



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño del pavimento rígido empleando vidrio reciclado en la
Avenida LM-797, Pachacamac 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Mendoza Iparraguirre, Brandon Miguel (ORCID: 0000-0002-0585-5708)

Willcamascco Espejo, Juan Pedro (ORCID:0000-0003-4839-0303)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA – PERÚ
2021

Dedicatoria

A mi mamá Marcelina, mi hermano Harold y a mi abuelito Patricio en el cielo, por su constante apoyo económico y moral para cumplir mis metas.

Juan Pedro Willcamascco Espejo

El presente trabajo investigado lo dedico principalmente a Dios, por darme la fuerza y salud para continuar en este proceso de obtener unos del anhelo más deseado, a mis padres, por su amor, trabajo, apoyo y sacrificio en todos estos años, Ha sido un orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

**Brandon Miguel Mendoza
Iparraguirre**

Agradecimiento

A mis padres, hermanos, a mi casa de estudios la Universidad César Vallejo y a los docentes que me apoyaron con sus conocimientos durante la elaboración de la tesis.

Juan Pedro Willcamascco Espejo

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables.

Agradezco mucho por la ayuda de los maestros, mis compañeros y la universidad en general por todo lo anterior en conjunto con todos los copiosos conocimientos que me han otorgado.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Brandon Miguel Mendoza
Iparraguirre

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1 Resistencia a la compresión del concreto patrón.	19
Tabla 2 Resistencia a la compresión del concreto con 5% vidrio reciclado.	20
Tabla 3 Resistencia a la compresión del concreto con 10% vidrio reciclado.	21
Tabla 4 Correlación a compresión de concreto modificado con vidrio reciclado. .	23
Tabla 5 Resistencia a la flexión del concreto patrón	24
Tabla 6 Resistencia a la flexión del concreto con 5% vidrio reciclado.....	25
Tabla 7 Resistencia a la flexión del concreto con 10% vidrio reciclado.....	26
Tabla 8 Granulometría del vidrio triturado.	29
Tabla 9 Cantidad de materiales concreto patrón.....	33
Tabla 10 Proporción en peso y volumen de concreto patrón.	33
Tabla 11 Cantidad de materiales concreto+ 5% vidrio molido.....	34
Tabla 12 Cantidad de materiales concreto+ 10% vidrio molido.....	35
Tabla 13 Conteo vehicular de lunes a domingos.....	36
Tabla 14 Cantidad de vehículos diarios.	42
Tabla 15 Volumen de tránsito semanal.	43
Tabla 16 Matriz de consistencia	62
Tabla 17 Operacionalización de variables.....	63
Tabla 18 Porcentaje de material que pasa de la C-01.	66
Tabla 19 Composición del suelo de la C-01.....	67
Tabla 20 Clasificación del suelo de la C-01.....	68
Tabla 21 Porcentaje de material que pasa de la C-02.	68
Tabla 22 Composición del suelo de la C-02.....	69
Tabla 23 Clasificación del suelo de la C-02.....	69
Tabla 24 Porcentaje de material que pasa de la C-03.	70
Tabla 25 Composición del suelo de la C-03.....	71

Tabla 26 <i>Clasificación del suelo de la C-03</i>	71
Tabla 27 <i>Contenido de humedad de la C-03</i>	72
Tabla 28 <i>Índice de plasticidad de las calicatas</i>	72
Tabla 29 <i>C.B.R de la C-01</i>	73
Tabla 30 <i>Análisis granulométrico del agregado fino</i>	76
Tabla 31 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	77
Tabla 32 <i>Contenido de humedad del agregado fino y grueso</i>	78
Tabla 33 <i>Peso unitario suelto del agregado fino</i>	78
Tabla 34 <i>Peso unitario compactado del agregado fino</i>	78
Tabla 35 <i>Peso unitario suelto del agregado grueso</i>	79
Tabla 36 <i>Peso unitario compactado del agregado grueso</i>	79
Tabla 37 <i>Peso específico y absorción del agregado fino</i>	80
Tabla 38 <i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	81
Tabla 39 <i>Análisis granulométrico del vidrio triturado</i>	82
Tabla 40 <i>Peso unitario suelto del vidrio triturado</i>	83
Tabla 41 <i>Peso unitario compactado del vidrio triturado</i>	83
Tabla 42 <i>Pesos específicos y absorción del vidrio triturado</i>	84

Índice de figuras

Figura 1. Estructura de un pavimento	10
Figura 2. Sección de un pavimento rígido	11
Figura 3. Curva del comportamiento a compresión del concreto patrón.	20
Figura 4. Curva del comportamiento a compresión del concreto con 5% vidrio reciclado.....	21
Figura 5. Curva del comportamiento a compresión del concreto con 10% vidrio reciclado.....	22
Figura 6. La correlación de Pearson es muy alta en la compresión.....	23
Figura 7. Curva del comportamiento a flexión del concreto patrón.	25
Figura 8. Curva del comportamiento a flexión del concreto con 5% vidrio reciclado.	26
Figura 9. Curva del comportamiento a flexión del concreto con 10% vidrio reciclado.....	27
Figura 10. Frecuencia de autos en la estación 01.....	37
Figura 11. Frecuencia de Station Wagon en la estación 01.....	37
Figura 12.. Frecuencia de pick up en la estación 01.	38
Figura 13. Frecuencia de paneles en la estación 01.....	38
Figura 14. Frecuencia de rurales combis en la estación 01.	39
Figura 15. Frecuencia de micros en la estación 01.....	39
Figura 16. Frecuencia de buses 2E en la estación 01.....	40
Figura 17. Frecuencia de buses 3E en la estación 01.....	40
Figura 18. Frecuencia de camiones 2E en la estación 01.....	41
Figura 19. Frecuencia de camiones 3E en la estación 01.....	41
Figura 20. Observando el ábaco perteneciente a 200 pci.	46
Figura 21. Presión del contacto del neumático PCN en psi según su espesor de capa de rodadura (mm).....	47
Figura 22. Curva granulométrica de la C-01.....	67
Figura 23. Curva granulométrica de la C-02.....	69

Figura 24. Curva granulométrica de la C-03.....	71
Figura 25. Gráfico de relación humedad- densidad seca de la C-01.....	73
Figura 26. C.B.R. a los 56 golpes de la C-01.....	74
Figura 27. C.B.R. a los 25 golpes de la C-01.....	74
Figura 28. C.B.R. a los 12 golpes de la C-01.....	75
Figura 29. Índice de C.B.R de las muestras de estudio.....	75
Figura 30. Curva granulométrica del agregado fino.....	76
Figura 31. Curva granulométrica del agregado grueso.....	77
Figura 32. Curva granulométrica del agregado grueso.....	82

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general, el determinar de qué manera influye el vidrio reciclado en el diseño del pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021. Esta propuesta presentó una metodología de tipo aplicada, cuantitativa, con un diseño cuasiexperimental. Asimismo, como población se consideró a la Avenida LM-797 del distrito de Pachacamac, con una totalidad de 15km, considerando solo 3km como muestra de estudio. Se obtuvo como resultados en una resistencia a la compresión de una muestra de concreto patrón de 242.08 kg/cm², del concreto con 5% con un valor de 268.13 kg/cm² y con la adición de 10% de vidrio reciclado con un valor de 253.34 kg/cm² y con resistencias a la flexión, logrando alcanzar 41.13 kg/cm², 45.21 kg/cm² y 43.24 kg/cm² respectivamente, considerando en su diseño de pavimento rígido con una losa de concreto de 30.00 cm. Finalmente se concluyó que, la adición del 5% de vidrio reciclado se considera una más alta correlación en su resistencia frente a la mezcla con adición del 10% de vidrio reciclado.

Palabras clave: pavimento rígido, concreto, vidrio reciclado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Abstract

The general objective of this research was to determine how recycled glass influences the design of the rigid pavement on LM-797 avenue, Pachacamac 2021. This proposal presented an applied, quantitative methodology, with a quasi-experimental design. Likewise, the LM-797 Avenue of the Pachacamac district was considered as a population, with a total of 15km, considering only 3km as a study sample. Results were obtained in a compressive strength of a sample of standard concrete of 242.08 kg / cm², of the concrete with 5% with a value of 268.13 kg / cm² and with the addition of 10% of recycled glass with a value of 253.34 kg / cm² and with flexural strengths, reaching 41.13 kg / cm², 45.21 kg / cm² and 43.24 kg / cm² respectively, considering in its design a rigid pavement with a 30.00 cm concrete slab. Finally, it was concluded that the addition of 5% recycled glass is considered a higher correlation in its resistance compared to mixing with the addition of 10% recycled glass.

Keywords: navigation, concrete, recreational video, compressive strength, flow resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Según la Revista UCR (2018), actualmente, uno de los indicadores del crecimiento de un país es su desarrollo en infraestructuras viales, esto se debe a su gran relevancia en generar oportunidades y mejoras en la calidad de vida para una población determinada; por lo que se podría definir que estos factores tienen una relación directa para el progreso de una nación.

Asimismo, Cantuarias y Watanabe (2017) indican que las vías se consideran elementos esenciales para cualquier sociedad, debido a que contribuyen al incremento económico y social mediante la conexión entre nuevas ciudades. Esto genera la creación de puentes de comercio, los cuales incentivan proyectos de inversión en diferentes sectores económicos, tales como comercio, construcción, etc.

Yamunaque (2016) afirma que, en América Latina, los principales países más desarrollados en temas de infraestructura vial y pavimentos son: Brasil, Colombia y Argentina. Estos países se enfocan, principalmente, en realizar un pavimento que supere los 20 años de vida útil y para lograrlo, aplican en un inicio los conocimientos de diseño estructural y posteriormente, dependiendo de la necesidad, se aplican nuevas tecnologías durante la ejecución de estos pavimentos.

En Chile, Delbene (2018) señala que los expertos critican el lento avance en lo que concierne al desarrollo de vías, ya que solo el 24% de las rutas del país cuentan con pavimento, hecho que preocupa a la gran cantidad de habitantes. La única región que supera el 50% de pavimentación es La Metropolitana, mientras que regiones como Aysén y La Araucanía son las que presentan mayores déficits.

Según el MTC (2018), el Perú cuenta con 168,473.00 km de red vial de la cual solo 26,916.00 km está pavimentada, quedando 141,557.10 km de red vial no pavimentada. En la red nacional se considera que el 21% no está pavimentada, mientras que, para la red departamental, el porcentaje es de 87% y, lamentablemente, el 98% la red vecina / rural no cuenta con vías pavimentadas, esto es casi su totalidad.

Choque y Ccana (2016) afirman que los pavimentos son estructuras de suma

importancia para el crecimiento de una población, estas son inversiones que exigen el mantenimiento continuo y reparación a lo largo de su vida útil con la finalidad de seguir manteniendo los estándares de calidad.

Cabe añadir, que la innovación en la construcción se ha convertido en uno de los pilares para el crecimiento y desarrollo en la sociedad, ya que, se plantean propuestas que tienen como finalidad la mejora de la calidad en los materiales en este sector, con la incorporación de residuos (Mori, 2016). Lamentablemente, en el país existe una ausencia de conocimiento sobre las nuevas tecnologías, por ello, la presente investigación, planteó realizar un diseño de pavimento rígido empleando vidrio reciclado en la avenida LM-797, Pachacamac 2021, la cual es una vía que no asfaltada y se encuentra en condiciones desfavorables.

Esta investigación presenta como problema general: ¿De qué manera influye el vidrio reciclado en el diseño del pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021? y los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera influye el vidrio reciclado en la resistencia a flexión y compresión del concreto para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021?, ¿ De qué manera influye el porcentaje de vidrio incorporado en el diseño de mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021? y ¿De qué manera influye el vidrio reciclado ante las cargas del diseño estructural del pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021?

Dentro de los objetivos trazados para el desarrollo de esta investigación se consideró como objetivo general: Determinar de qué manera influye el vidrio reciclado en el diseño del pavimento rígido en la avenida LM-797 Pachacamac 2021 y los siguientes objetivos específicos: determinar de qué manera influye el vidrio reciclado en la resistencia a flexión y compresión del concreto para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021, Determinar de qué manera influye el porcentaje de vidrio incorporado en el diseño de mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021 y determinar de qué manera influye el vidrio ante las cargas del diseño estructural del pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.

En el aspecto teórico, esta propuesta se considera de gran importancia puesto que, se convierte en un aporte para la gestión de estas infraestructuras y asimismo permite la identificación de las mejoras de calidad en el pavimento rígido que se puede obtener gracias a la reutilización de residuos, como el vidrio reciclado que tiene el fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

La presente investigación se justifica por ser una propuesta tecnológica e innovadora con la finalidad de brindar un aporte técnico, económico y ambiental, influenciando así de manera positiva en el sector de la construcción, teniendo como finalidad la evaluación de la influencia del vidrio reciclado en su resistencia a flexión, resistencia a compresión y en el diseño estructural del pavimento rígido. En el aspecto técnico, se basa a la mejora de la calidad de un material de la construcción brindando mejores propiedades en el concreto.

En el aspecto económico esta investigación permitió obtener un pavimento rígido de buena calidad y económico, ya que la calidad del concreto con la incorporación del vidrio reciclado influencia en la reducción en el espesor de su capa de rodadura y por ende un menor costo en la construcción de un pavimento rígido. Finalmente, en el aspecto ambiental, se considera una investigación amigable con el medio ambiente, al emplear vidrio reciclado en la elaboración del concreto para pavimento rígido se reduce el índice de contaminación ambiental que trae consigo estos residuos.

Respecto a las hipótesis se tuvo como hipótesis general: El vidrio reciclado influye significativamente en el diseño de pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021 y las siguientes hipótesis específicas: El vidrio reciclado influye significativamente en la resistencia a flexión y compresión del concreto en el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021, El porcentaje de vidrio influye significativamente en la mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021 y el vidrio reciclado influye significativamente ante las cargas del diseño estructural del pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.

II. MARCO TEÓRICO

La utilización de residuos como el vidrio reciclado se ha convertido en una gran alternativa técnica para obtener un pavimento de mejor calidad, también se considera una propuesta económica y ambiental, ya que, se basa en el empleo de estos residuos, evitando así la compra de aditivos para mejorar propiedades mecánicas del concreto reduciendo a la vez el impacto negativo ambiental en el medio (Bedoya y Dzúl, 2015). Para ello, se requiere hacer un estudio detallado de trabajos similares al tema con la finalidad de tener como guía y referencia el procedimiento de otras investigaciones.

A nivel internacional, en Quito, Ecuador, Freire (2018) estudió el efecto del vidrio molido en las mezclas asfálticas con la finalidad de mitigar el impacto negativo al medio ambiente por la contaminación que genera este residuo, el cual presentó como objetivo utilizar estos vidrios molidos en las mezclas asfálticas. Esta investigación se consideró una tesis experimental, ya que, abarcó desde la caracterización, diseño y estudio de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica elaborada con vidrio molido. De esta manera, en el estudio se concluyó que la incorporación del 6% de asfalto, se convirtió en la dosificación más óptima debido a su permeabilidad que se logra reducir el porcentaje de asfalto utilizado. El investigador recomendó para futuras investigaciones realizar una comparación de costo- beneficio con la finalidad de tener información económica necesaria para la puesta en práctica.

En el ámbito nacional, Lobatón (2019), en su tesis, se encargó de evaluar la influencia que presenta el vidrio triturado en la resistencia a la flexión del concreto estructural para pavimentos rígidos en Huancavelica, presentando como resultados que el concreto con vidrio tamiz N° 16 y 8, no influyeron en la resistencia de estudio, ya que no se obtuvo resistencias menores al concreto patrón. Mientras que el concreto con vidrio tamiz N° 30 y 4 sí dieron mejores resultados con una resistencia mayor al concreto patrón en un 1.4% y 3.37%. Esta investigación concluyó que el vidrio triturado influye en la resistencia a flexión específicamente aquella que pasa por el tamiz N° 4, llegando a 45.91 kg/cm², la cual permitió también la reducción del espesor de la carpeta de rodadura del pavimento propuesto. Se recomendó hacer empleo de estos residuos para pavimentos rígidos, ya que, incrementa la durabilidad del concreto al permitir el vidrio triturado

el control de la fisuración y evitar a la vez la propagación de grietas.

Torres (2019), en su investigación realizó la evaluación del empleo de vidrio reciclado para elaborar un diseño de mezcla asfáltico de la avenida Chulucanas en Piura, con la finalidad de determinar las propiedades físico- mecánicas del suelo y el porcentaje más óptimo de vidrio para el diseño de mezcla en la avenida Chulucanas. Esta investigación, se consideró experimental y exploratoria, porque se realizó un conjunto de acciones para observar consecuencias. De esta manera, el investigador obtuvo que fue necesario para la obtención de una mezcla asfáltica con 10% vidrio molido, para un m² de superficie de rodadura, se necesitó 0.184 m³ de arena zarandeada, 0.476 m³ de arena chancada, 0.466 m³ de piedra chancada, 0.229 m³ de vidrio molido y 0.130 m³ de cemento asfáltico, concluyendo así que esta dosificación fue la más óptima para la mezcla asfáltica con vidrio molido. Además de ello, se recomendó realizar una estabilización de la subrasante para su mejoramiento, con la finalidad de obtener un CBR mayor a 25% y, en el caso de incrementar el porcentaje utilizado de vidrio es importante hacer empleo de un aditivo Morlife 2200 para aumentar la adherencia del vidrio y la mezcla asfáltica.

También, en Piura, Rojas (2015) en su estudio presentó como objetivo general realizar un estudio detallado para la resistencia de un concreto con adición de porcentaje de vidrio sódico cálcico. Esta tesis presentó una metodología de trabajo experimental, por basarse a realizar ensayos necesarios para la comprobación del efecto que genera la incorporación del vidrio en el diseño de mezcla y su resistencia del concreto. El investigador obtuvo como resultados, una dosificación de 1 :1.68: 2.87: 0.06Kg/bls / 22.7 lts/bls, para un concreto $f'c=210$ kg/cm² con un porcentaje mínimo de vidrio molido. Finalmente, se concluyó que la adición del vidrio molido permite obtener una resistencia de 318.75 Kg/cm². Para ello, se recomendó continuar realizando la comparación de resistencias con otros porcentajes de adición de vidrio molido mayor a un 2% de adición y se consideró sugerir que aquel concreto con 1% de vidrio molido puede ser utilizado con fines de acabados para una obra, en el caso de enlucidos.

A nivel local, en Lima, Carrasco (2019) en su investigación, presentó como objetivo

principal obtener su comportamiento mecánico específicamente ante esfuerzos de compresión y flexión de muestras con adición para determinar el espesor de la losa. Esta investigación empleó una metodología descriptiva y deductiva, ya que se realizó un diseño de mezcla en función de la resistencia obtenida a la compresión y su módulo de rotura del concreto con adiciones. El investigador obtuvo que no existe un resultado significativo favorable, ya que la para la muestra con adiciones no tuvo una resistencia a la compresión y un módulo de rotura incrementado, concluyendo así, un incremento de la calidad del concreto con la incorporación del a 10% de microsílíce y 1% de policarboxilato, no alterando el módulo de rotura satisfactoriamente. De esta manera, se recomendó estudiar variables de la resistencia a la compresión de esta dosificación y no estudiar el módulo de rotura del pavimento rígido con la incorporación del 5%, 7.5% y 10% de microsílíce y 0.5%, 1% y 2% de policarboxilato.

Walhoff (2017), por su parte, en Barranca, su investigación evaluó la influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y los costos que presenta la fabricación del mismo frente al concreto convencional sin adiciones. La metodología de la presente tesis fue considerada experimental, debido a la manipulación de la variable independiente para el análisis de la variable dependiente. El investigador obtuvo como resultados favorables en la resistencia a la compresión del concreto con 5% y 10% de vidrio molido como reemplazo del cemento a los 21 días y el concreto a los 14 días con proporción del 15%. Concluyendo así, que las dosificaciones planteadas son buenas propuestas para la mejora de la calidad de un concreto, finalmente, en costo, se determinó que no existe influencia significativa en su fabricación con vidrio molido aumentando en un 1.52%, 3.04% y 4.56% frente al concreto convencional. Se recomendó que para una obtención más exacta se amplíe mayor la investigación, realizando ensayos con mayores porcentajes continuos de la incorporación de vidrio molido en el concreto, y así obtener un tamaño de muestra más grande.

