TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021  
 SOLICITANTE : BAÑOS CORONADO RONALD HUGO  
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
 UBICACIÓN DE LAB. : LIMA  
 FECHA DE EMISIÓN : 1/06/2021

REALIZADO POR : P. Tassayco  
 REVISADO POR : D. Coato  
 FECHA DE ENSAYO : 1/06/2021  
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes prismáticos  
 Fc de diseño : 210 kg/cm2

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
30 Kg/m3 DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28 días	2	30.0	42 kg/cm2
30 Kg/m3 DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28 días	2	30.0	41 kg/cm2
30 Kg/m3 DE TORONES	4/05/2021	1/06/2021	28 días	2	30.0	42 kg/cm2



#### OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

# Anexo 33: RESULTADOS DE ESTUDIO DE SUELOS.

## compactación - próctor modificado.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

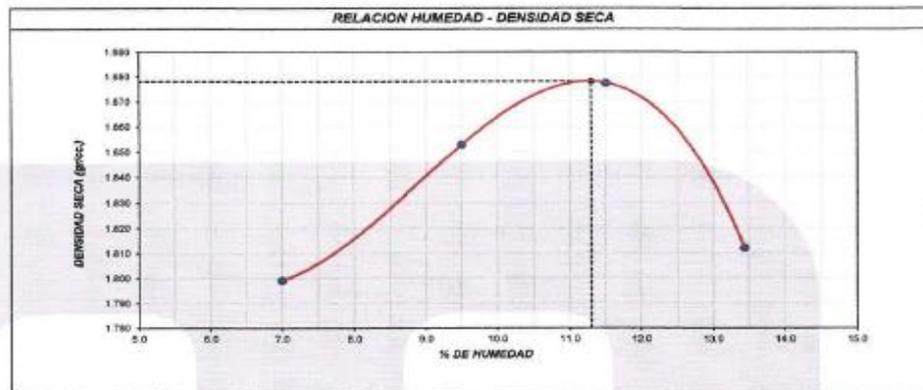
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1557/ NTP 338.141

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
UBICACIÓN	: LIMA		
CALICATA	: C-02	Fecha de ensayo:	09/05/2021
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.00-1.50 m		

Volumen Molde	2119	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6790	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,859	11,089	11,228	11,148	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,079	4,299	4,438	4,356	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,925	2,029	2,093	2,056	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	624.2	485.6	541.2	511.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	603.8	449.9	510.7	486.7	
Peso de la Tara	gr.	312.3	284.6	245.6	302.2	
Peso del agua	gr.	20.4	15.7	30.5	24.8	
Peso del suelo seco	gr.	292	165	265	185	
Contenido de agua	%	7.0	9.5	11.5	13.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.769	1.853	1.877	1.812	

Densidad Máxima Seca:	1.878	gr/cm <sup>3</sup> .	Contenido Humedad Optima:	11.30	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	-------	---



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 34: Ensayo de CBR.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2017

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1883 / MTC E - 132

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO		
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA		
<b>CALICATA</b>	: C-02	Fecha de ensayo:	13/05/2021
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.00-1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Moide Nº	33		34		33		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	56		25		12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12,185		11,955		11,555		
Peso molde (gr.)	7,807		7,810		7,708		
Peso suelo compactado (gr.)	4,378		4,140		3,847		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,095		2,085		2,128		
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,090		1,986		1,805		
HUMEDAD (%)	11,1		11,1		11,5		
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,877		1,763		1,667		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tara+suelo húmedo (gr.)	832,0		781,0		891,0		
Tara+suelo seco (gr.)	567,8		701,5		805,9		
Peso de agua (gr.)	264,2		79,5		85,1		
Peso de tara (gr.)							
Peso de suelo seco (gr.)	567,8		701,5		805,9		
Humedad (%)	11,3		11,3		11,3		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Moide Nº 32				Moide Nº 34				Moide Nº 33			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		35	1.8			23	1.2			9	0.5		
0.050		68	4.5			57	2.9			23	1.2		
0.075		145	7.4			94	4.8			38	1.9		
0.100	10.337	188	9.5	10.3	14.7	122	6.2	6.8	6.4	46	2.3	2.5	3.8
0.150		280	13.2			189	9.6			68	3.4		
0.200	105.450	368	18.2			233	11.8			93	4.7		
0.300		498	25.8			304	15.6			122	6.2		
0.400		615	31.2			400	20.2			160	8.1		
0.500		808	41.0			525	26.7			210	10.7		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 35: Ensayo de CBR.