A continuación, se detallan conceptos fundamentales relacionados a la variable independiente y dependiente considerada en la presente investigación.

Freire (2018) menciona que el vidrio es un material inorgánico duro y frágil, con

una característica específica de transparencia. Este es un tipo de material cerámico amorfo que presenta una composición básica es; sílice que se encuentra en la arena o cuarzo en un 70%, está es la materia prima del vidrio; carbonato de sodio, cal, y otras sustancias que ayudan a la resistencia del vidrio a temperaturas altas.

De acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), el concreto es un conjunto de materiales que son incorporados con la finalidad de formar una mezcla uniforme, la cual está compuesta por cemento, agregados finos y gruesos, agua y aditivos, si es necesario realizar alguna modificación deseada. Esta mezcla inicialmente denota una estructura moldeable, plástica que posteriormente logra adquirir una consistencia rígida.

Para Chavarry (2018), el concreto es un material que está conformado por material cementante en un 7% a 15%, material agregado en un 60% al 75% del volumen total, aire atrapado entre un 1% y 3%, agua y si es necesario aditivo para mejorar algunas características o propiedades de esta mezcla. El concreto presenta diversas propiedades mecánicas, las cuales resalta la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y a la tracción. Sin embargo, el concreto es muy utilizado por su elevada resistencia a la compresión.

Zeña (2016) afirma que la propiedad del concreto en su estado endurecido hace referencia totalmente en la calidad de este material, puesto que, define el comportamiento mecánico del concreto, relacionando directamente en su resistencia. La resistencia a la compresión se obtiene mediante la realización de un ensayo normado en la NTP 339.034, la cual mide el desempeño que presenta el concreto para el diseño de cualquier elemento estructural.

- Durable, económico.
- Buenas condiciones de drenaje.
- Color adecuado para evitar deslumbramientos y sea segura para transitar por la misma.
- Buena textura superficial, esta influencia en la seguridad de los usuarios.

- Pavimento con regularidad superficial para la comodidad del usuario tanto longitudinal como transversal.
- Resistente ante los agentes de intemperismo, y a la acción de las cargas impuestas por el tránsito (Rodríguez y Ruiz, 2016).

Es importante mencionar, que los pavimentos se pueden clasificar en tres tipos, como lo son el pavimento rígido, semirrígido y flexible.

Alvarado y Freile (2015) mencionan que el pavimento es un elemento de una vía que descansa sobre la subrasante de un terreno, se trata de un conjunto de capas de asfalto o concreto y otros materiales, de diferentes espesores durante un tiempo determinado.

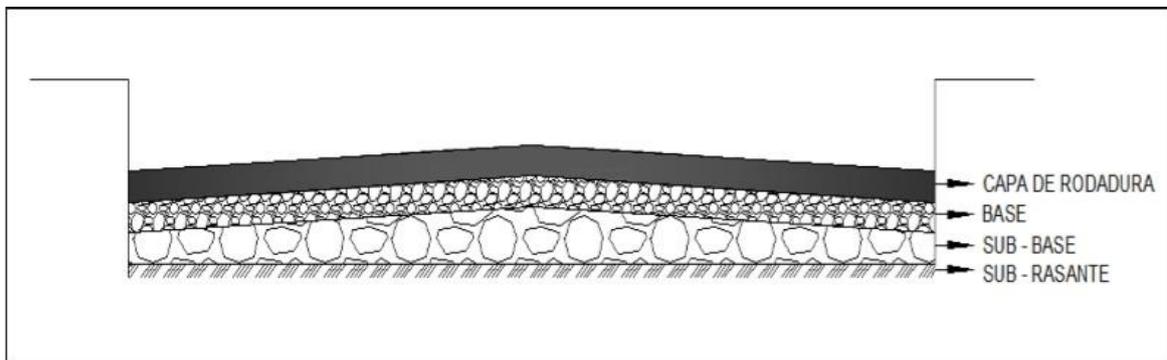


Figura 1. Estructura de un pavimento

Fuente: Alvarado y Freile (2015).

Según Coy (2017), el pavimento tiene como objetivo el ofrecer una superficie uniforme con propiedades totalmente adecuadas para lograr resistir el tránsito, transmitir de manera adecuada las cargas a la subrasante, acción del medio ambiente y agentes externos a esta estructura.

Asenjo (2017) afirma que, en este tipo de pavimentos, el concreto se considera un material de mayor importancia, por ser capaz de resistir esfuerzos a tensión, siendo así, este tipo de pavimentos suficientemente satisfactorio pese a existir zonas débiles en su subrasante.

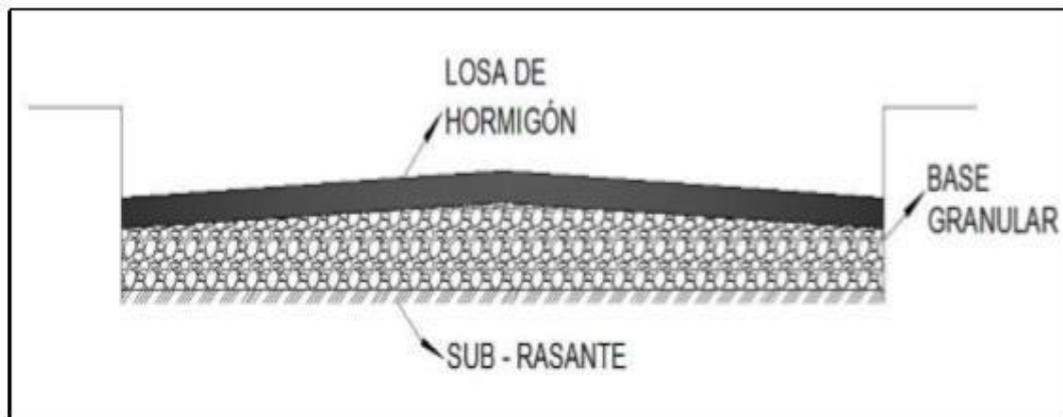


Figura 2. Sección de un pavimento rígido

Fuente: Asenjo (2017)

Para realizar un diseño estructural de un pavimento es necesario realizar estudios básicos de ingeniería, ya que son aquellos que permiten brindar la información real de la zona, como se especifica a continuación:

Según el MTC (2018), el estudio topográfico es un estudio básico de ingeniería que hace evidente la necesidad de contar con la geometría aplicada a la descripción de la realidad en campo, de la superficie terrestre como casas, caminos, postes, trochas, entre otros puntos que son llevados desde campo a gabinete, con la finalidad de plasmar las mediciones necesarias en un plano horizontal y en altitud.

También, menciona que, el estudio de Mecánica de Suelos comprende la evaluación del suelo, teniendo como finalidad la obtención de sus características, propiedades físicas y mecánicas, considerando esto fundamental por el suelo el soporte físico de las actividades constructivas. Las características geotécnicas de los materiales que puedan estar presentes en el tramo de estudio son totalmente variadas, siendo posible experimentar cambios radicales entre sectores próximos a la vía de estudio.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según Borja (2012), la investigación aplicada tiene como finalidad actuar, conocer y modificar una situación problemática siendo posible la manipulación de sus variables. Asimismo, una investigación con enfoque cuantitativa, es aquella que, se encarga de cuantificar la recopilación de información y su análisis respectivo de datos obtenidos para validar o rechazar una hipótesis.

De esta manera, se utilizó el tipo **Aplicada y cuantitativo** en la presente investigación, ya que se encargó de realizar un estudio detallado con el fin de brindar un aporte significativo para resolver un determinado problema en específico mediante la obtención de resultados numéricos con sustento.

Diseño de investigación

El diseño del presente proyecto de investigación fue diseño **cuasi- experimental**, a ello, Arias (2012) afirma que, un diseño experimental tiene como finalidad de realizar la manipulación de las variables para determinar la influencia causa- efecto del comportamiento de estas mismas, así como también su selección de grupo de estudios previamente establecidos sin necesidad de realizarlo de manera aleatoria.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: VIDRIO RECICLADO

Definición conceptual: Freire (2018) afirma que el vidrio es un material inorgánico duro y frágil, este es un tipo de material cerámico amorfo y transparente.

Definición operacional: El vidrio reciclado es un material que está compuesto por sílice y otras sustancias que le brinda las resistencias mecánicas necesarias para convertirse en un material adiconante.

Indicadores: Longitud (cm), Ancho (cm), Espesor (mm), Peso (kg)

Escala de medición: Intervalo

Variable dependiente: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Definición conceptual: Asenjo (2017) afirma que el diseño estructural de un pavimento es un procedimiento que está condicionado por una serie de factores como la capacidad, resistencia del hormigón, y espesor de la losa.

Definición operacional: El diseño estructural de un pavimento rígido está en función a la calidad de sus capas que lo conforman, una de estas se denomina “losa de concreto”, la cual debe presentar una buena resistencia ya que, se considera un material de mayor importancia, por ser capaz de resistir esfuerzos a tensión.

Indicadores: Módulo de rotura (Mpa), F’c en kg/cm², Espesores de las capas

Escala de medición: Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Borja (2012) denomina como población al conjunto de elementos que son motivo de estudio en general, siendo esta en total extensa y costosa para un estudio. Por ello, en la presente investigación se consideró como población a los 15km de la Avenida LM-797 del distrito de Pachacamac.

Dentro de los criterios de inclusión y exclusión, se determinaron los siguientes:

- El presente estudio se centró solo en la influencia del vidrio reciclado en el diseño de un pavimento rígido planteado en la Avenida LM-797 del distrito de Pachacamac que se encontró sin pavimentar y en condiciones desfavorables.
- Se realizaron estudios necesarios de laboratorio para determinar su comportamiento mecánico del concreto con y sin la incorporación de vidrio reciclado.
- Se excluyó en la investigación, todo aquel ensayo o información adicional que no aportó a la misma.

Muestra

Para Borja (2012) la muestra de estudio se define como la unidad de un objeto de estudio en un subgrupo representativo de la población, las cuales presentan características iguales o similares. Por ello, en la presente investigación se consideró como muestra de estudio los 3km iniciales de la avenida LM 797, que une el distrito de Pachacamac al distrito de Cieneguilla.

Muestreo

No probabilístico intencional, ya que este muestreo permite seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra solo a estos casos (Borja, 2012).

La muestra fue elegida intencional al ser elegido por los investigadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Bernal (2010) afirma que las técnicas de recolección de datos son medios que permiten el registro de toda información necesaria y son aquellas que facilitan el tratamiento de estas mismas.

Observación, que es una técnica de suma importancia que, permitió el registro de diversas características de las variables de estudio.

Análisis bibliográfico y de contenido, que es una técnica que permite el estudio detallado de información importante para el desarrollo de la misma.

Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012) afirma que los instrumentos son aquellas herramientas que permite al investigador sustentar la obtención de la información o datos de importancia para la investigación.

Ficha de observación, que es un instrumento que permite el registro de datos obtenidos en campo o laboratorio, permitiendo así la recopilación de la información

necesaria (características topográficas, de suelos, y las propiedades que presente el concreto con y sin adición del vidrio).

Guía bibliográfica, que comprendió toda la información de las fuentes consideradas para el desarrollo de esta investigación.

3.5. Procedimientos

El procedimiento de esta investigación comprendió las siguientes etapas que, con el desarrollo secuencial de las mismas, permitió la obtención de todos los resultados deseados.

1. Levantamiento topográfico: Esta etapa consistió en realizar un levantamiento topográfico para obtener los datos geográficos de la zona, mediante planos de planimetría, altimetría, entre otros.
2. Estudio de Mecánica de Suelos: Esta etapa consistió en realizar inicialmente la extracción de muestras de suelo con la finalidad de evaluar sus propiedades de cada una, desde su granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, proctor modificado y su CBR.
3. Evaluación de los materiales para elaboración del concreto: Esta fase de la investigación consistió en realizar un estudio previo de los materiales que se utilizaron para la mezcla del concreto, con la finalidad de elegir los mejores para el estudio, la elección de los agregados y del tipo de cemento empleado.
4. Elaboración de concreto con y sin vidrio reciclado: Esta etapa consistió en elaborar las probetas y vigas de concreto con y sin adición del vidrio reciclado con porcentajes específicos de estudio que fueron elegidos por los investigadores.
5. Determinación de propiedades mecánicas del concreto de estudio: Esta penúltima etapa consistió en realizar los ensayos a los especímenes de concreto elaborados de concreto con y sin adición de vidrio reciclado, para realizar sus comparaciones necesarias.

6. Diseño estructural del pavimento rígido: Finalmente, esta etapa se llevó a cabo ya teniendo los resultados anteriores, con la finalidad de obtener los espesores de las capas que se determinaron para el pavimento rígido de estudio.

3.6. Método de análisis de datos

Tras la aplicación de las técnicas e instrumentos para la obtención de las muestras de suelo, se consideró de total importancia un método de análisis de datos como el análisis descriptivo, por tener como finalidad describir los parámetros y características obtenidas de la zona de estudio, conociendo a detalle toda información.

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la presente investigación giraron en torno a la calidad profesional del investigador, por ello, se comprometió a cumplir las normas técnicas peruanas existentes y vigentes a la fecha de cada ensayo planteado realizado para el estudio del concreto con y sin incorporación de fibras de vidrio, la correcta obtención de datos inalterados en sus estudios y/o ensayos, con la única finalidad de obtener información real de las variables de estudio con total confiabilidad y veracidad, sin realizar cambios ni alteración alguna en sus resultados, siendo así considerada una investigación original basado en datos correctos obtenidos en laboratorio. Otro punto importante, es que cada investigación considerada como antecedente se convierte en una guía de apoyo para el desarrollo del proyecto, y se garantiza un correcto citado de cada una.

IV. RESULTADOS

A continuación, se adjuntan los resultados obtenidos mediante los instrumentos utilizados para la recopilación de datos, así como el procesamiento de los mismos. Para lograr los resultados por medio del enfoque cuantitativo también se hizo uso de la metodología de análisis para brindar un sustento técnico adecuado.

4.1. Influencia en la resistencia a compresión y flexión

Se ha realizado el ensayo a compresión de especímenes de estudio a los 7, 14 y 28 días, tanto del concreto patrón, concreto con adición del 5% y 10% de vidrio molido, como se puede visualizar más adelante.

Concreto patrón

En la siguiente tabla se puede visualizar los resultados de fuerza máxima, resistencia a compresión obtenidos de las dos muestras de concreto patrón por cada día considerado importante para ensayar, considerando que estos especímenes presentan un área de 78.50 cm².

Tabla 1

Resistencia a la compresión del concreto patrón.

MUESTRA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN	7	14867.2	78.5	189.3	210.0	90.1
PATRÓN	7	15099.5	78.5	192.3	210.0	91.5
PATRÓN	14	16594.3	78.5	211.3	210.0	100.6
PATRÓN	14	16493.3	78.5	210.0	210.0	100.00
PATRÓN	28	18846.6	78.5	240.0	210.0	114.3
PATRÓN	28	19179.9	78.5	244.2	210.0	116.30

Nota. Elaboración propia.

En la siguiente figura, se evidencia la resistencia promedio de 190.80 kg/cm² a los 7 días, 210.65 kg/cm² a los 14 días y a los 28 días, un valor de 242.10 kg/cm².

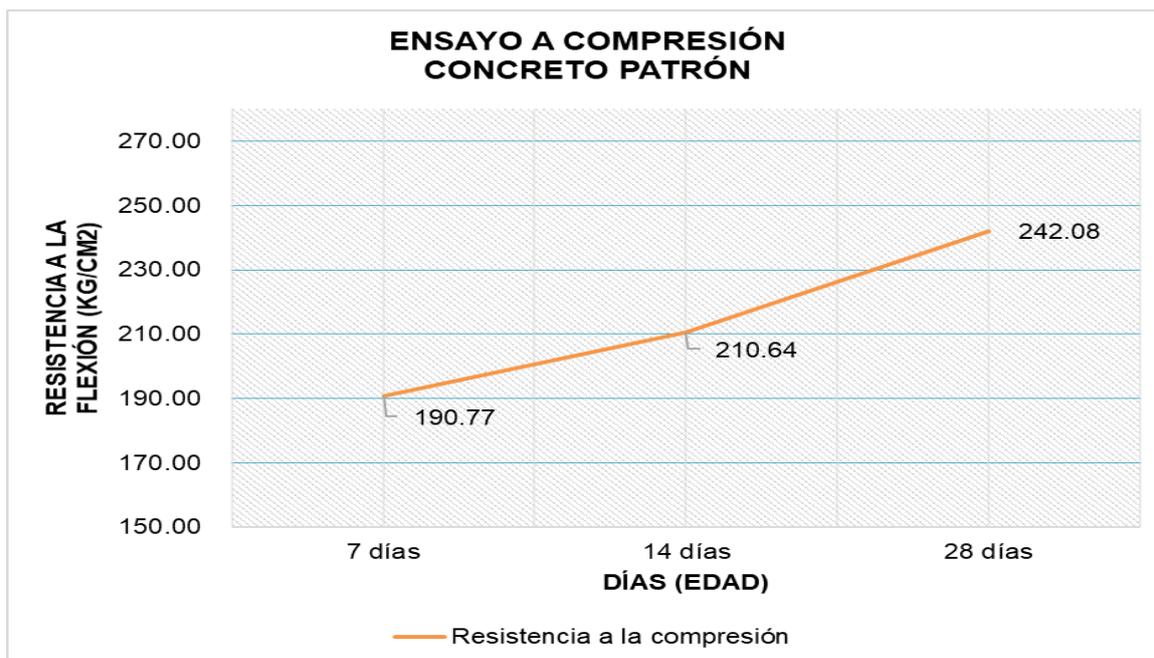


Figura 3. Curva del comportamiento a compresión del concreto patrón. Elaboración propia, 2021.

Concreto con 5% vidrio reciclado

En la siguiente tabla, se puede visualizar los resultados de fuerza máxima, resistencia a compresión obtenidos de las dos muestras de concreto con 5% de vidrio reciclado por cada día considerado importante para ensayar, considerando que estos especímenes presentan un área de 78.50 cm².

Tabla 2

Resistencia a la compresión del concreto con 5% vidrio reciclado.

MUESTRA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
5% VIDRIO	7	17069.0	78.5	217.3	210.0	103.5
5% VIDRIO	7	17271.0	78.5	219.9	210.0	104.7
5% VIDRIO	14	19089.0	78.5	243.0	210.0	115.7
5% VIDRIO	14	18907.2	78.5	240.7	210.0	114.6
5% VIDRIO	28	21169.6	78.5	269.5	210.0	128.4
5% VIDRIO	28	20947.4	78.5	266.7	210.0	127

Nota. Elaboración propia.

En la siguiente figura, se evidencia la resistencia promedio de 218.62 kg/cm² a los 7 días, 241.89 kg/cm² a los 14 días y a los 28 días, un valor de 268.13 kg/cm².

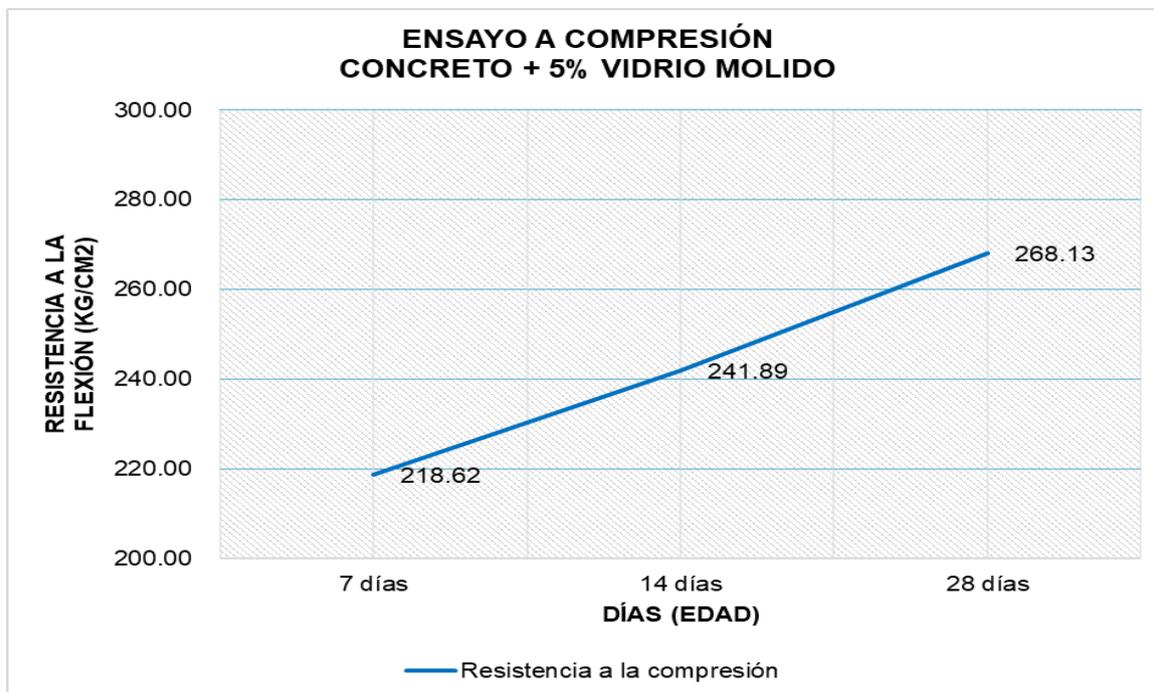


Figura 4. Curva del comportamiento a compresión del concreto con 5% vidrio reciclado.

Elaboración propia

Concreto con 10% vidrio reciclado

Tabla 3

Resistencia a la compresión del concreto con 10% vidrio reciclado.

MUESTRA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
10% VIDRIO	7	15574.2	78.5	198.3	210.0	94.4
10% VIDRIO	7	15745.9	78.5	200.5	210.0	95.5
10% VIDRIO	14	18311.3	78.5	233.1	210.0	111.0
10% VIDRIO	14	18169.9	78.5	231.3	210.0	110.2
10% VIDRIO	28	19917.2	78.5	253.6	210.0	120.8
10% VIDRIO	28	19876.8	78.5	253.1	210.0	120.5

Nota. Elaboración propia.

En la tabla se visualizan los resultados de fuerza máxima, resistencia a compresión obtenidos de las dos muestras de concreto con adición del 10% de vidrio reciclado por cada día considerado importante para ensayar, considerando que estos especímenes presentan un área de 78.50 cm².

En la siguiente figura se evidencia la resistencia promedio de 199.39 kg/cm² a los 7 días, 232.25 kg/cm² a los 14 días y a los 28 días, un valor de 253.34 kg/cm².

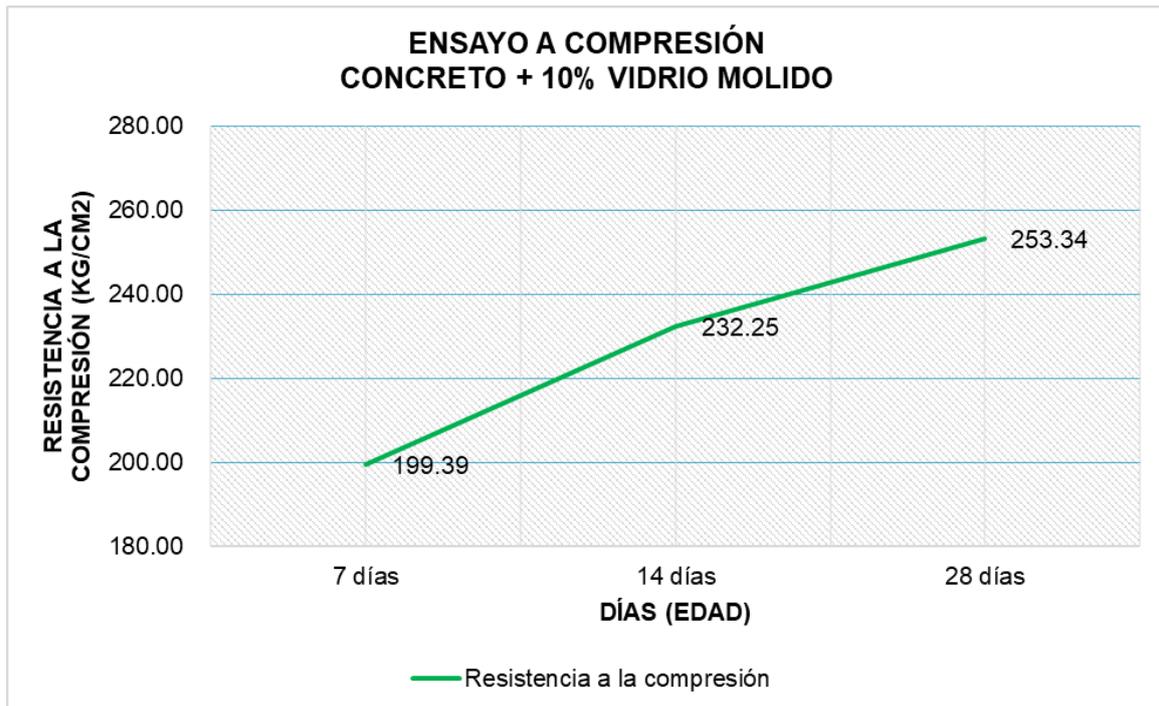


Figura 5. Curva del comportamiento a compresión del concreto con 10% vidrio reciclado.
Elaboración propia, 2021.

Correlación a compresión de concreto con 5% y 10% vidrio reciclado

A continuación, se puede visualizar una correlación a compresión de concreto con adición del 5% y 10% de vidrio reciclado realizado en SPSS, con el fin de determinar las variaciones existentes y así la influencia de estas mismas, siendo aquellas muestras con un mejor comportamiento mecánico frente al concreto convencional.

Tabla 4

Correlación a compresión de concreto modificado con vidrio reciclado.

		Compresión Vidrio 5%	Compresión Vidrio 10%
Compresión Vidrio 5%	Correlación de Pearson	1	,987**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	6	6
Compresión Vidrio 10%	Correlación de Pearson	,987**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	6	6

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Elaboración propia.

Se pudo demostrar según datos que la compresión del concreto con 5% vidrio molido tiene más fuerza que la compresión de las muestras de concreto con adición del 10% de vidrio molido. De esta manera, se puede evidenciar una correlación de Pearson muy alta en las muestras de estudio del concreto con 5% de vidrio reciclado frente a las muestras de concreto del 10% de vidrio reciclado.

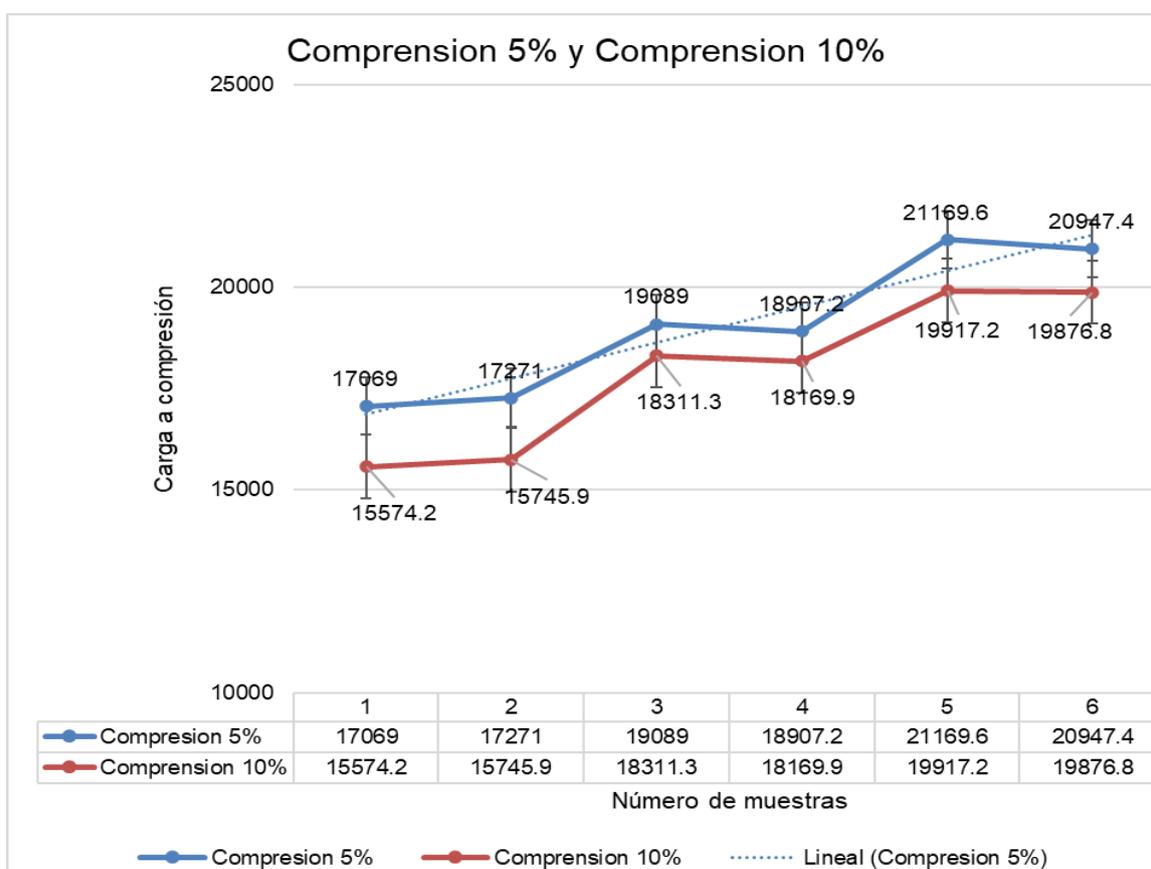


Figura 6. La correlación de Pearson es muy alta en la compresión. Elaboración propia, 2021

4.1.1. Resistencia a la flexión

Para el ensayo a flexión fue necesario considerar la norma ASTM C78-08, la cual comprende en cargar a 2/3 de un espécimen prismático de concreto (vigas) para el desarrollo de la misma, por lo que, es necesario tener en consideración su altura, ancho de estas muestras, así como la ubicación de su falla, para así el correcto cálculo de su módulo de rotura de las muestras de concreto patrón, concreto con adición del 5% y 10% de vidrio molido, como se puede visualizar más adelante.

Resistencia a la flexión del concreto patrón

En la siguiente tabla, se puede visualizar los resultados de fuerza máxima, dimensiones de las vigas, presentando una altura y un ancho de 15cm, también se muestra la ubicación de sus fallas, las cuales todas corresponde a una falla tipo 2, y así el cálculo de su módulo de rotura o resistencia a flexión obtenida de las dos muestras de concreto patrón por cada día considerado importante para ensayar.

Tabla 5

Resistencia a la flexión del concreto patrón

Muestra	Edad	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza máxima (kg)	Ubicación de falla	Resistencia a flexión (kg/cm ²)
PATRÓN	7	15	15	2528.856	2	33.70
PATRÓN	7	15	15	2579.841	2	34.40
PATRÓN	14	15	15	2844.963	2	37.90
PATRÓN	14	15	15	2804.175	2	37.38
PATRÓN	28	15	15	3099.888	2	41.33
PATRÓN	28	15	15	3069.297	2	40.92

Nota. Elaboración propia.

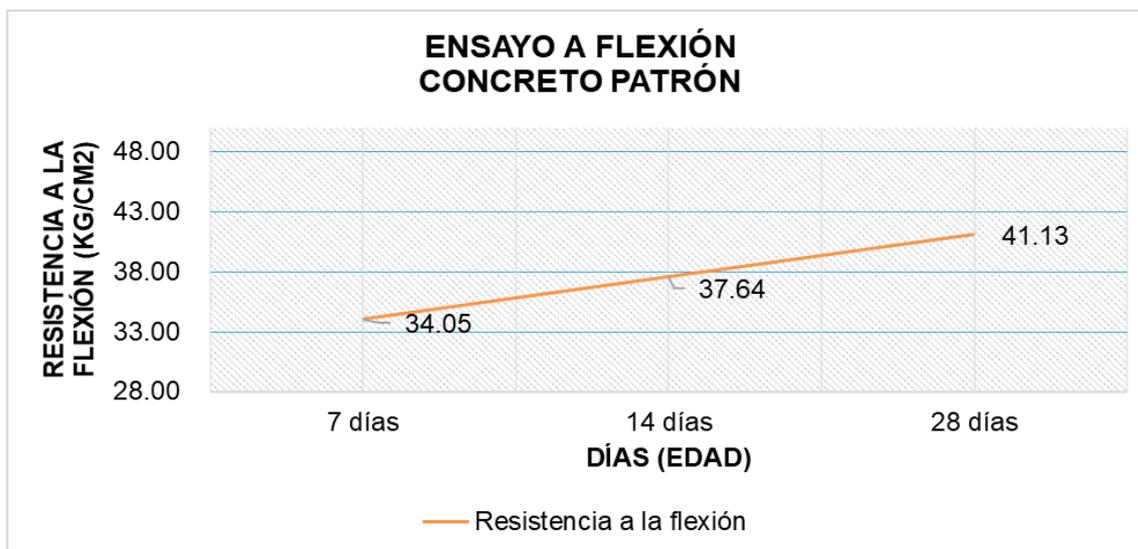


Figura 7. Curva del comportamiento a flexión del concreto patrón. Elaboración propia, 2021.

Resistencia a la flexión del concreto con 5% vidrio reciclado

En la siguiente tabla se visualizan resultados de fuerza máxima, dimensiones de las vigas, presentando una altura y un ancho de 15cm, también se muestra la ubicación de sus fallas, las cuales todas corresponde a una falla tipo 2, y así el cálculo de su módulo de rotura o resistencia a flexión obtenida de las dos muestras de concreto con adición del 5% de vidrio reciclado por cada día considerado importante para ensayar.

Tabla 6

Resistencia a la flexión del concreto con 5% vidrio reciclado.

Muestra	Edad	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza máxima (kg)	Ubicación de falla	Resistencia a flexión (kg/cm ²)
5% VIDRIO	7	15	15	2814.372	2	37.50
5% VIDRIO	7	15	15	2783.781	2	37.10
5% VIDRIO	14	15	15	3018.781	2	40.20
5% VIDRIO	14	15	15	2987.721	2	39.84
5% VIDRIO	28	15	15	3405.798	2	45.41
5% VIDRIO	28	15	15	3375.207	2	45.00

Nota. Elaboración propia

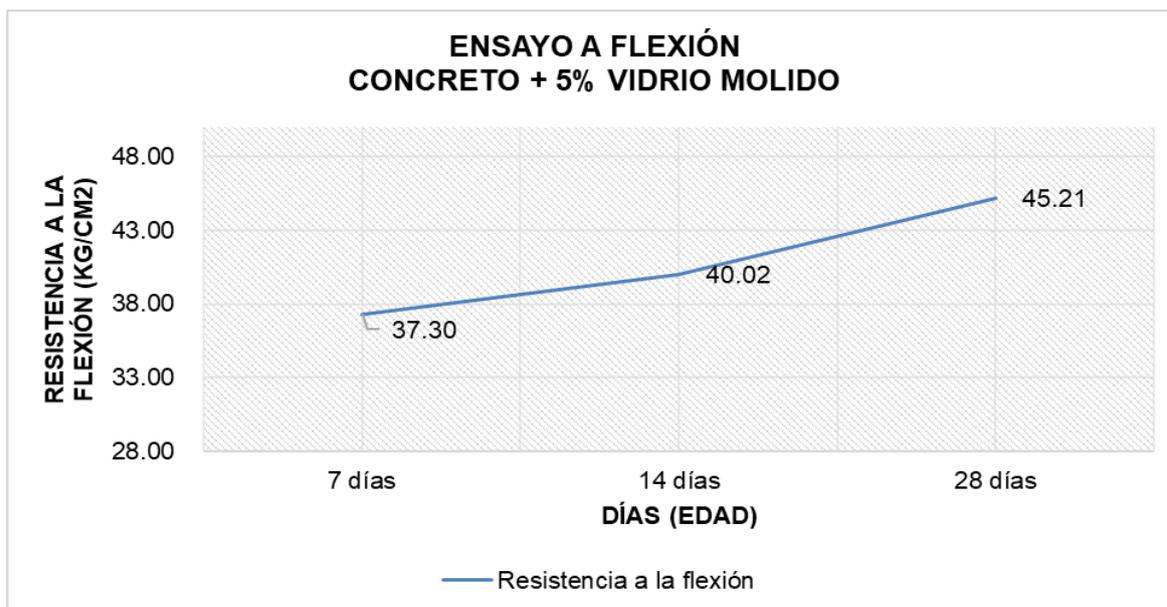


Figura 8. Curva del comportamiento a flexión del concreto con 5% vidrio reciclado. Elaboración propia, 2021

Resistencia a la flexión del concreto con 10% vidrio reciclado

En la siguiente tabla se visualizan los resultados de fuerza máxima, dimensiones de las vigas, presentando una altura y ancho de 15cm, también se muestra la ubicación de sus fallas, las cuales todas corresponden a una falla tipo 2, y así el cálculo de su módulo de rotura o resistencia a flexión obtenida de las dos muestras de concreto con adición del 5% de vidrio reciclado por cada día considerado importante para ensayar.

Tabla 7

Resistencia a la flexión del concreto con 10% vidrio reciclado.

Muestra	Edad	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza máxima (kg)	Ubicación de falla	Resistencia a flexión (kg/cm ²)
10% VIDRIO	7	15	15	2661.417	2	35.50
10% VIDRIO	7	15	15	2692.008	2	35.90
10% VIDRIO	14	15	15	2926.539	2	39.00
10% VIDRIO	14	15	15	2957.13	2	39.43
10% VIDRIO	28	15	15	3232.449	2	43.10
10% VIDRIO	28	15	15	3242.646	2	43.24

Nota. Elaboración propia

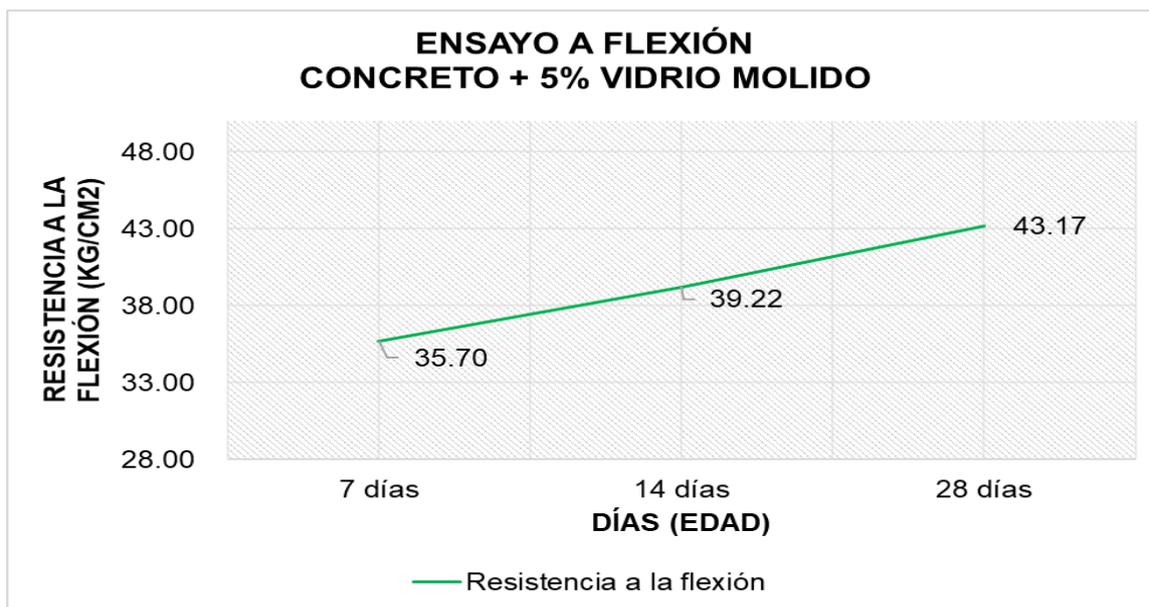


Figura 9. Curva del comportamiento a flexión del concreto con 10% vidrio reciclado. Elaboración propia, 2021.