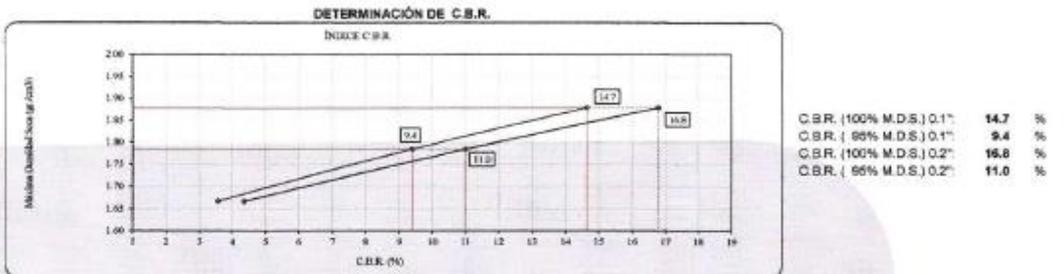
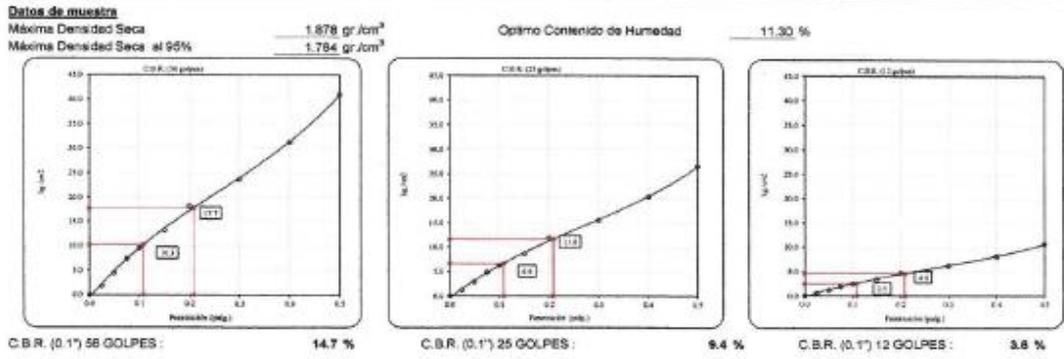
(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1863 / MTC E - 132

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b> : BAÑOS CORONADO RONALD HUGO	
<b>TESIS</b> : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021	
<b>UBICACIÓN</b> : LIMA	
<b>CALICATA</b> : C-02	Fecha de ensayo: 12/05/2017
<b>MUESTRA</b> : M-1	
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00-1.50 m	



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Robman INGENIERO CIVIL C. P. N. P. 0000	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 36: Ensayo de análisis granulométrico por tamizado, C-03.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

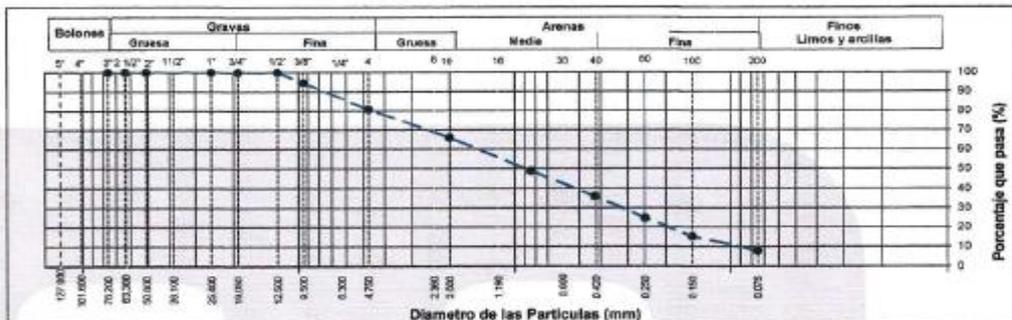
### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2921
UBICACIÓN	: LIMA
CALICATA	: C-03
MUESTRA	: M-01
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Fecha de ensayo: 09/05/2021