4.2. Influencia en el diseño de mezcla del concreto

El porcentaje de vidrio no influye en la mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021, sino como este porcentaje de vidrio triturado ha sido adicionado con respecto al peso del cemento. Para ello, es necesario, primero mostrar el diseño de mezcla del concreto patrón, para después brindar la granulometría del vidrio triturado como sustento de haber sido incorporado como un material con partículas finas.

4.2.1. Diseño de concreto patrón

A) VALORES DE DISEÑO

1	Asentamiento	4 1/2	pulg
2	Tamaño máximo nominal	3/4 "	
3	Relación agua cemento	0.615	
4	Agua	225	
5	Total de aire atrapado %	2.0	
6	Volumen de agregado grueso	0.35	

B) ANÁLISIS DE DISEÑO

FACTOR CEMENTO	366.07	Kg/m³	8.6	Bls/m³
	0			
Volumen absoluto del cemento	0.1173	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua	0.2250	m ³ /m ³		

Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³	0.362
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			
Volumen absoluto del Agregado fino	0.2861	m ³ /m ³	0.638
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3516	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000

C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO

Cemento (C)	366	Kg/m ³
Agua (A)	225	Lt/m ³
Agregado fino (A.F.)	755	Kg/m ³
Agregado grueso (A.G)	932	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2278	Kg/m³

D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

A.F. húmedo	766.5	Kg/m ³
A.G húmedo	932.7	Kg/m ³

E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS

	%	Lts/m ³	
A.F	0.00	0.0	
A.G	0.90	8.4	
		8.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		233.4	Lts/m³

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

Cemento (reajustado)	380	Kg/m ³
A	233	Lts/m ³
A.F	767	Kg/m ³
A.G	933	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2312	Kg/m³

G) CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)

C	18.99	Kg
A	11.67	Lts
A.F	38.33	Kg
A.G	46.63	Kg

PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)

C 1.0

PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)

C 1.0

A.F 2.02
A.G 2.46
H2o 26.1

A.F 1.97
A.G 2.80
H2o 26.1

4.2.2. Granulometría del vidrio triturado

El peso inicial húmedo del vidrio fue de 374.30 gr, y el peso inicial seco del vidrio fue de 373.80, determinando así un contenido de humedad de 0.10%. A continuación, se brinda los pesos retenidos y acumulados obtenidos en su granulometría del vidrio triturado de estudio.

Tabla 8

Granulometría del vidrio triturado.

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa
½"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	4.90	1.30	1.30	98.70
N° 8	2.38	51.40	13.80	15.10	84.90
N° 16	1.19	128.30	34.40	49.50	50.50
N° 30	0.60	97.70	26.10	75.60	24.40
N° 50	0.30	28.30	7.60	83.20	16.80
N° 100	0.15	34.90	9.30	92.50	7.50
FONDO		28.00	7.50	100.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

De esta manera, se puede observar que, el vidrio triturado pasa a partir de la malla N° 4 con un peso retenido de 4.90 gr, y un porcentaje que pasa de 98.70% hasta el fondo pasando la malla N° 200. Por lo que, se ha creído conveniente hacer uso como porcentaje en función del peso del cemento. Asimismo, indicar que no hay sustitución, sino adición con respecto a este material como se muestra en el diseño

de concreto con 5% y 10% de vidrio reciclado.

4.2.3. Diseño de concreto con 5% vidrio reciclado

A) VALORES DE DISEÑO

1	Asentamiento	4 1/4	pulg
2	Tamaño máximo nominal	3/4 "	
3	Relación agua cemento	0.615	
4	Agua	225	
5	Total de aire atrapado %	2.0	
6	Volumen de agregado grueso	0.35	

B) ANÁLISIS DE DISEÑO

FACTOR CEMENTO	366.070	Kg/m³	8.6	Bls/m³
Volumen absoluto del cemento		0.1173	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua		0.2250	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³	
				0.362
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				
Volumen absoluto del Agregado fino		0.2861	m ³ /m ³	0.638
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3516	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000

C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO

C	366	Kg/m ³
A	225	Lt/m ³
A.F.	755	Kg/m ³
A.G	932	Kg/m ³
Vidrio reciclado (5% del peso de cemento)	18.304	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2278	Kg/m³

D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

A.F. húmedo	766.5	Kg/m ³
A.G húmedo	932.7	Kg/m ³

E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS

	%	Lts/m ³
A.F.	0.00	0.0
A.G	0.90	8.4
Agua de mezcla corregida		233.4
		Lts/m³

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

C (reajustado)	380	Kg/m ³
----------------	-----	-------------------

A	233	Lts/m ³
A.F.	767	Kg/m ³
A.G	933	Kg/m ³
Vidrio reciclado (5% del peso de cemento)	18.304	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2312	Kg/m³

G) CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)

C	18.99	Kg
A	11.67	Lts
A.F.	38.33	Kg
A.G	46.63	Kg
Vidrio reciclado (5% del peso de cemento)	915.2	g

PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)		PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0	C	1.0
A.F	2.02	A.F	1.97
A.G	2.46	A.G	2.80
H2o	26.1	H2o	26.1

4.2.4. Diseño de concreto con 10% vidrio reciclado

A) VALORES DE DISEÑO

1	Asentamiento	4	pulg
2	Tamaño máximo nominal	3/4 "	
3	Relación agua cemento	0.615	
4	Agua	225	
5	Total de aire atrapado %	2.0	
6	Volumen de agregado grueso	0.35	

B) ANÁLISIS DE DISEÑO

FACTOR CEMENTO	366.070	Kg/m³	8.6	Bls/m³
Volumen absoluto del cemento		0.1173	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua		0.2250	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³	
				0.362
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				
Volumen absoluto del Agregado fino		0.2861	m ³ /m ³	0.638
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3516	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000

C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO

C	366	Kg/m ³
A	225	Lt/m ³
A.F	755	Kg/m ³
A.G	932	Kg/m ³
Vidrio reciclado (10% del peso de cemento)	36.607	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2278	Kg/m³

D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

A.F húmedo	766.5	Kg/m ³
A.G húmedo	932.7	Kg/m ³

E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS

	%	Lts/m ³	
A.F	0.00	0.0	
A.G	0.90	8.4	
			Lts/m³
Agua de mezcla corregida		233.4	³

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

C (reajustado)	380	Kg/m ³
A	233	Lts/m ³
A.F.	767	Kg/m ³
A.G	933	Kg/m ³
Vidrio reciclado (10% del peso de cemento)	36.607	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2312	Kg/m³

G) CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)

C	18.99	Kg
A	11.67	Lts
A.F.	38.33	Kg
A.G	46.63	Kg
Vidrio reciclado (10% del peso de cemento)	1830.4	g

PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)

C	1.0
A.F	2.02
A.G	2.46
H2o	26.1

PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)

C	1.0
A.F	1.97
A.G	2.80
H2o	26.1

4.2.5. Resumen de las dosificaciones de las muestras de estudio

A continuación, se detallan las dosificaciones obtenidas en el diseño de mezcla del concreto patrón, que han cumplido con la normativa vigente ACI 211, empleando materiales como agregado fino y agregado grueso de la Cantera Trapiche. En la siguiente tabla se encuentran los materiales indispensables para la preparación de la mezcla de concreto patrón conformada así por 18.99 kg de cemento, 11.67 lts, 38.33 kg y 46.63 kg para agregado fino y grueso respectivamente por 1 m³.

Tabla 9

Cantidad de materiales concreto patrón.

Materiales (50 lt.)	Cantidad	Unidad
Cemento (C)	18.99	Kg
Agua (A)	11.67	Lts
Agregado fino (A. F)	38.33	Kg
Agregado grueso (A.G)	46.63	Kg

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la proporción en peso de la misma dosificación a 1 pie³ (húmedo), se consideró C: A.F: A.G:A, con una dosificación de 1.00:2.02:2.46:26.1. Mientras que, en la proporción en volumen de la misma mezcla de concreto patrón, se consideró C:A.F: A.G:A, con una dosificación de 1.00:1.97:2.80:26.1, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 10

Proporción en peso y volumen de concreto patrón.

	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
C	1.00	1.00
A.F	2.02	1.97
A.G	2.46	2.80
H2o	26.1	26.1

Nota. Elaboración propia.

Concreto + 5% vidrio reciclado

En la siguiente tabla se muestran los materiales indispensables para la preparación de la mezcla de concreto con adición del 5% de vidrio reciclado conformada así por 18.99 kg de cemento, 11.67 lts, 38.33 kg y 46.63 kg para agregado fino y grueso respectivamente y 915.20 gr de vidrio reciclado por 1 m³. Esta última cantidad de vidrio reciclado fue obtenida como adición proporcional al porcentaje del 5% de la cantidad de cemento.

Tabla 11

Cantidad de materiales concreto+ 5% vidrio molido.

Materiales (50 lt.)	Cantidad	Unidad
Cemento	18.99	Kg
Agua	11.67	Lts
Agregado fino	38.33	Kg
Agregado grueso	46.63	Kg
Vidrio reciclado (5% del peso de cemento)	915.20	g

Nota. Elaboración propia

Concreto + 10% vidrio reciclado

Finalmente, en la siguiente tabla, se obtiene los materiales indispensables para la preparación de la mezcla de concreto con adición del 10% de vidrio reciclado conformada así por 18.99 kg de cemento, 11.67 lts, 38.33 kg y 46.63 kg para agregado fino y grueso respectivamente y 1830.40 gr de vidrio reciclado por 1 m³. Esta última cantidad de vidrio reciclado fue obtenida como adición proporcional al porcentaje del 10% de la cantidad de cemento, como se puede visualizar a continuación.

Tabla 12*Cantidad de materiales concreto+ 10% vidrio molido.*

Materiales (50 lt.)	Cantidad	Unidad
Cemento	18.99	Kg
Agua	11.67	Lts
Agregado fino	38.33	Kg
Agregado grueso	46.63	Kg
Vidrio reciclado (10% del peso de cemento)	1830.4	g

Nota. Elaboración propia.

4.3. Influencia ante cargas de diseño

Para determinar la influencia que pueda presentar un concreto mejorado con adición de vidrio reciclado ante cargas de diseño en un pavimento, es necesario contar con las cargas reales de la zona de estudio, con el fin de tener en cuenta ello.

4.3.1. Cargas en la zona de estudio

Se realizó un conteo de tráfico en un punto específico de la Avenida LM- 797, denominado "Estación 01", tomando en consideración una ubicación específica con un mayor flujo de vehículos durante el día en una semana.

Tabla 13*Conteo vehicular de lunes a domingos*

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Station Wagon	178	231	206	226	195	229	185
Pick Up	100	106	57	51	83	44	106
Panel	59	82	33	67	53	74	82
Rural Combi	156	133	164	148	207	245	117
Micro	12	11	16	19	14	17	11
Bus 2E	7	9	13	7	7	23	9
Bus 3E	0	0	0	2	0	10	0
Camion 2E	48	45	40	37	34	18	45
Camion 3E	21	18	21	18	13	16	18
Camion 4E	3	3	3	4	5	12	5
Semi Trayler 2sw2s2	10	10	10	12	10	10	10
Semi Trayler 2se	1	1	1	1	2	7	1
Semi Trayler 3sw3s2	3	3	4	3	2	4	3
Semi Trayler 3s3	7	9	9	5	6	7	9
Semi Trayler 2T2	8	9	10	5	7	5	9
Semi Trayler 2T3	1	1	2	3	1	1	1
Semi Trayler 3T2	2	2	2	3	4	2	2
Semi Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0
SUB-TOTAL	917	899	783	902	891	936	808
TOTAL	6136						

Nota. Elaboración propia.

Para ello, se detalló la frecuencia que cuenta cada vehículo al día, la cual comienza a detallarse desde los autos. Según la figura 1 los autos pasan 10 veces con frecuencia, en un tiempo, de los cuales los autos 3 veces entre la hora 2-4 de la

madrugada y 14-15 pm y 22 – 23 pm 11 veces en un tiempo de 4 horas y 13 en un tiempo de 2 horas.

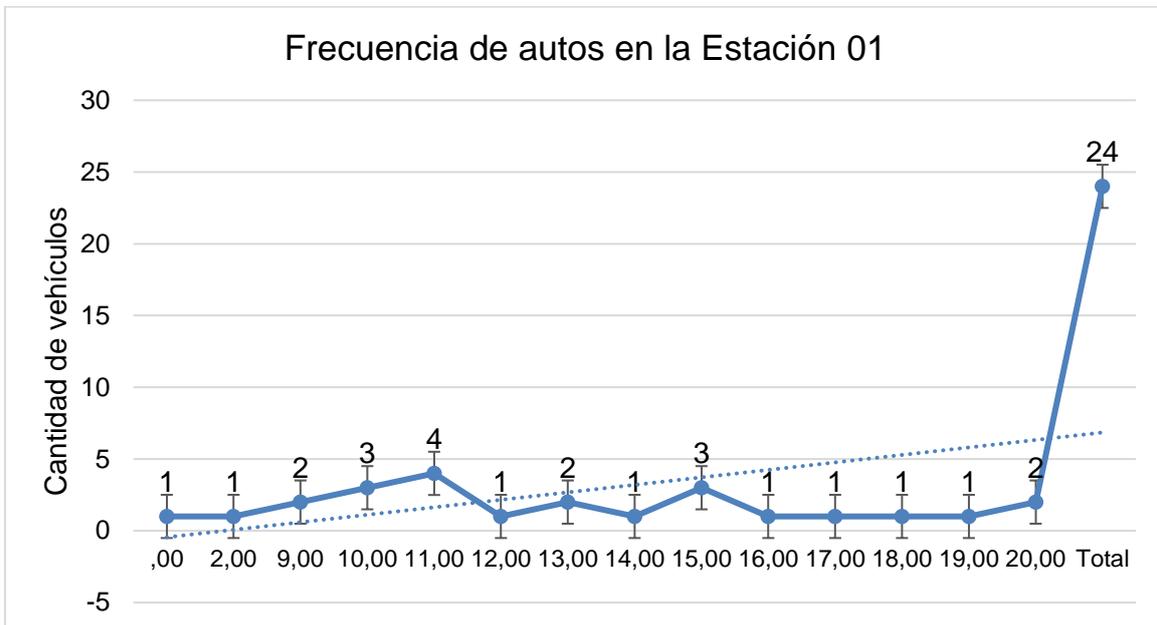


Figura 10. Frecuencia de autos en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Mientras que, en la siguiente figura, se evidencia que, los Station Wagon pasan 4 veces con frecuencia, en un tiempo las 9 de la mañana y 3 veces entre las 3am, 4am, 5 am y 2 veces entre las 6 am,8am ,11am y 16 am.

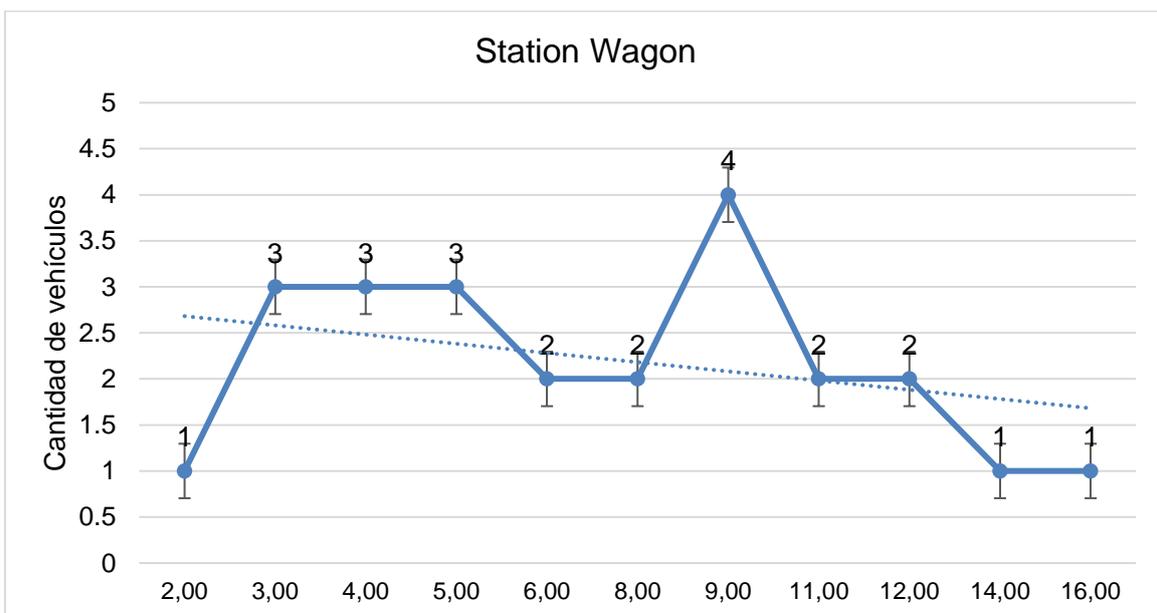


Figura 11. Frecuencia de Station Wagon en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, los Pick Up pasan 6 veces con frecuencia, en un tiempo las 2am, 4 veces a las 4 am, 3 veces a las 5 am, 6 am y 9 am respectivamente.

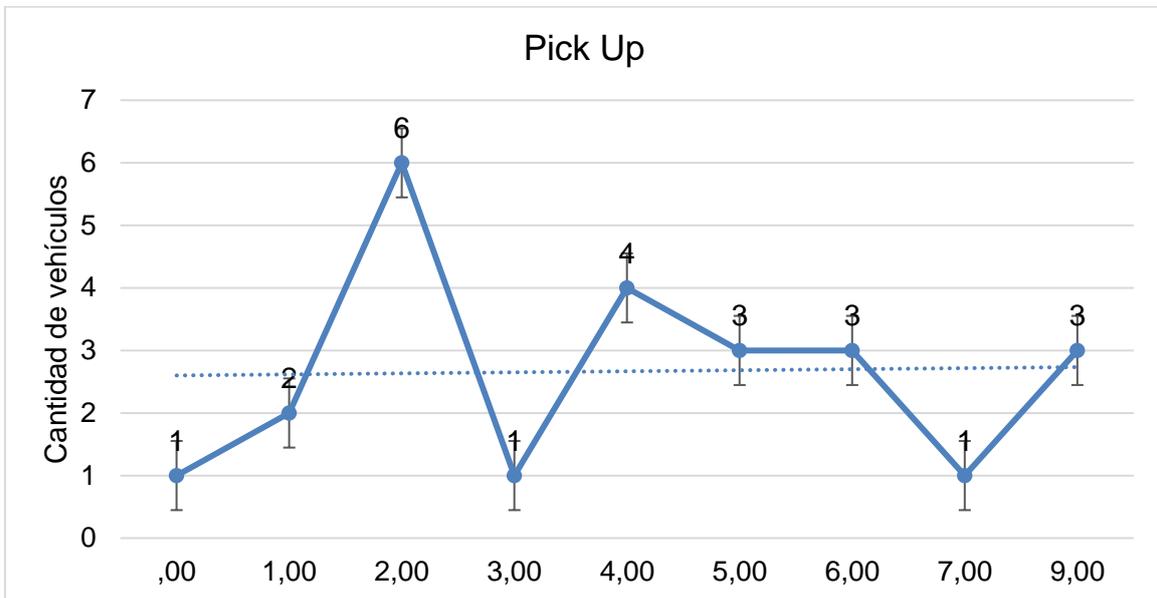


Figura 12.. Frecuencia de pick up en la estación 01.

Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, los Pick Up pasan 6 veces con frecuencia, en un tiempo las 2am, 4 veces a las 4 am, 3 veces a las 5 am, 6 am y 9 am respectivamente.

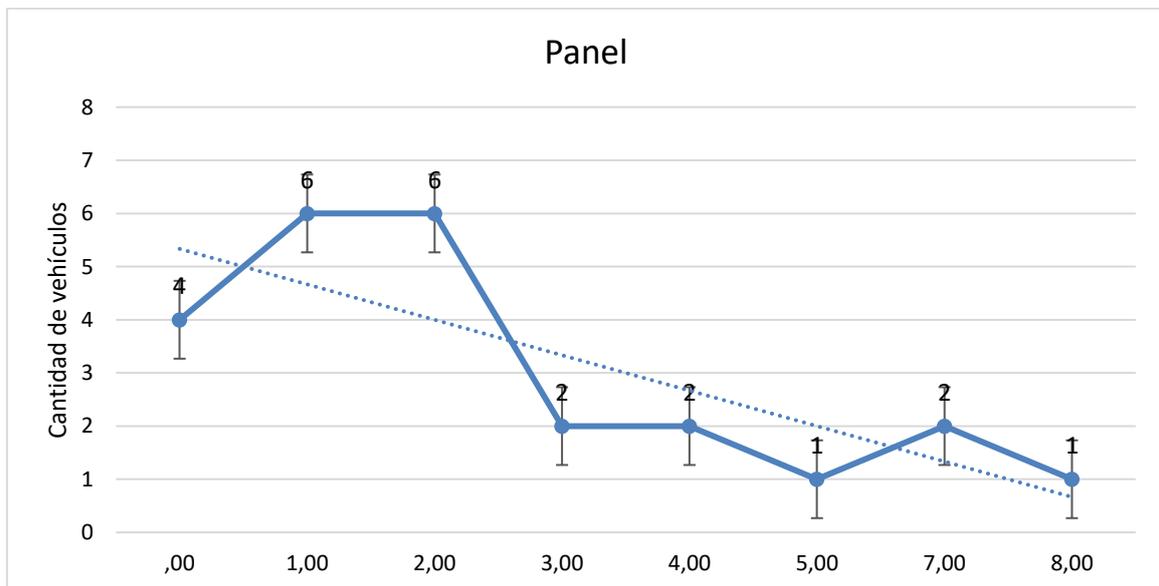


Figura 13. Frecuencia de paneles en la estación 01.

Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, la rural combi pasa 3 veces con frecuencia 12 am, 1 am

y 9 am, 2 veces a las 1 am, 5am,11am ,1pm y 1 vez a las 3 am y 6 am, 7 am, 8am.

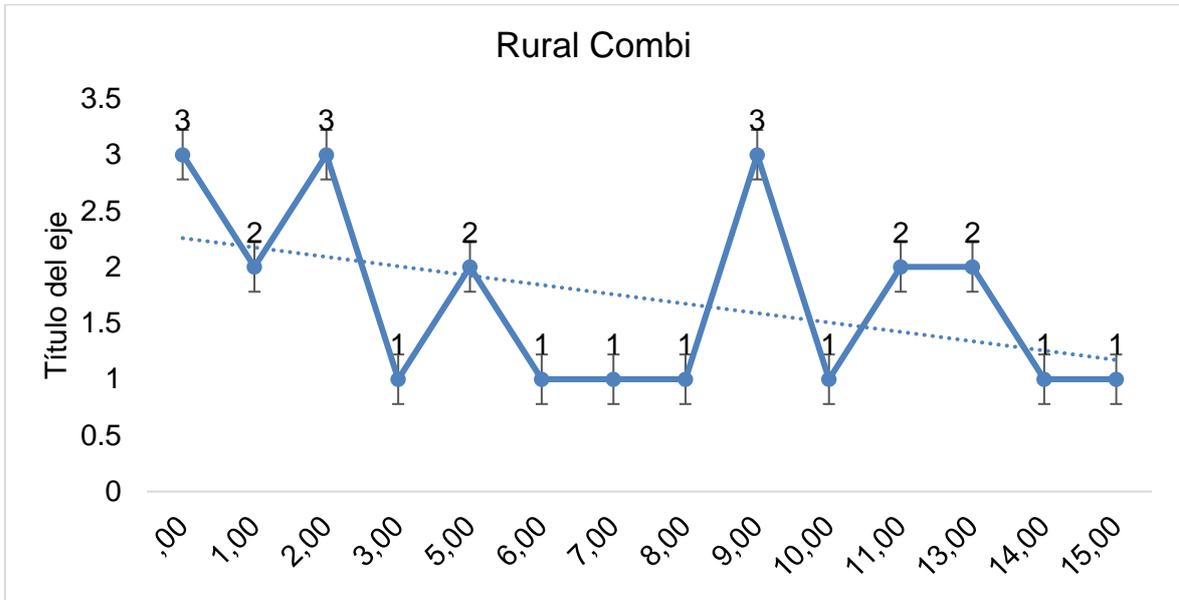


Figura 14. Frecuencia de rurales combis en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, los micros pasan 14 veces con frecuencia 0 am, 8 veces a las 1 am y 2 veces a las 2 am.

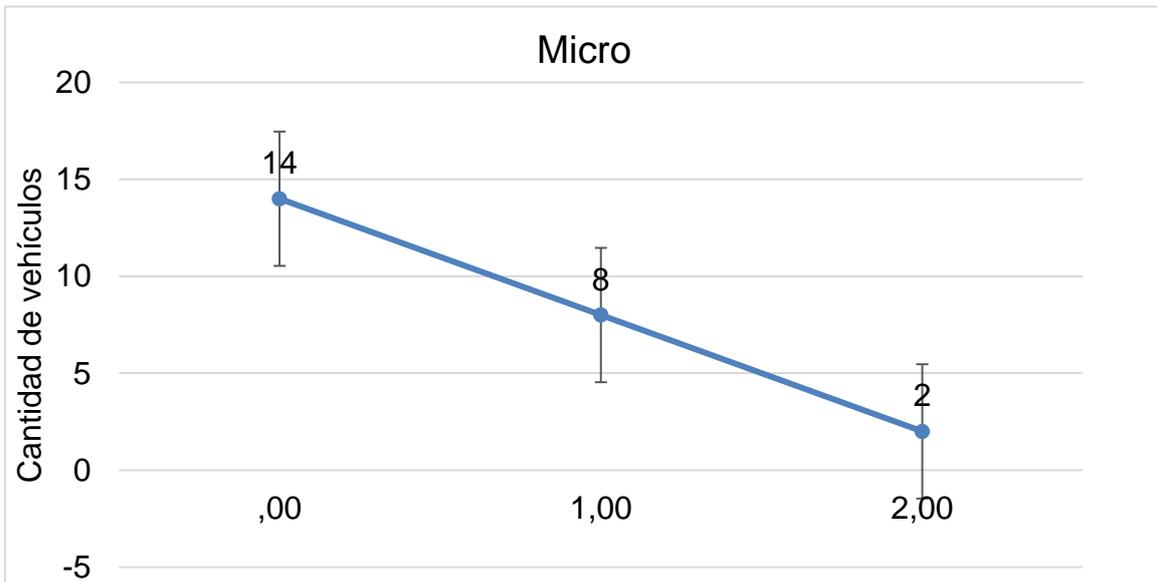


Figura 15. Frecuencia de micros en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, los Buses 2E pasan 19 veces con frecuencia 0 am, 3 veces a las 1 am y 2 veces a las 2 am.

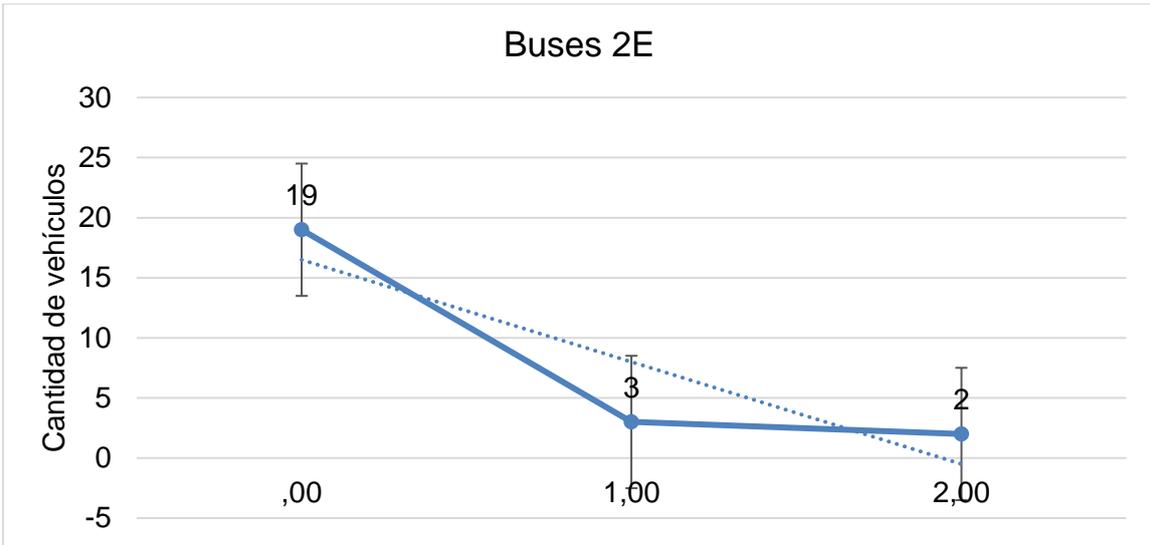


Figura 16. Frecuencia de buses 2E en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, los Buses 3E pasan 24 veces con frecuencia cada hora.



Figura 17. Frecuencia de buses 3E en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Según la siguiente figura, los camiones 2E pasan 10 veces con frecuencia a las 0 am y 3 veces. Mientras que a la 1 am y 3 am, y 2 veces a las 1 am y 5 am.

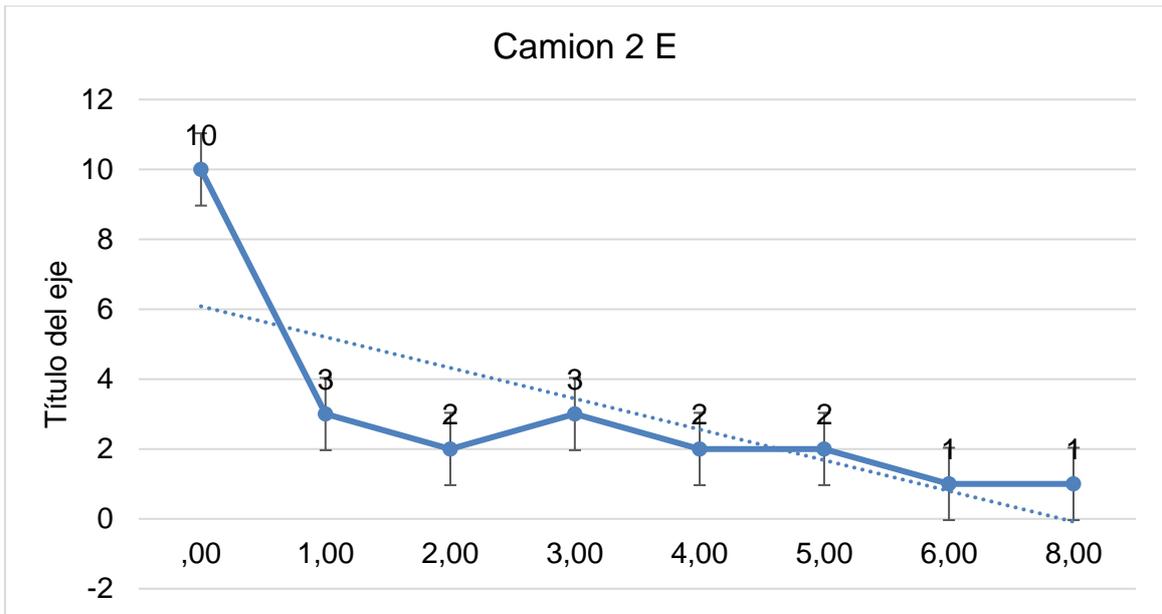


Figura 18. Frecuencia de camiones 2E en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Según la figura, los Buses 3E pasan 16 veces con frecuencia 0 am y 4 veces a las 1 am y 3 veces a las 4 am y 1 ves a las 5 am.

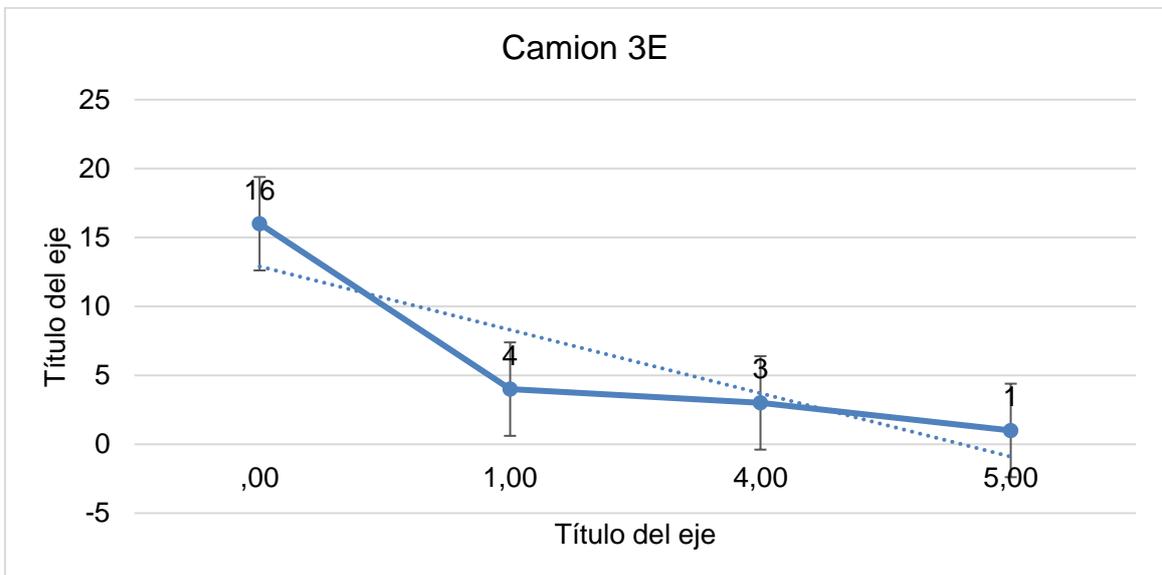


Figura 19. Frecuencia de camiones 3E en la estación 01.
Elaboración propia, 2021.

Asimismo, se puede determinar que en la estación 01 de estudio, existe un movimiento de una semana con un total de autos de 6036 vehículos en total, la cual está conformado por 917 vehículos el día lunes, 899 vehículos el día martes, 783 vehículos el día miércoles, 902 vehículos el día jueves, 891 vehículos el día

viernes, 836 vehículos el día sábado y 808 vehículos el día domingo, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 14
Cantidad de vehículos diarios.

Tipo de vehículo	Cantidad de vehículos
Lunes	917
Martes	899
Miércoles	783
Jueves	902
Viernes	891
Sábado	936
Domingo	808
Total	6 136

Nota. Elaboración propia.

Por lo tanto, en un 1 año

1 año = 48 semanas

$(6136) * 48 = 294, 528$ Unidades.

Según el gráfico se hizo un cálculo al volumen de tránsito a la semana Auto, Station Wagon, Pick Up, Panel, Rural Combi, Micro, Bus 2E, Bus 3E, Camión 2E, Camión 3E, Camión 4E, Semi Tráiler 2SW2S2, Semi Tráiler 3S3, Semi Tráiler 2t2, Semi Tráiler 2T3, Semi Tráiler 3T2, Semi Trayler 3T3.

Tabla 15*Volumen de tránsito semanal.*

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD	EJES	PESO	LLANTAS
Auto	1665	3330	11655	6620
Station Wagon	2611	2900	10150	5800
Pick Up	2285	1094	6017	2188
Panel	831	900	3150	1800
Rural Combi	726	2340	12870	4680
Micro	1887	200	1100	400
Bus 2E	161	150	1200	300
Bus 3E	121	36	216	96
Camión 2E	24	534	6141	1068
Camión 3E	401	500	2875	750
Camión 4E	190	140	875	280
Semi Trayler 2sw2s2	61	360	1656	720
Semi Trayler 2se	114	56	322	112
Semi Trayler 3sw3s2	25	110	506	220
Semi Trayler 3s3	34	312	2496	624
Semi Trayler 2T2	79	212	2120	424
Semi Trayler 2T3	79	50	470	530
Semi Trayler 3T2	16	85	799	100
Semi Trayler 3T3	0	0	0	0
TOTAL	11310	13309	64618	26712

Nota. Elaboración propia.

Peso Total Anual es la Carga que recibirá en un año.

$$64618(\text{tn/semanas}) (48\text{año/semanas}) = 3\,101,664\text{tn /año}$$

$$\text{Conversión } 3\,101,664\text{tn} \cong 2204.6\text{lb}$$

$$\text{Conversión } 3\,101,664\text{tn} * 1\text{tn}/2204.6\text{lb} \cong 6.836606746*(10)^9 \text{lb}$$

4.3.2. Diseño de pavimento rígido

Tasa de crecimiento vehicular R = 5 %

Tiempo útil n = 20

Factor de vehículos pesados

$$Fca. = Factor Fc = \frac{(1+r)^n - 1}{r} = 33$$

N de calzadas, sentidos y Carriles por sentido 2 sentidos y 1 carril

Factor direccional*factor carril (FD*Fca.) (FD*Fca.) = 0.50

$$\#EE = 365 * (\sum fIMDa) * Fd * Fc * Fca$$

$$ESAL \ 289,728(0.50) = 144864 \text{ nuestra realidad}$$

CBR mínimo sub base (%) 40%

Espesor subbase granular MTC 15

Coefficiente de reacción cambiada (kc) 52

Índice de serviciabilidad según rango de tráfico 4.10

Índice de serviciabilidad inicial 2.00

Diferencial de serviciabilidad (Δ) 2.10

Nivel de confiabilidad 90%

Números de ejes equivalentes (ESAL)

Nota: según la figura 13 se tomaron 2 sentidos y 1 carril aplicando AASHTO 93

$$Fuerza \ de \ Crecimiento = Fc = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Según las normas el crecimiento MTC vial se encuentra del 2% al 6% según el Ministerio de Transporte de Carreteras y Comunicaciones el trabajo de

Investigacion Titulado Manual de Carreteras DG (2018) y Manual de Suelos Geologia y Geotecnia y Pavimentos del Perú (2013).

Aplicando a la realidad peruana:

$$Fuerza\ de\ Crecimiento = Fc = \frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05} = 33$$

$$\begin{aligned} \#EE &= EE_{auto} + EESW + EEPick\ Up + EERural\ Combi + EEBus2E + EEBus3E \\ &+ EECamion2E + EECamion3E + EECamion4E \\ &+ EESemiTrayler2sw2s3 + EESemiTrayler2sw3s2 \\ &+ EESemi\ Trayler3s3 + EETrayler\ 3s3 + EETrayler2t2 \\ &+ EETrayler2t3 + EETrayler3t2 + EEtrayler3t3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \#EE &= \left(\frac{auto}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{Sw}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{Pick\ Up}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{Panel}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{RuralCombi}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{Micro}{6.6}\right)^{4.1} \\ &+ \left(\frac{bUS2E}{13}\right)^{4.1} + \left(\frac{bUS3E}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{Camion2E}{13.0}\right)^{4.1} + \left(\frac{Camion3E}{13.3}\right)^{4.1} \\ &+ \left(\frac{Camion4E}{16.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST2sw2s3}{16.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST2sw3s2}{16.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST2sw3s3}{17.5}\right)^{4.1} \\ &+ \left(\frac{ST3s3}{17.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{T2t2}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T2t3}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T3t2}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T3t3}{17.5}\right)^{4.1} \end{aligned}$$

$$EE = 15.6$$

$$w18 = \sum EE_i * Fca * 365$$

$$w18 = (15.6) (33)(365) = 187902 = 18.7902 * (10)^4$$

Utilizando el ábaco corresponde 200cpi.