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 3.2 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. Grava (%) 18.1    Arena (%) 73.0    Finos (%) 7.8 <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP - SM Clasificación AASHTO (D3282) A-1-b (0) Nombre del Grupo Arena pobremente gradada con limo y grava <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	94.6		
Nº 4	4.750	80.9		
Nº 10	2.000	66.0		
Nº 20	0.840	49.1		
Nº 40	0.425	36.0		
Nº 60	0.250	24.8		
Nº 100	0.150	15.1		
Nº 200	0.075	7.8		

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. ENLAYO DE MATERIALES Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C. SUELOS CAROLINO ASTRUY INGENIERO PROFESIONAL INGENIERO CIVIL C.P.N. 21666 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 37: Ensayo de análisis granulométrico por tamizado, C-02.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

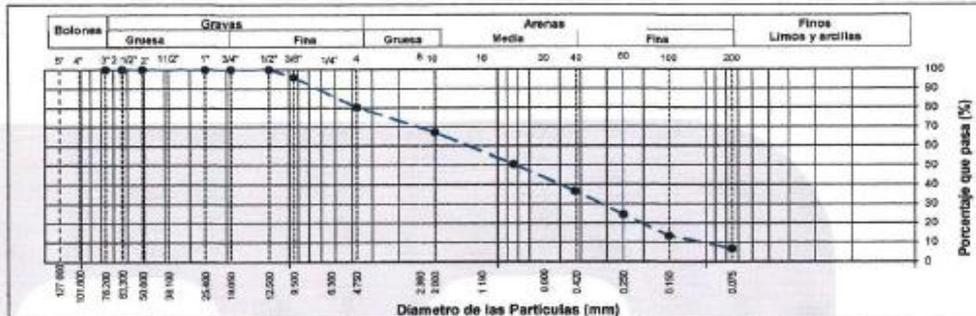
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: BAÑOS CORONADO RONALD HUGO
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECICLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021
UBICACIÓN	: LIMA
CALCATA	: C-02
MUESTRA	: M-01
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Fecha de ensayo: 08/05/2021

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>	
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%) 2.6	
3"	76.200	100.0		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>	
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL) N.P.	
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP) N.P.	
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP) N.P.	
1"	25.400	100.0		Grava (%) Arena (%) Finos (%)	
3/4"	19.000	100.0		19.7 73.7 6.7	
1/2"	12.500	100.0		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
3/8"	9.500	95.9		Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP - SM	
Nº 4	4.750	80.3		Clasificación AASHTO (D3282) A-1-b (0)	
Nº 10	2.000	67.1		Nombre del Grupo Arena pobremente gradada con limo y grava	
Nº 20	0.840	50.7		<b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	
Nº 40	0.425	38.7			
Nº 60	0.250	24.4			
Nº 100	0.150	13.3			
Nº 200	0.075	6.7			

**CURVA GRANULOMETRICA**



- OBSERVACIONES:**
- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
  - \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
  - \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

## Anexo 38: Ensayo de análisis granulométrico por tamizado, C-01.



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

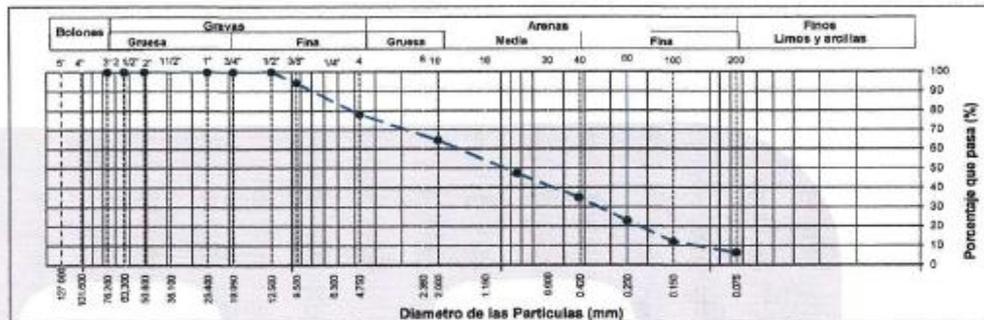
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	: BAÑOS CORDONADO RONALD HUGO		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO TORONES RECYCLADOS EN LA AVENIDA MARIANO PASTOR SEVILLA, VILLA EL SALVADOR 2021		
UBICACIÓN	: LIMA		
CALICATA	: C-01		
MUESTRA	: M-01		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		
Fecha de ensayo: 08/05/2021			