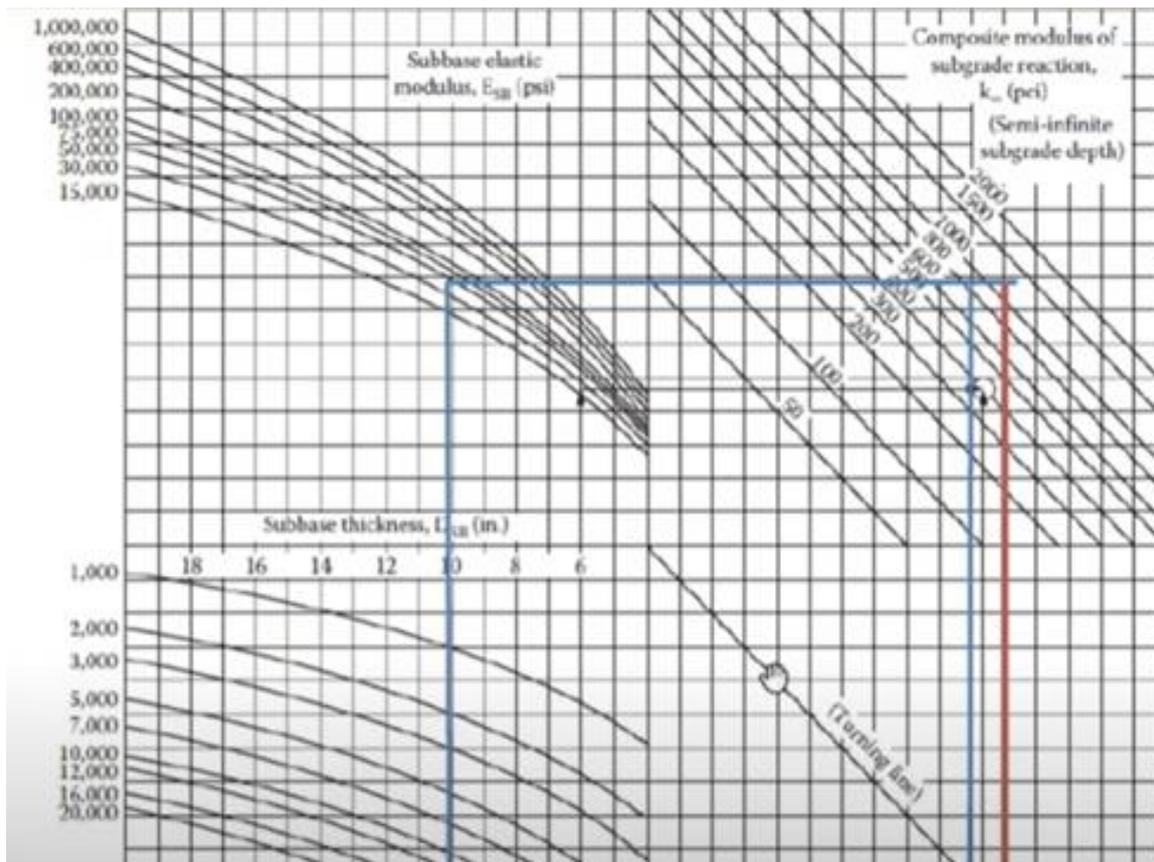


Figura 20. Observando el ábaco perteneciente a 200 pci.
Elaboración propia, 2021.

TP1 es considerado tráfico pesado.

R= Nivel de confiabilidad 70%

Desviación estándar Normal - 0.524

Índice de serviciabilidad según tabla

Índice serviciabilidad inicial = 4.10

Índice de serviciabilidad final = 2

Variación (Δ)= 2.10

El manual permite utilizar $S_o=0.35$

AASSTO $0.30 < S_o < 0.40$

Se llega a la conclusión de una losa de concreto de 30cm aproximadamente de

este material observando la tabla de ábaco.

Teniendo en consideración, se tiene una transferencia de carga “J”, de concreto con pasadores con un valor de 2.80.

Coefficiente de drenaje “Cd”, tiene una condición de drenaje buena, presentando una Cd= 1.00.

Según la figura corresponde un espesor de rodadura de 80mm porque el Fp es 1 y es un valor factible a la Obra de Ingeniería.

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20

Figura 21. Presión del contacto del neumático PCN en psi según su espesor de capa de rodadura (mm).

Cálculo del Módulo de Reacción de la Subrasante K

$$ME = MR \rightarrow MR = ME = 2555(46.125)^{0.64}$$

$$ME = MR = 29669.4973 = 2.9(10)^4 \frac{lb}{in^2}$$

Hormigón

El control de la resistencia característica será aquella definida en el proyecto.

Consumo mínimo de cemento Cmin = 320Kg/m³ Hormigón

Nota importante de acuerdo al análisis CBR salió un promedio de 46.125 % las Norma según MTC piden 30% mínimo, el único detalle tiene una baja el CBR (95%MDS) 0.1pulg 31.7%, otro dato importante tiene picos de 45.8% (100%) CBR (100%MDS) y 62.8% y 44.2%(95%MDS) demostrando el análisis de laboratorio óptimo. Al presentar una sub rasante mayor de 30%, se considera un suelo con presencia de un CBR excelente.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación realizó la incorporación de vidrio reciclado en mezcla de concreto para pavimentos rígidos, obteniendo así resistencia a la compresión de las muestras patrón de 242.08 kg/cm², del concreto con 5% de vidrio reciclado con un valor de 268.13 kg/cm² y con la adición de 10% de vidrio reciclado con un valor de 253.34 kg/cm².

En la investigación de Bedoya y Dzul (2015) afirmaron que, la adición de agregados reciclados tanto gruesos como finos en un porcentaje de adición de 25%, 50% y 100%, obteniendo un asentamiento de 6.84", 6.50", 6.35" y 6.05" respectivamente. Y en cuanto a su ensayo a la compresión, se logró obtener resistencias de 23.51 Mpa, 22.91 Mpa, 22.28 Mpa y 20.33 Mpa respectivamente a los 28 días.

Lobatón (2019), en su investigación determinó que, las muestras de concreto con vidrio del tamiz N° 30 superó la resistencia del concreto patrón en un 1.4%, las muestras de concreto con vidrio del tamiz N° 4 superó la resistencia del concreto patrón en un 3.37%.

Así como, Rojas (2015), en su investigación obtuvo una resistencia a la compresión de 184.00 kg/cm² a los 7 días, 220.40 kg/cm² a los 14 días, 245.40 kg/cm² a los 21 días y 318.75 kg/cm² a los 28 días, en la muestra de concreto con la adición mínima de vidrio molido.

En la investigación de Carrasco (2019) en su propuesta de tesis, obteniendo como resultados de la muestra de concreto patrón, una resistencia a la compresión promedio a los 28 días de 384.13 kg/cm², mientras que, para las muestras de estudio de 5% microsílíce y 0.5% policarboxilato, con una resistencia de 413.63 kg/cm², en la adición de 7.5% microsílíce y 0.5% policarboxilato obtuvo un valor de 415.13 kg/cm², la muestra adicionada en 7.5% microsílíce y 1% policarboxilato, obteniendo así un valor de 392.88 kg/cm² y la adición de 7.5% microsílíce y 2% policarboxilato, obteniendo así un valor de 451.63 kg/cm². Finalmente, para las muestras de concreto con adición de 10% MC+ 0.5% AD, una resistencia promedio de 936.25 kg/cm², y una muestra modificada de 10 % MC+ 1% AD con un valor de 988.25 kg/cm² y en la muestra de 10 % MC+ 2% AD con un valor de 462.13 kg/cm².

Walhoff (2017), en su investigación afirmó que, existió una influencia significativa en la resistencia a la compresión a los 21 días de una mezcla de concreto con la adición de vidrio molido en una proporción del 5% de reemplazo al cemento en su diseño de mezcla. Siendo así, una investigación con resultados similares a la presente alternativa propuesta. Sin embargo, en esta investigación no solo existe poca influencia con la adición en un 5%, sino también en un 10% a los 21 días y a los 14 días, en una mezcla con una proporción del 15%.

En esta investigación, las mismas muestras sometidas a flexión, lograron alcanzar resistencias de 41.13 kg/cm², 45.21 kg/cm² y 43.24 kg/cm² en cada una, tanto para la muestra de concreto patrón, muestra de concreto con 5% vidrio reciclado y muestra de concreto con 10% de vidrio reciclado respectivamente. Asimismo, Lobatón (2019), determinó que, a esfuerzos de flexión, se llegó a obtener a los 28 días, un módulo de rotura de 45.91 kg/cm² permitiendo así la reducción del espesor de su carpeta de rodadura. Mientras que, a flexión, las muestras con vidrio tamiz N° 16 y N° 8, no superó en la resistencia del concreto convencional y produce así el incremento del espesor del pavimento.

Rojas (2015), presentó una dosificación para un concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm², agregando así un porcentaje mínimo de vidrio de 1: 1.68: 2.87: 0.06Kg/bls / 22.7 lts/bls, la cual fue diseñada por el método ACI.

Esta investigación brindó como aporte, que el porcentaje más óptimo de adición para las mezclas de concreto fue del 5% de vidrio reciclado. Mientras que, en la investigación de Freire (2018), afirmó que la adición del 12% fue considerado como el valor más óptimo, al cumplir con la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos en mezclas asfálticas.

En el diseño de mezclas de esta investigación, se logró determinar la siguiente dosificación para la mezcla de concreto patrón conformada así por 18.99 kg de cemento, 11.67 lts, 38.33 kg y 46.63 kg para agregado fino y grueso respectivamente por 1 m³. Mientras que, para las mezclas con adición del 5% y 10% de vidrio reciclado, solo se realizó la incorporación de este material con un valor de 915.20 gr y 1830.40 gr respectivamente.

Asimismo, Walhoff (2017), realizó su diseño de mezclas cumpliendo con la Norma ACI 211, con una elección de slump o asentamiento de 3" a 4", considerándose una mezcla plástica y bajo las características físicas de sus agregados, se obtuvo un peso de agregado grueso húmedo de 1000,08 kg, agregado fino en 807.83 kg, agua efectiva de 204.77 lts.

Bedoya y Dzul (2015), en su investigación, determinó una dosificación de la incorporación de agregados reciclados en un 0%, 25%, 50% y 100% de adición, con un consumo de cemento de 394.40 kg/m³, 402.23 kg/m³, 411.43 kg/m³ y 424.76 kg/m³ respectivamente y un consumo de agua total de 181.89 kg/m³, 189.35 kg/m³, 198.27 kg/m³ y 213.17 kg/m³ respectivamente para cada muestra de estudio.

Finalmente, esta investigación realizó su diseño de pavimento rígido obteniendo una losa de concreto con un espesor de 30 cm, considerando un conteo vehicular de 6136 vehículos en la semana, un $W18 = 18.7902 * (10)^4$ y un suelo con un C.B.R promedio de 46.15%, lo que representa a una calificación buena o excelente.

Sin embargo, también existe la adición de vidrio molido en mezclas asfálticas en pavimentos flexibles, como lo manifiesta en su investigación Freire (2018) en su investigación denominada "Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación", la adición de vidrio molido en mezclas con dosificaciones de 3% y 6% de adición, variando así de manera significativa tomando una tendencia constante. La determinación del porcentaje de adición más óptimo fue del 6%.

El incremento de vidrio molido se observan variaciones de manera significativa, obteniendo principalmente de adición del 0% de vidrio, obtuvo una estabilidad 4720 y flujo de 13,17, con adición del 3% de vidrio fue de 5950 y 14,05 respectivamente, para las muestras con adición del 6% de 5970 y 12,78 respectivamente. Y para la adición del 9% de vidrio, se logró obtener una estabilidad de 5302 y un flujo de 13,62, mientras que, para la adición del 12%, se obtuvo 5383 y 13,53 respectivamente. Finalmente, para la adición del 15%, se logró obtener una estabilidad de 5455 y un flujo de 14,17.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación se concluyó que el vidrio reciclado influencia de manera significativa en su resistencia a compresión como flexión en un concreto de un pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021, la cual se evidencia que la incorporación del 5% de vidrio reciclado presenta una más alta correlación en su resistencia frente a la adición del 10% de vidrio reciclado. Al igual en su resistencia a flexión, que esta dosificación resulta ser la más óptima en adición para un concreto de pavimento.

Se concluyó que, el porcentaje de vidrio incorporado en el diseño de mezcla del concreto no fue en reemplazo de la arena gruesa, ya que, el vidrio reciclado por presentarse de forma triturada, sus partículas presentaron mayor porcentaje retenido después de la malla N° 4, por lo que, se consideró su adición y no como sustitución en función al porcentaje del peso de cemento en el diseño de mezcla, obteniendo así, resultados favorables en el comportamiento mecánico del concreto.

En esta alternativa propuesta de diseño de un pavimento rígido, considerando las cargas de tránsito en una losa de concreto mejorada con la adición de fibra de vidrio con un espesor de 30cm, obtuvo en su zona de estudio una subrasante, un C.B.R promedio de 46.15%, lo que representa a una calificación buena o excelente. Así como también, en el volumen de tráfico fue de 1665 Autos que equivale el 27% y Station Wagon habiendo 1450 unidades que equivale el 23% y Pick Up con 547 unidades que equivale el 8.9% y así clasificó a su tráfico como una categoría pesada TP1 y pertenece un $W18 = 18.7902 * (10)^4$. De esta manera, se puede determinar que la incorporación de vidrio reciclado influencia ante las cargas de diseño, ya que, al obtener mejores resistencias, mayor rigidez presenta esta infraestructura.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el estudio de mayores porcentajes de adición de vidrio reciclado, para poder generar una curva resistencia vs porcentaje de adición continua, que permita tener como referencia diversas alternativas de adición de vidrio reciclado.

Se sugiere que sería recomendable realizar el reemplazo del cemento con la incorporación de vidrio reciclado en un rango no mayor al 5% de adición, ya que, presenta una buena influencia en su resistencia a la compresión y flexión.

Se recomienda realizar el análisis de la influencia que presenta la incorporación de vidrio reciclado como sustituto de cemento, así como, cantidades adicionales a la dosificación, siendo porcentaje de la cantidad de cemento, sin reducir esta misma dentro de la mezcla.

Se sugiere realizar un análisis costo- beneficio de las alternativas más eficientes de adición de vidrio reciclado en mezcla de concreto, con el fin, de poder brindar no solo una propuesta adecuada en el aspecto técnico, sino también económico e incluso ambiental (si se cree necesario).

REFERENCIAS

- Almengor, A., Gutiérrez, N., Moreno, J., & Caballero, K. (2016). Reciclaje de materiales para la elaboración de bloques bioamigables. *Revistas Universidad Tecnológica de Panamá*.
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1460/html>
- Alvarado, J., & Freile, F. (2015). *Propuesta de un programa de mantenimiento de la vía Izamba- Pillaro, provincia de Tungurahua*. PUCE, Ecuador. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
[http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9598/ALVARADO%20OF REILE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9598/ALVARADO%20OF%20REILE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela. Caracas: Editorial Episteme.
- Asenjo, D. (2017). *Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI- Jaén 2016*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Cajamarca: UNC.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1514>
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. (U. N. Colombia, Ed.) *Revista ingeniería de construcción*, 30(2). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Pearson.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo
- Cantuarias, L., & Watanabe, J. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la Avenida Camino Real de la Urbanización La Riconada del distrito de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo: UPAO.
- Carrasco, R. (2019). *Resistencia por compresión y módulo de rotura en pavimentos rígidos, incorporando microsílíce y un policarboxilato*. Universidad Ricardo

Palma. Lima: URP.

Chavarry, G. (2018). *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la Cantera Talambo, Chepén*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque. Chiclayo:
USAT.[http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_Chavarry Boy Guido.pdf.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_Chavarry_Boy_Guido.pdf.pdf)

Choque, H., & Ccana, J. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo super plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm²*. Universidad Andina del Cusco. Cusco: UAC.
http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/710/3/Juan_Hubert_Tesis_ba_chiller_2016_P_1.pdf

Coy, O. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52 a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI*. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Bogotá: UNIMILITAR.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16508/CoyPinedaOscarMauricio2017.pdf.pdf?sequence=1>

Delbene, O. (2018). *Solo el 24% de las rutas de Chile tienen pavimento y expertos critican lento avance*. <https://ich.cl/pavimentando/noticias-pavimentando/solo-el-24-de-las-rutas-de-chile-tienen-pavimento-y-expertos-critican-el-lento-avance/>

Fonseca, A. (2001). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Colombia. Agora Editores. <https://es.slideshare.net/carlonchosuicida/alfonsomontejo-fonseca-ingenieria-de-pavimentos>

Freire, K. (2018). *Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Ecuador. PUCE.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15089/TESIS-> 58

%20MEZCLA%20ASFALTICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lobatón, J. (2019). *Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la flexión del concreto estructural para pavimentos rígidos en la ciudad de Huancavelica, 2018*. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. [http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2816/TESIS-2019-ING.%20CIVIL-LOBAT%
c3%93N%20ESTRADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2816/TESIS-2019-ING.%20CIVIL-LOBAT%c3%93N%20ESTRADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2015). *Pavimentación en el Perú*. Oficina General de Planeamiento y Presupuesto- GTT. Lima: MTC.

Mori, J. C. (21 de 09 de 2016). Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú. ASOCEM, Perú. [http://www.asocem.org.pe/productos-
b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru](http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru)

NRMCA. (2018). El Concreto en la Práctica: CIP 16- Resistencia a Flexión del concreto. *NRMCA, National Ready Mixed Concrete Association, 2*. <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology, 35(1), 227-232*. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci_arttext

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima: SENCICO, MVCS.

Revista UCR. (2018). Infraestructura Vial. *Revista Universidad de Costa Rica (UCR)*. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/about>

Rodríguez, M., & Ruiz, M. (2016). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento

mediante ensayos de laboratorio. *Revistas UNC*.

Rojas, J. (2015). *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f'c=210$ kg/cm³ adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo: UPAO. http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2040/1/RE_ING.CIVIL_JOSE.ROJAS_RESISTENCIA.DEUN.CONCRETO.VIDRIO.SODICO_DATOS_.PDF

Salazar, A. (2008). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. México: IMCYC.

Sánchez, H., Reyes, C., y Mejia, K. (2018). *Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Torres, J. (2019). *Uso del vidrio reciclado en el diseño de Mezcla Asfáltica para la Av. Chulucanas entre Av. SánchezCerro y Av. Principal de Santa Margarita-Piura, 2018*. Universidad César Vallejo. Piura: UCV.