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 2.9 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P Grava (%) 21.9      Arena (%) 71.8      Finos (%) 6.3 <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP - SM Clasificación AASHTO (D3282) A-1-b ( 0 ) Nombre del Grupo Arena pobremente gradada con limo y grava <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	94.3		
Nº 4	4.750	78.1		
Nº 10	2.000	64.5		
Nº 20	0.840	47.5		
Nº 40	0.425	34.9		
Nº 60	0.250	22.9		
Nº 100	0.150	12.0		
Nº 200	0.075	6.3		

### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 39: Certificado de calibración- estación total.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**



Amamos la precisión, soñamos la exactitud!



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**DATOS DEL EQUIPO**

Nombre : ESTACION TOTAL	Precisión Angular : 05"
Marca : LEICA	Enfoque Mínimo : 1.55 mts
Modelo : TS07 5" R500	Precisión de distancia : Preciso+:1.5 mm+2 ppm Preciso Rápido:2.0 mm+2 ppm
Serie : 3305228	Alicance : 3,500 mts.c/01 prisma - no prisma: 500 mts

GEOTEK GROUP E.I.R.L., a través de su servicio técnico CERTIFICA que el equipo en mención se encuentra totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativos; cumpliendo con las especificaciones Técnicas de fábrica y los Estándares Internacionales establecidos (DIN18723).

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

Nro. : C1436  
Fecha : 25/03/2021

**EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO**

GEOTEK GROUP E.I.R.L., para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original marca SANWEI, modelo F550/TD4 con número de serie 18075120022, con una distancia focal en 500 mm; de doble retículo y uno de ellos está enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de 01"; que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM2A precisión al 01", con el método de lectura Directa-Inversa y referendado con un nivel automático LEICA modelo NA320 de precisión +/- 2.5 mm nivelación doble en 1 km. Desviación estándar basada en la norma ISO 9001 /ISO 14001 del nivel automático NA320 LEICA de precisión +/- 2.5 mm en nivelación doble de 1 km. La condiciones ambientales son, en temperatura: 23.7° C con variaciones que no excedieron +/- 0.5°C con una presión atmosférica de 760 mm Hg y con humedad relativa de 52%.  
GEOTEK GROUP E.I.R.L., no se responsabiliza por desajustes y/o descalibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo o mala manipulación del usuario; la pericuidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

**TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES**

Certificado de calibración LGD-003-2021 emitido por INACAL – Instituto Nacional de Calidad – Laboratorio de Longitud y Ángulo.

Patrón	Marca	Modelo	Serie
Teodolito Analógico	KERN	DKM2A	343661
Nivel automático	LEICA	NA320	821320320388
Distanciómetro	Leica	D1	1271050421

**RESULTADOS ANGULARES**

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	PRECISION	RESULTADO
HORIZONTAL	180°00'00"	0°00'00"	180°00'02"	2"	± 5" OPERATIVO
VERTICAL	360°00'00"	90°00'00"	270°00'02"	2"	± 5" OPERATIVO

**RESULTADOS DISTANCIAS INCLINADAS**

OBJETIVO	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	PRECISION	RESULTADO
PRISMA P01	9.078m	9.077m	-1mm	± (2mm + 2ppm)	OPERATIVO
PRISMA P02	12.132m	12.131m	-1 mm	± (2mm + 2ppm)	OPERATIVO
TARJETA DR1	16.297m	16.296m	-1 mm	± (3mm + 2ppm)	OPERATIVO
TARJETA DR2	19.740m	19.742m	+2 mm	± (3mm + 2ppm)	OPERATIVO