Walhoff, G. (2017). *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca- 2016*. Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Huaraz: UNASAM. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033_46910453_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yamunaque, J. (2016). *Tecnologías modernas de pavimentación para América Latina. Construyendo obras y caminos*, 18-21. <https://es.calameo.com/read/00485343534ee04562210>

Zeña, J. (2016). *Resistencia a la compresión de concretos con aditivos adherentes*. Chiclayo, Lambayeque, Perú: UNPRG. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1622/BC-TEST-TMP-452.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 16

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADOR	ÍNDICES	MÉTODOS
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:			Longitud (cm)	Tipo de Investigación: Aplicada
¿De qué manera influye el vidrio reciclado en el diseño del pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021?	Determinar de qué manera influye el vidrio reciclado en el diseño del pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021.	El vidrio reciclado influye significativamente en el diseño de pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.		Tamaño	Ancho (cm)	Nivel: Descriptivo
Problemas Específicas:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Variable Independiente:	Espesor	Espesor (mm)	Diseño: Experimental
¿De qué manera influye el vidrio reciclado en la resistencia a flexión y compresión del concreto para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021?	Determinar de qué manera influye el vidrio reciclado en la resistencia a flexión y compresión del concreto para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.	El vidrio reciclado influye significativamente en la resistencia a flexión y compresión del concreto en el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.	Vidrio reciclado	Cantidad de adición	Peso (kg) o Porcentaje (%)	Universo: Avenidas sin pavimentar en el distrito de Pachacamac. Muestra: Avenida LM-797 en el distrito de Pachacamac.
¿De qué manera influye el porcentaje de vidrio incorporado en el diseño de mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021?	Determinar de qué manera influye el porcentaje de vidrio incorporado en el diseño de mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido en la avenida LM-797, Pachacamac 2021.	El porcentaje de vidrio influye significativamente en la mezcla del concreto en reemplazo de la arena gruesa para el pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.		Resistencia a la flexión	Módulo de rotura (Mpa)	Técnicas: Observación y Análisis de contenido bibliográfico
¿De qué manera influye el vidrio reciclado ante las cargas del diseño estructural del pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021?	Determinar de qué manera influye el vidrio ante las cargas del diseño estructural del pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.	El vidrio reciclado influye significativamente ante las cargas del diseño estructural del pavimento rígido de la avenida LM-797, Pachacamac 2021.	Variable Dependiente:	Diseño estructural del pavimento rígido	Resistencia a la compresión Resistencia f'c=kg/cm2	Instrumentos: Ficha de observación y Guía bibliográfica
				Cargas de diseño estructural	Espesores de capas	

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 17

Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Vidrio reciclado	Freire (2018) afirma que el vidrio es un material inorgánico duro y frágil, este es un tipo de material cerámico amorfo y transparente.	El vidrio reciclado es un material que está compuesto por sílice y otras sustancias que le brinda las resistencias mecánicas necesarias para convertirse en un material adicionante.	Espesor	Longitud (cm)	Intervalo
				Ancho (cm)	Intervalo
			Pesos	Espesor (mm)	Intervalo
				Peso (kg)	Intervalo
Variable Dependiente: Diseño estructural del pavimento rígido	Asenjo (2017) afirma que el diseño estructural de un pavimento es un procedimiento que está condicionado por una serie de factores como la capacidad, resistencia del hormigón, y espesor de la losa.	El diseño estructural de un pavimento rígido está en función a la calidad de sus capas que lo conforman, una de estas se denomina "losa de concreto", la cual debe presentar una buena resistencia ya que, se considera un material de mayor importancia, por ser capaz de resistir esfuerzos a tensión.	Resistencia a la flexión	Módulo de rotura (Mpa)	Intervalo
			Resistencia a la compresión	F'c en kg/cm ²	Intervalo
			Cargas del diseño estructural	Espesores de las capas	Intervalo
					Intervalo

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3: Porcentaje de turnitin

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
7	kater2211.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Anexo 4: Documento de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MENDOZA IPARRAGUIRRE BRANDON MIGUEL, WILLCAMASCCO ESPEJO JUAN PEDRO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO VIDRIO RECICLADO EN LA AVENIDA LM-797, PACHACAMAC 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
MENDOZA IPARRAGUIRRE BRANDON MIGUEL DNI: 72925721 ORCID 0000000205855708	Firmado digitalmente por: BMENDOZAI el 01-08-2021 20:57:44
WILLCAMASCCO ESPEJO JUAN PEDRO DNI: 70124481 ORCID 0000000348390303	Firmado digitalmente por: JWILLCAMASCCOE el 01- 08-2021 20:57:54

Código documento Trilce: INV - 0370721

Anexo 5: Estudio de mecánica de suelos

Generalidades

El presente informe corresponde a los estudios de las propiedades físicas de los suelos realizada específicamente a tres muestras de suelo realizada una por cada exploración de calicatas en la zona de estudio, y así determinar sus condiciones de su naturaleza y condiciones del terreno en sí como sustento para el desarrollo del diseño de un pavimento rígido en la Avenida LM- 797 en el distrito de Pachacamac.

Propiedades físicas del suelo

1.1. Análisis granulométrico

Calicata 01

En esta tabla, se evidencia los porcentajes que pasan por cada tamiz seleccionado para el análisis granulométrico del material obtenido de la calicata C-01.

Tabla 18

Porcentaje de material que pasa de la C-01.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
5"	127.000	100.0
4"	101.600	100.0
3"	76.200	100.0
2 1/2"	63.300	73.3
2"	50.800	73.3
1 1/2"	38.100	64.2
1"	25.400	64.2
3/4"	19.000	58.5
1/2"	12.500	53.5
3/8"	9.500	50.3
Nº 4	4.750	43.6

Nº 10	2.000	33.9
Nº 20	0.840	27.1
Nº 40	0.425	21.4
Nº 60	0.250	15.7
Nº 100	0.150	7.0
Nº 200	0.075	3.3

Nota. Elaboración propia.

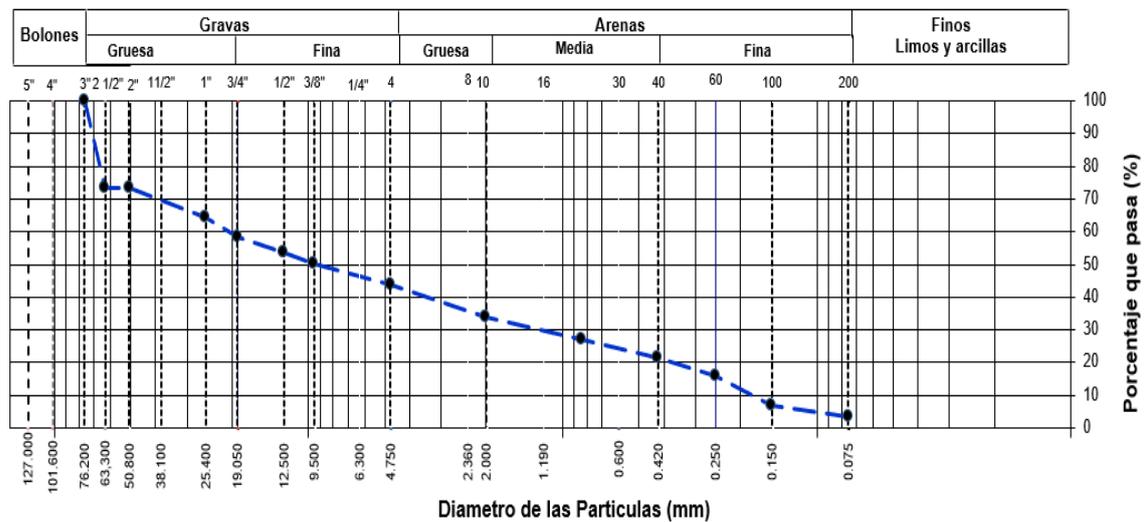


Figura 22. Curva granulométrica de la C-01.

Elaboración propia, 2021

A continuación, se puede visualizar en la siguiente tabla la composición de toda la muestra de estudio de la calicata C-01, presentando así un 56.40% de grava, 40.40% de arena y fino en un 3.3%.

Tabla 19

Composición del suelo de la C-01.

Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
56.4	40.4	3.3

Nota. Elaboración propia.

Mientras que, ya teniendo en consideración todos los datos anteriores, se puede clasificar este suelo como suelo GP según la clasificación SUCS y según AASHTO, se clasifica como un suelo A-1-A (0), grava pobremente gradada con arena.

Tabla 20*Clasificación del suelo de la C-01.*

Clasificación SUCS (ASTM D2487)	GP
Clasificación AASHTO (D3282)	A-1-A (0)
Nombre del grupo	Grava pobremente gradada con arena

Nota. Elaboración propia.

Calicata 02

En esta tabla se evidencia los porcentajes que pasan por cada tamiz seleccionado para el análisis granulométrico del material obtenido de la calicata C-02.

Tabla 21*Porcentaje de material que pasa de la C-02.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
5"	127.000	100.0
4"	101.600	100.0
3"	76.200	100.0
2 1/2"	63.300	78.4
2"	50.800	73.8
1 1/2"	38.100	65.5
1"	25.400	63.5
3/4"	19.000	60.3
1/2"	12.500	53.5
3/8"	9.500	48.8
Nº 4	4.750	41.5
Nº 10	2.000	33.2
Nº 20	0.840	25.9
Nº 40	0.425	20.3
Nº 60	0.250	14.8
Nº 100	0.150	6.9

Nota. Elaboración propia.

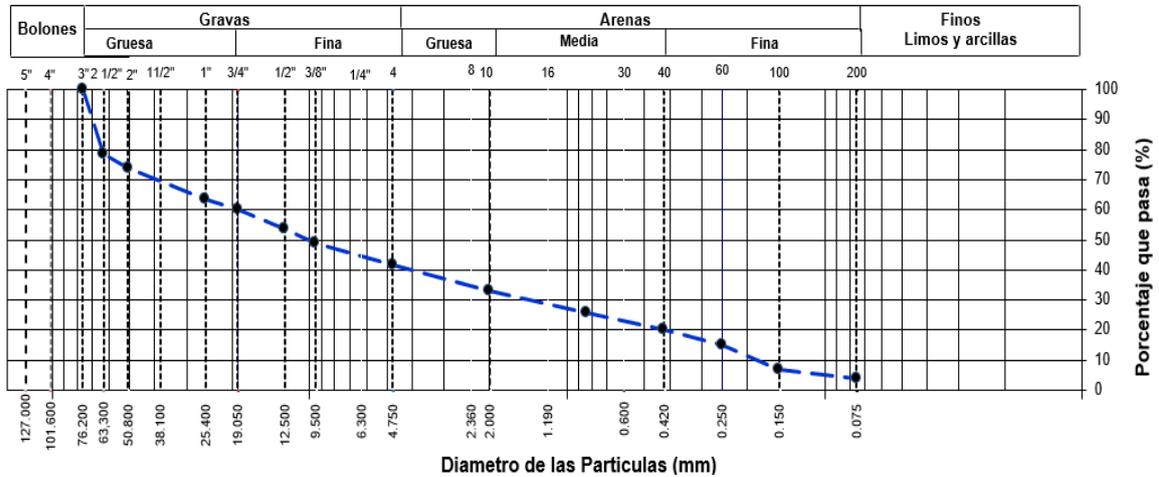


Figura 23. Curva granulométrica de la C-02.

Elaboración propia, 2021.

A continuación, se puede visualizar en la siguiente tabla la composición de toda la muestra de estudio de la calicata C-02, presentando así un 58.50% de grava, 37.80% de arena y fino en un 3.60%.

Tabla 22

Composición del suelo de la C-02.

Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
58.50	37.80	3.60

Nota. Elaboración propia.

Mientras que, ya teniendo en consideración todos los datos anteriores, se puede clasificar este suelo como suelo GP según la clasificación SUCS y según AASHTO, se clasifica como un suelo A-1-A (0), grava pobremente gradada con arena.

Tabla 23

Clasificación del suelo de la C-02.

Clasificación SUCS (ASTM D2487)	GP
Clasificación AASHTO (D3282)	A-1-A (0)
Nombre del grupo	Grava pobremente gradada con arena

Nota. Elaboración propia.

Calicata 03

En esta tabla, se evidencia los porcentajes que pasan por cada tamiz seleccionado para el análisis granulométrico del material obtenido de la calicata C-03.

Tabla 24

Porcentaje de material que pasa de la C-03.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
5"	127.000	100.0
4"	101.600	100.0
3"	76.200	100.0
2 1/2"	63.300	76.1
2"	50.800	69.1
1 1/2"	38.100	60.1
1"	25.400	56.7
3/4"	19.000	54.4
1/2"	12.500	49.1
3/8"	9.500	44.9
Nº 4	4.750	39.7
Nº 10	2.000	33.6
Nº 20	0.840	28.1
Nº 40	0.425	21.5
Nº 60	0.250	15.3
Nº 100	0.150	8.1
Nº 200	0.075	5.0

Nota. Elaboración propia.

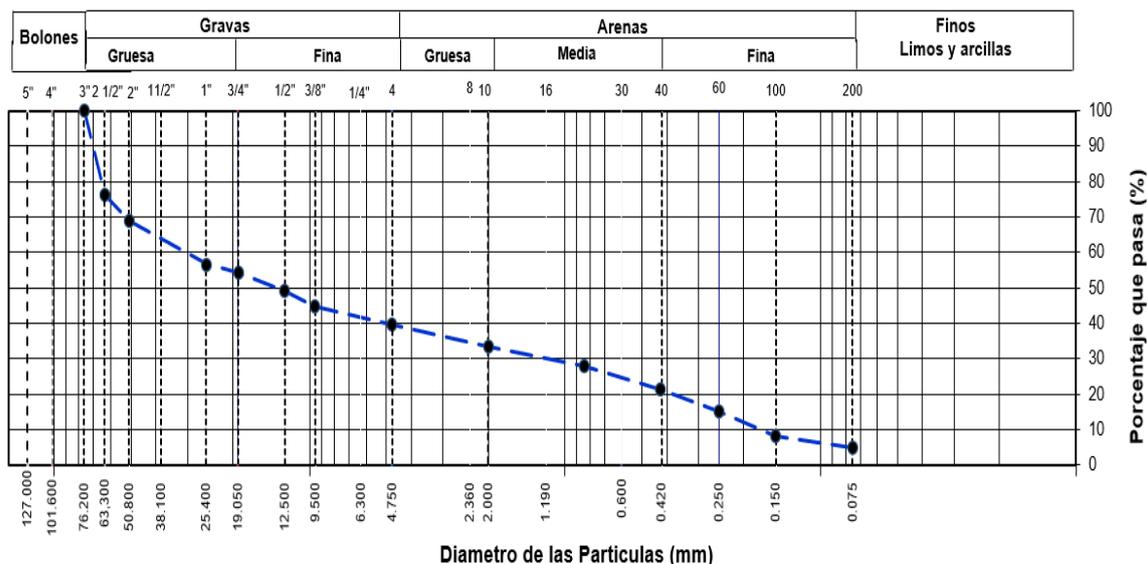


Figura 24. Curva granulométrica de la C-03.

Elaboración propia, 2021.

A continuación, se puede visualizar en la siguiente tabla la composición de toda la muestra de estudio de la calicata C-03, presentando así un 60.30% de grava, 34.70% de arena y fino en un 5.00%.

Tabla 25

Composición del suelo de la C-03.

Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
60.30	34.70	5.00

Nota. Elaboración propia.

La clasificación SUCS de la muestra de suelo de la calicata C-03, se logra clasificar como suelo GP, al igual que las dos muestras anteriores. De esta manera, se trata de un suelo grava pobremente gradada con arenas.

Tabla 26

Clasificación del suelo de la C-03.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	GP
Clasificación AASHTO (D3282)	A-1-A (0)
Nombre del grupo	Grava pobremente gradada con arena

Nota. Elaboración propia.

1.2. Contenido de humedad

El contenido de humedad obtenido de la muestra de la calicata C-01 fue de 3.30%, la calicata C-02 un valor de 4.10% y de la calicata C-03 un valor de 4.60%.

Tabla 27

Contenido de humedad de la C-03.

Calicata	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)
Calicata 01	3.30
Calicata 02	4.10
Calicata 03	4.60

Nota. Elaboración propia.

1.3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg, permitió obtener el límite líquido y límite plástico de cada muestra de estudio, para así sea posible el cálculo de su índice de plasticidad. En este caso, la muestra de la calicata C-01, C-02 y C-03, no presentan plasticidad.

Tabla 28

Índice de plasticidad de las calicatas

Calicata	LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
01, 02 y 03	Límite Líquido (LL)	N.P
	Límite Plástico (LP)	N.P
	Índice Plástico (IP)	N.P

Nota. Elaboración propia.

1.4. Proctor modificado

Calicata 01

El proctor modificado es un ensayo de suma importancia para las muestras de suelo, específicamente de una muestra por cada exploración realizada. Mediante este ensayo, se ha realizado una densidad máxima seca de 2.110 gr/cm³, y un contenido de humedad óptima de 9%.

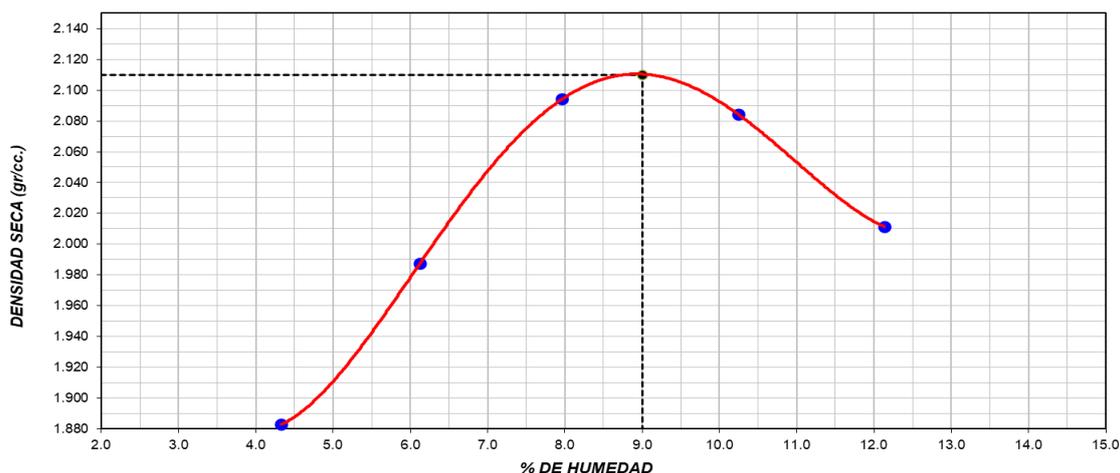


Figura 25. Gráfico de relación humedad- densidad seca de la C-01.

Elaboración propia, 2021.

1.5. CBR

Calicata 01

Teniendo en consideración la densidad máxima seca y contenido de humedad óptima obtenido en el ensayo de proctor modificado, se considera una máxima densidad seca al 95% de 2.005 gr/cm³, así como sus valores de C.B.R al 100% M.D.S al 0.1" un contenido de 45.80%, un C.B.R al 95% M.D.S al 0.1" de 31.70%, un valor de C C.B.R al 100% M.D.S al 0.2" con un valor de 62.08% y un valor de C.B.R al 100% M.D.S al 0.2" con un valor de 44.20%

Tabla 29

C.B.R de la C-01

CBR	
Densidad máxima seca	2.110 gr/cm ³
Contenido de Humedad óptima	9.00 %
Densidad máxima seca al 95%	2.005 gr/cm ³
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"	45.80%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1"	31.70%
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2"	62.80%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2"	44.20%

Nota. Elaboración propia.

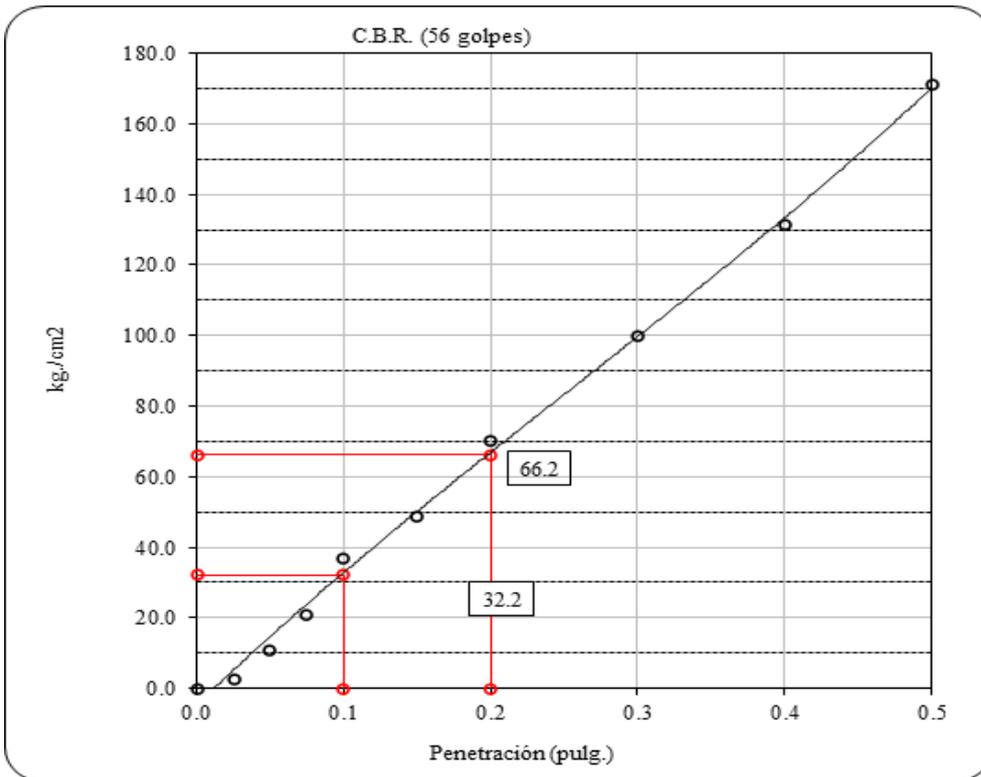


Figura 26. C.B.R. a los 56 golpes de la C-01.
Elaboración propia, 2021.