**CALIBRACION Y MANTENIMIENTO**

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Proxima Calibración	Observación
25/03/2021		X	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	Obra
GEOTEK GROUP E.I.R.L. RUC: 20602910521  	CARLOS ALBERTO VILCAS VALERIO DNI:46290082  	

GEOTEK GROUP E.I.R.L. RUC 20602910521 RPC 971957848  
Av. Circunvalación N°607 Urb. San Ignacio de Monterrico - Santiago de Surco - Lima - Perú





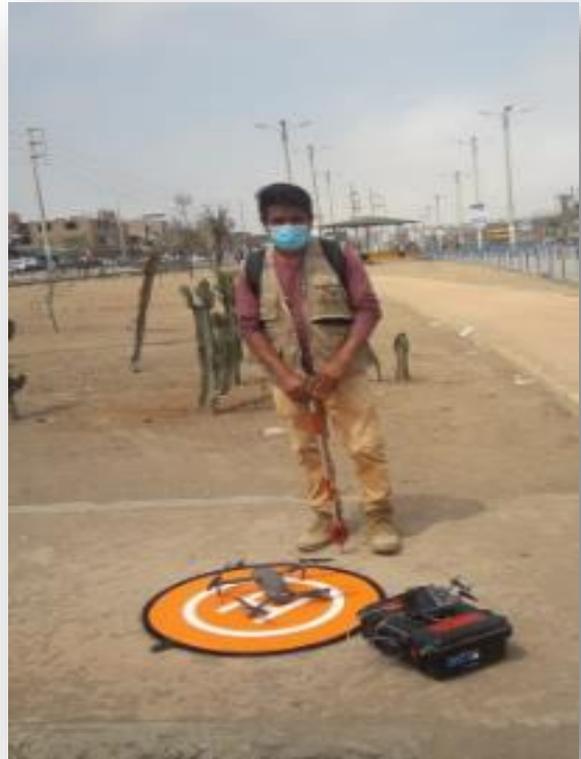


## Anexo 40: PANEL FOTOGRÁFICO.

### Reciclaje de torones.



## Levantamiento topográfico.



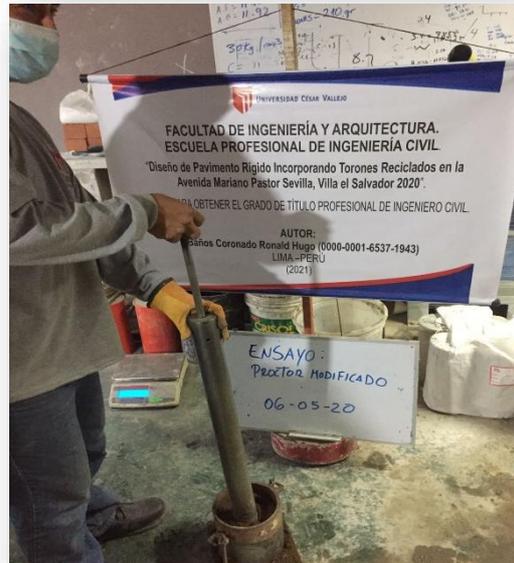
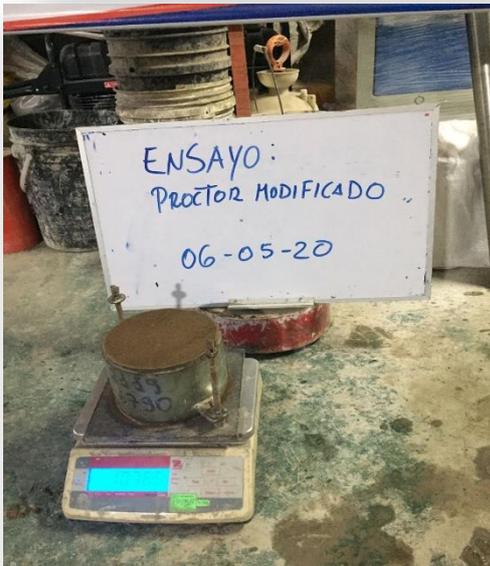
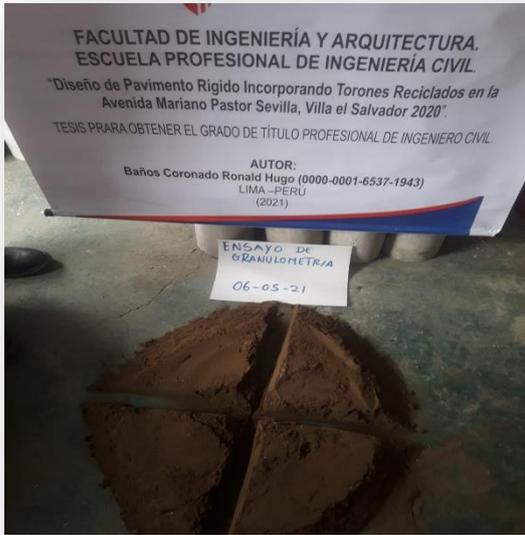
## Evaluación superficial del pavimento rígido mediante el método del PCI.



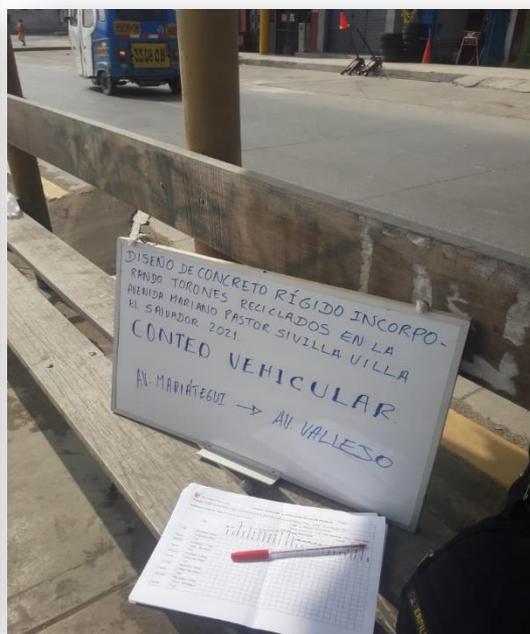
### Calicatas a 1.5 m de profundidad.



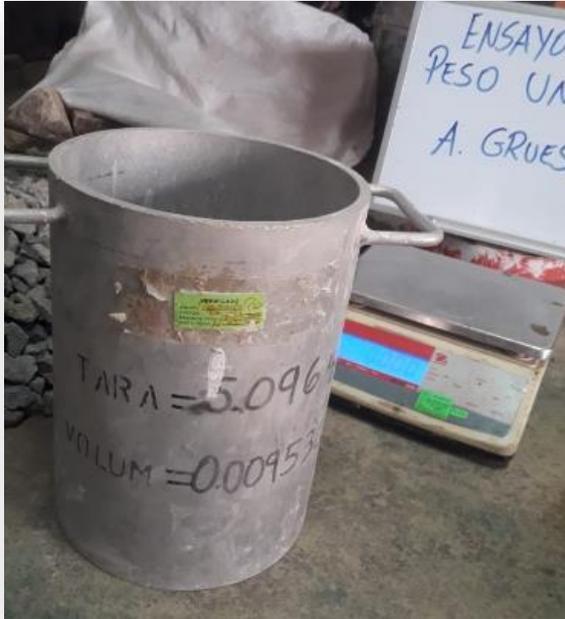
## Granulometría y CBR.



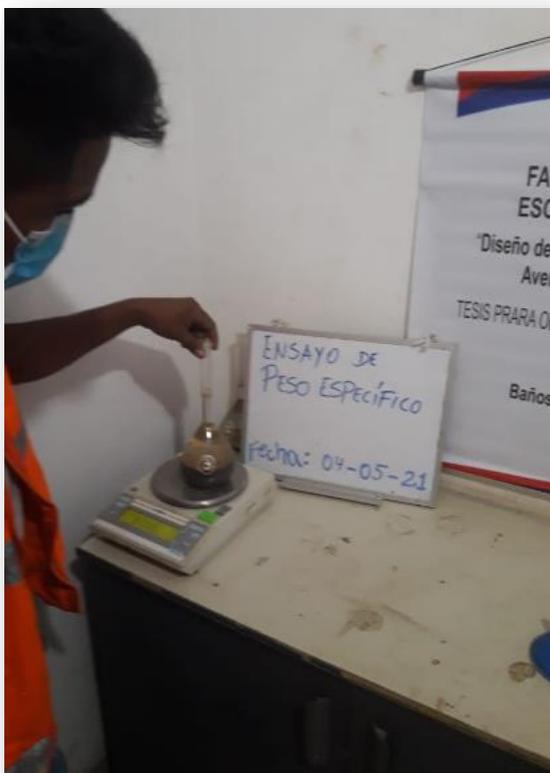
## Conteo vehicular.



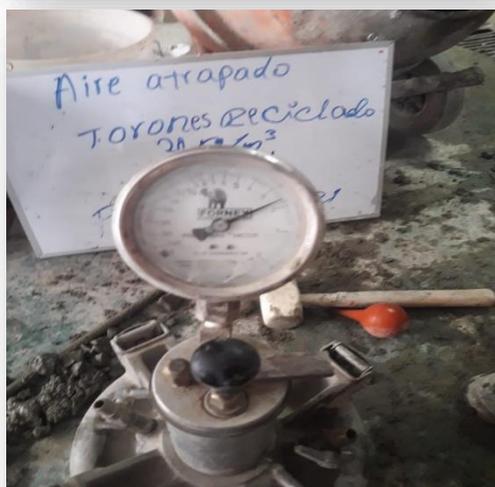
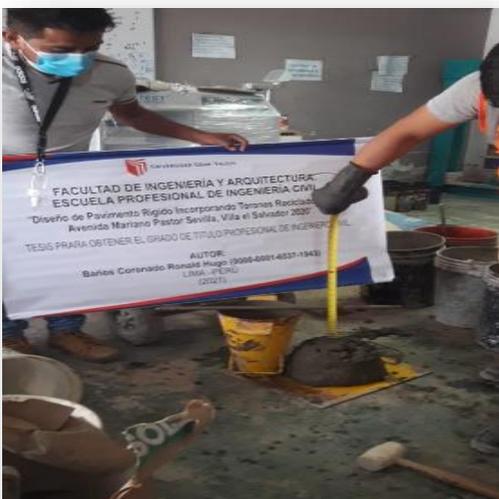
**Ensayos físicos de materiales - agregado grueso y fino.  
(peso unitario).**



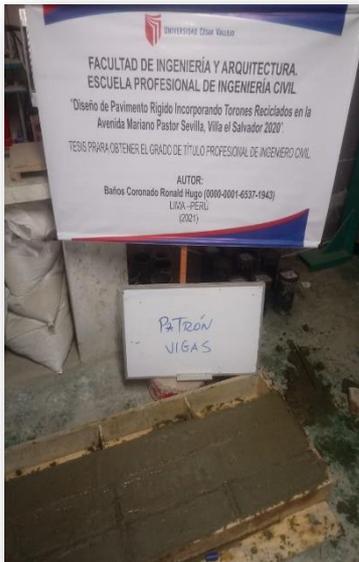
**Ensayo de absorción, granulometría, peso específico.**



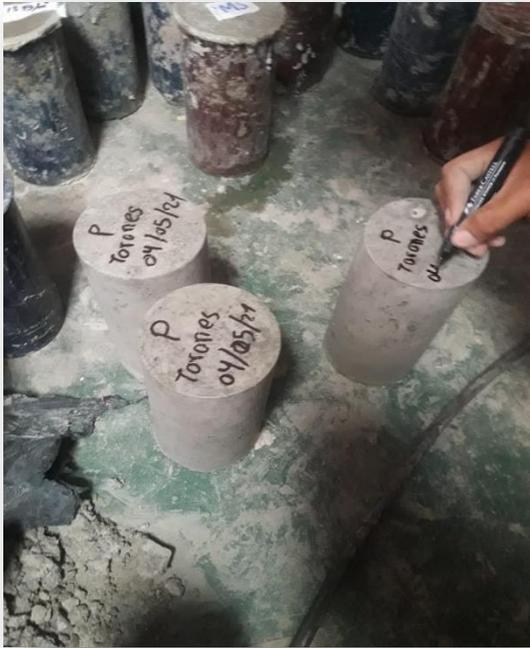
## Control de concreto fresco, asentamiento, aire atrapado, peso unitario, exudación.



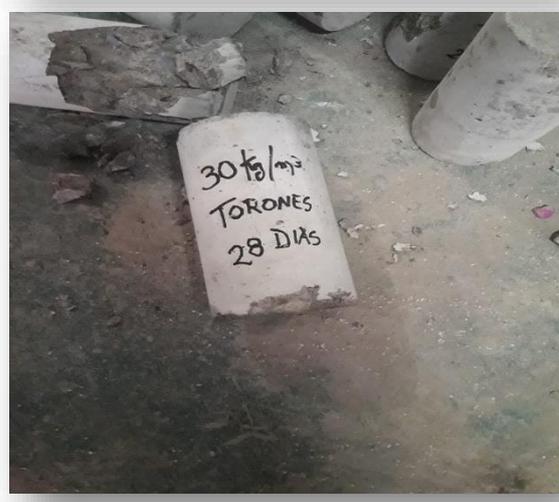
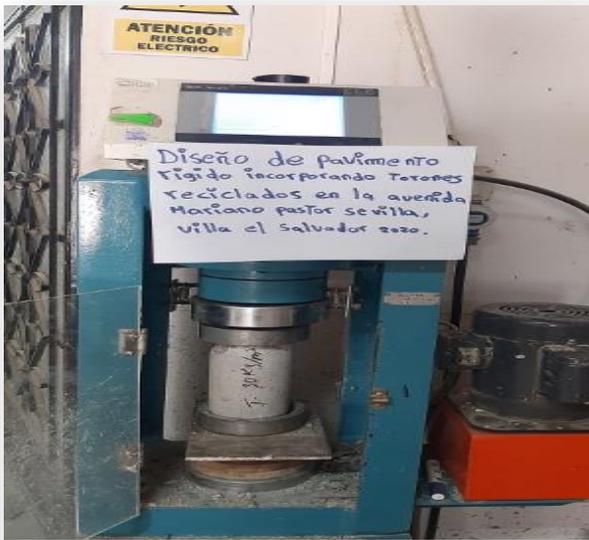
## Encofrado de vigas y probetas circulares de patrón, 15kg/m<sup>3</sup> y 30kg/m<sup>3</sup>.



## Desencofrado de probetas y curado.



## Ensayo de probetas a compresión - 7 ,14 y 28 días.



## Ensayo de vigas a flexión-28 días.



**Anexo 41: Recursos y presupuestos - Autofinanciado.**

<b>Recursos y presupuestos</b>	<b>monto</b>	<b>porcentaje</b>
Presupuestos de ensayos de laboratorio	4550.00	
Presupuesto de equipos y bienes duraderos	545.00	
Recursos humanos	5260.00	
Presupuestos de servicios y gastos operativos, equipos administrativos.	3094.00	
Presupuestos de insumos y materiales	106.00	
<b>Total</b>	<b>s/.13550,00</b>	<b>100%</b>

**Anexo 42: Costo beneficio del concreto patrón y las dosificaciones.**

<b>Descripción.</b>	<b>Costo por m3 según unicon inc. igv.</b>
F'c 210 kg/cm2	s/ 273.00
F'c 255 kg/cm2	s/ 315.00

<b>Descripción.</b>	<b>Costo de material por presentación.</b>
20 kg de torones reciclados	s/ 16.00
15 kg de torones reciclados	s/ 12.00
1 kg de torones reciclados	s/ 0.80

<b>Descripción.</b>	<b>Costos.</b>
F'c 210 kg/cm2	s/ 273.00
F'c 210 kg/cm2 + torones reciclados (15kg/m3).	s/ 285.00
Diferencia de costos f'c 255 kg/cm2 con respecto a f'c 210 kg/cm2 + torones reciclados.	s/ 30.00

### Anexo 43: Plano propuesta de diseño de pavimento rígido.