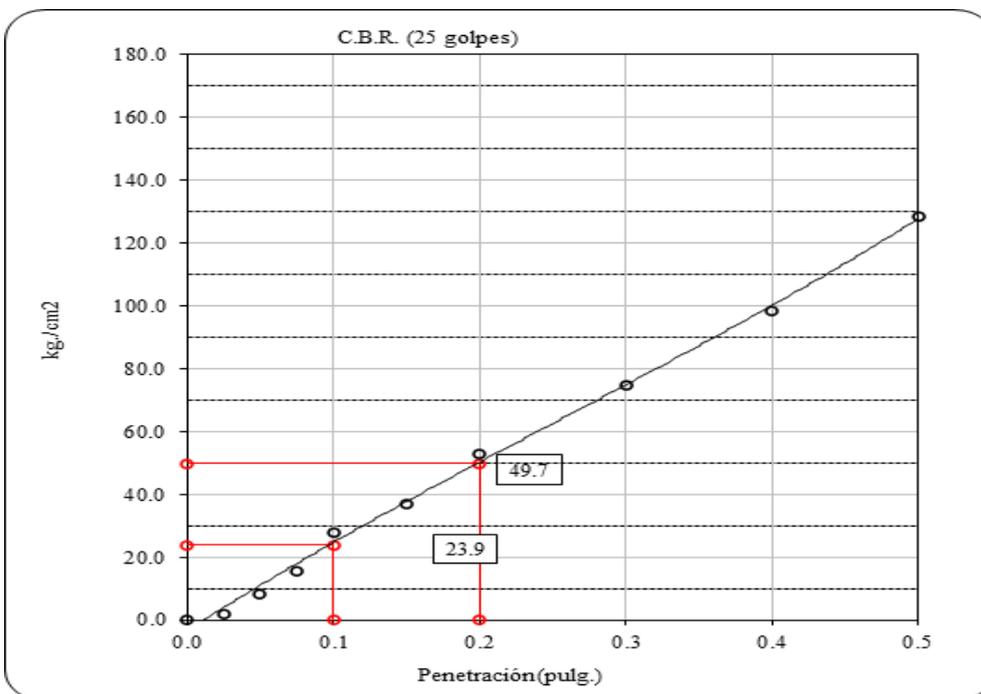


Figura 27. C.B.R. a los 25 golpes de la C-01.
Elaboración propia, 2021.

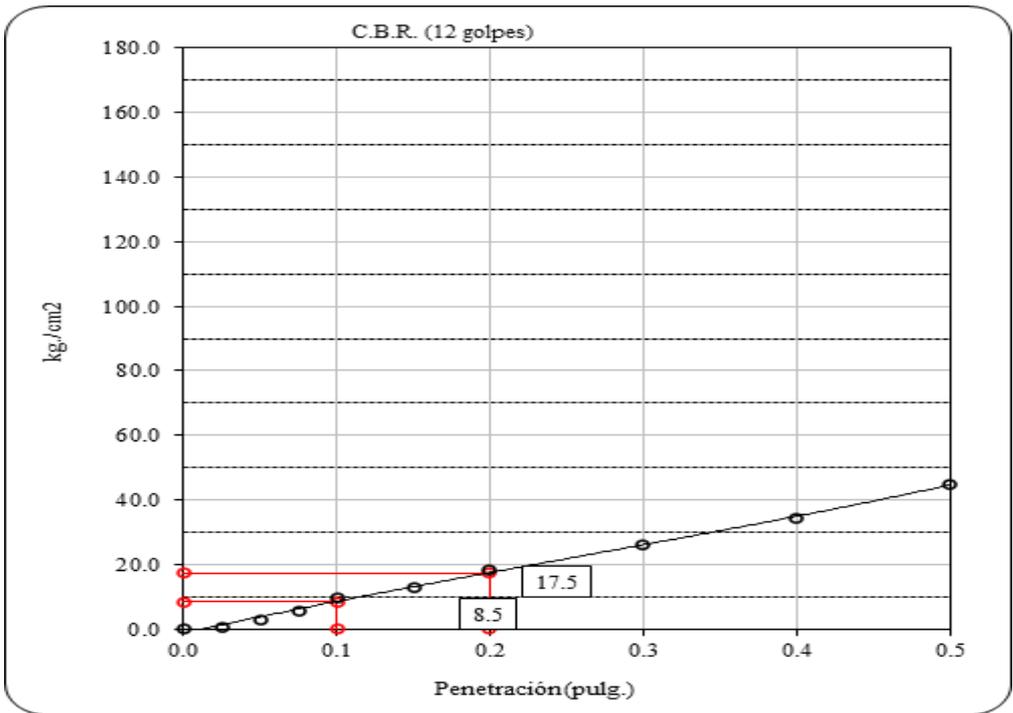


Figura 28. C.B.R. a los 12 golpes de la C-01.
Elaboración propia, 2021.

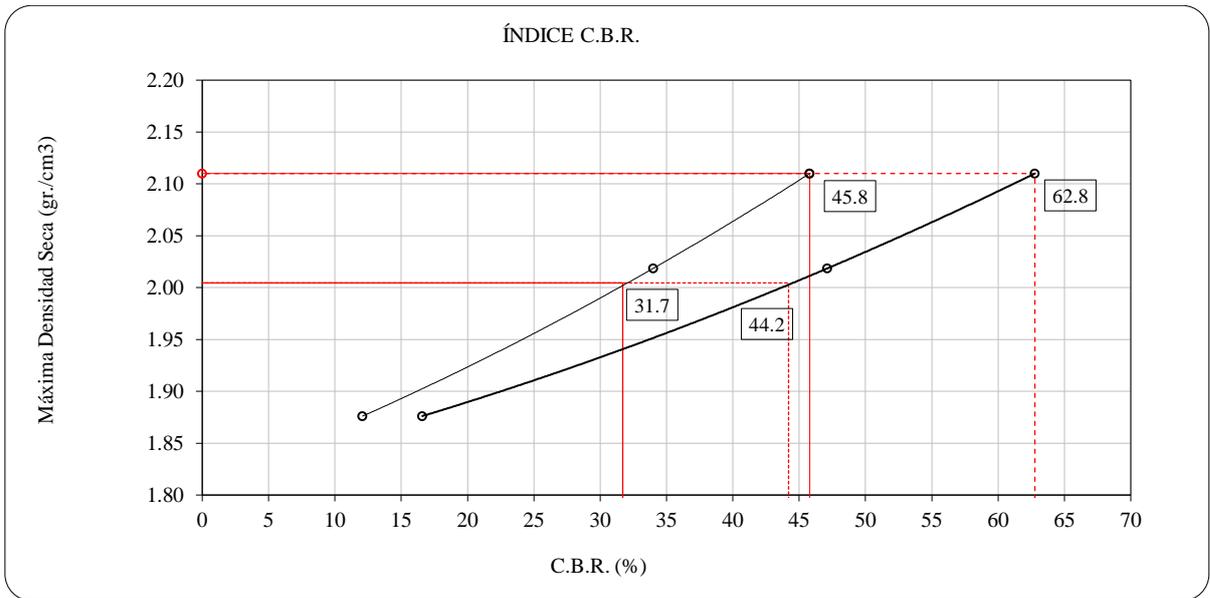


Figura 29. Índice de C.B.R de las muestras de estudio.

Elaboración propia, 2021.

Anexo 6: Estudio de canteras

Estudio físico de los agregados

1.1. Análisis granulométrico

Agregado fino

Tabla 30

Análisis granulométrico del agregado fino.

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	MATERIAL RETENIDO (%)	% ACUMULADOS Retenido	% ACUMULADOS 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
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0

Nota. Elaboración propia.

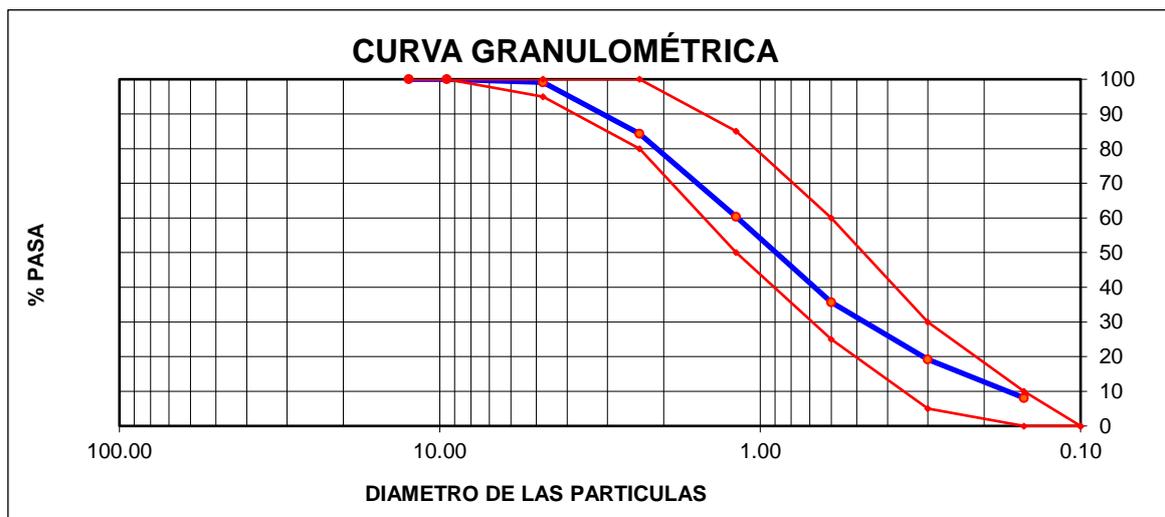


Figura 30. Curva granulométrica del agregado fino. Elaboración propia, 2021.

Agregado grueso

Tabla 31

Análisis granulométrico del agregado grueso.

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(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
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4
1/2"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0
FONDO		0.0	0.0		

Nota. Elaboración propia.

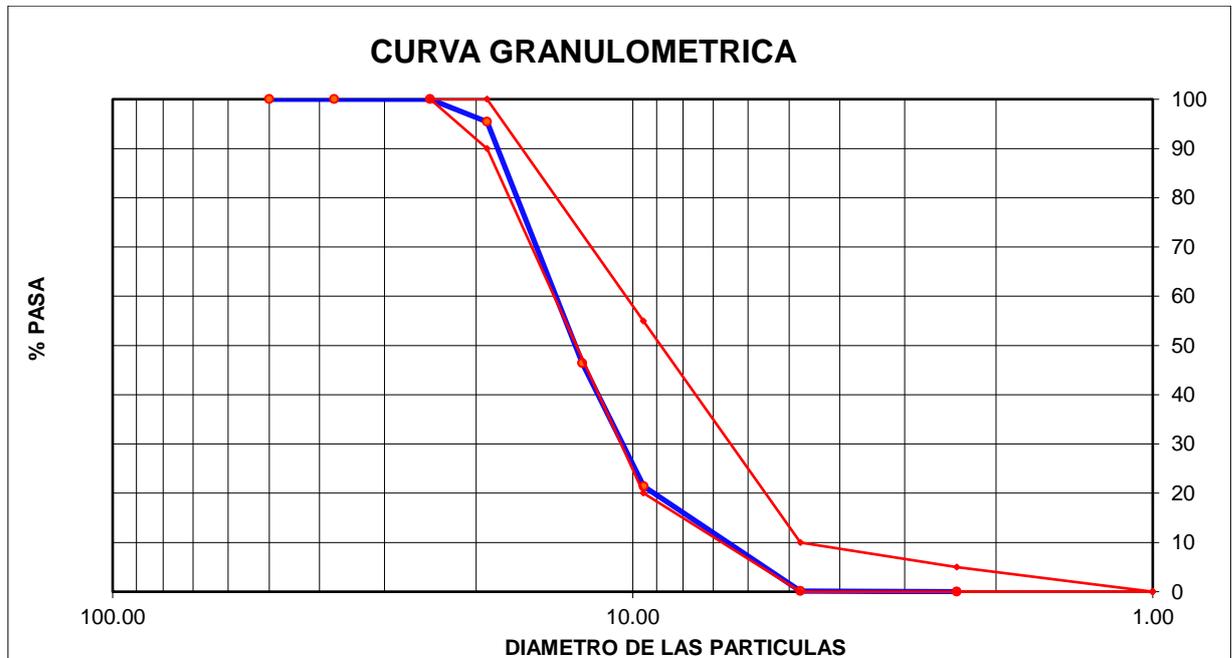


Figura 31. Curva granulométrica del agregado grueso.

Elaboración propia, 2021.

1.2. Contenido de humedad

Tabla 32

Contenido de humedad del agregado fino y grueso

Muestra	Agregado fino	Agregado grueso
Peso inicial húmedo (gr)	792.60	1 832.00
Peso inicial seco (gr)	780.60	1 830.00
Contenido de humedad (%)	1.50	0.10

Nota. Elaboración propia.

1.3. Pesos unitarios

Agregado fino

Tabla 33

Peso unitario suelto del agregado fino.

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6596	6615	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4233	4252	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.541	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.535		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 34

Peso unitario compactado del agregado fino.

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7196	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4833	4852	4848
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.755		

Nota. Elaboración propia.

Agregado grueso

Tabla 35

Peso unitario suelto del agregado grueso.

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	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
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.318		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 36

Peso unitario compactado del agregado grueso.

MUESTRA N°		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 Suelto de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.535		

Nota. Elaboración propia.

1.4. Pesos específicos

Agregado fino

Tabla 37

Peso específico y absorción del agregado fino

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROM.	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	982	981.5	981.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.3	669.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.7	311.7	311.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	663.9	662.3	663.10
5	Peso del Balon 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 Balon (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7
	PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.64	2.64
	PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.68	2.68	2.68
	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

Nota. Elaboración propia.

Agregado grueso

Tabla 38

Peso específico y absorción del agregado grueso

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	2508.0	2522.0
3	Peso muestra Seco 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	2.65
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	1.0

Nota. Elaboración propia.

Anexo 7: Estudio del vidrio triturado

Análisis granulométrico

Tabla 39

Análisis granulométrico del vidrio triturado.

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(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
Nº4	4.76	4.9	1.3	1.3	98.7
Nº8	2.38	51.4	13.8	15.1	84.9
Nº 16	1.19	128.5	34.4	49.5	50.5
Nº 30	0.60	97.7	26.1	75.6	24.4
Nº 50	0.30	28.3	7.6	83.2	16.8
Nº 100	0.15	34.9	9.3	92.5	7.5
FONDO		28.0	7.5	100.0	0.0

Nota. Elaboración propia.

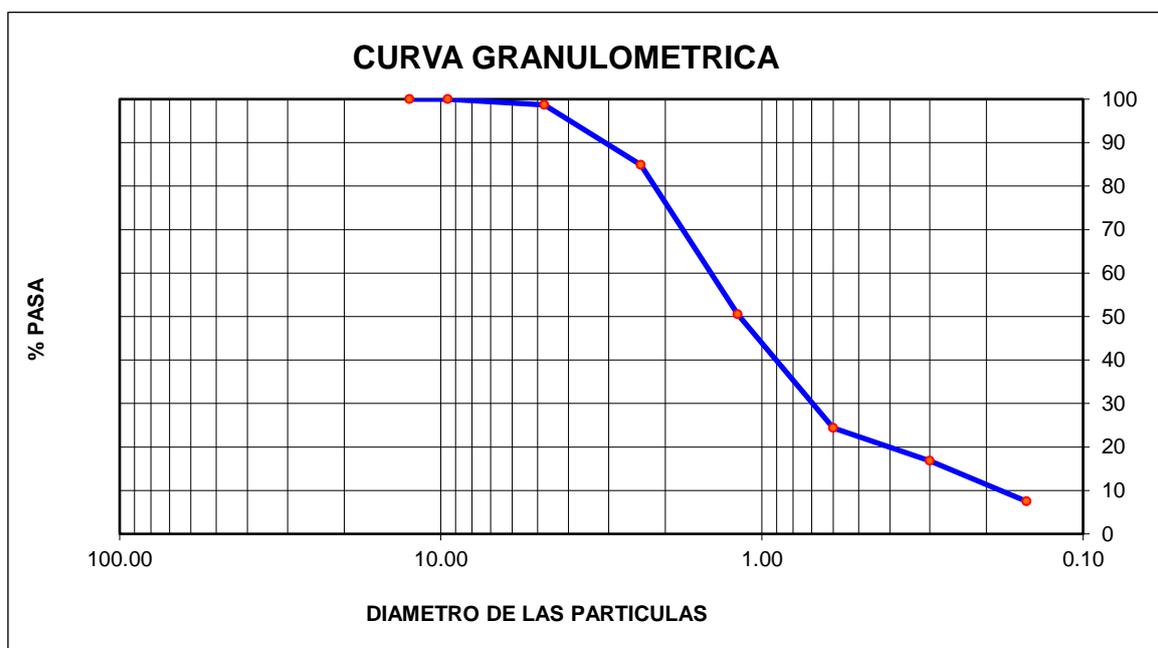


Figura 32. Curva granulométrica del agregado grueso.
Elaboración propia, 2021.

Pesos unitarios

Tabla 40

Peso unitario suelto del vidrio triturado.

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	5988	5968	5985
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3625	3605	3622
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.313	1.306	1.312
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc		1.311	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 41

Peso unitario compactado del vidrio triturado.

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6421	6406	6415
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4058	4043	4052
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.470	1.465	1.468
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc		1.468	

Nota. Elaboración propia.

Pesos específicos y absorción

Tabla 42

Pesos específicos y absorción del vidrio triturado.

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	893.6	867.2	880.4
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	543.8	500.4	522.1
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	349.8	366.7	358.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	543.5	500.1	521.80
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171	170.5	170.75
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	372.5	329.6	351.05
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	498.0	497.8	497.9

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. =
 $A/(V-W)$)

g/cc	2.51	2.51	2.51
------	------	------	------

PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M.
S.S.S. = $500/(V-W)$)

g/cc	2.52	2.52	2.52
------	------	------	------

PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. =
 $A/[(V-W)-(500-A)]$)

g/cc	2.52	2.52	2.52
------	------	------	------

PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [$(500-A)/A*100$]

%	0.1	0.1	0.1
---	-----	-----	-----

Nota. Elaboración propia.

Anexo 8: Documentos de certificación y calibración de equipos

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

TEST & CONTROL S.A.C.

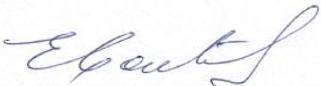
Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

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

Documento 1.Certificado de acreditación de INACAL.

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



Made in USA

***** KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS *****

ISSUE DATE: 11/19/2020

3"BS8F949040



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST Tractable certificate of analysis.

Documento 2.Certificado de cumplimiento.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07123 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	71 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1	1	30 000	30 000	0,3	0,2
2		15 000	0,4	0,1	2		30 000	0,3	0,2
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,2	0,3
4		15 000	0,4	0,1	4		30 000	0,1	0,4
5		15 000	0,6	-0,1	5		30 001	0,8	0,7
6		15 001	0,8	0,7	6		30 001	0,7	0,8
7		15 000	0,4	0,1	7		30 000	0,2	0,3
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,3	0,2
9		15 000	0,4	0,1	9		30 001	0,7	0,8
10		15 000	0,4	0,1	10		30 000	0,2	0,3
Emáx - Emín (g)				0,8	Emáx - Emín (g)				0,6
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**TC - 06447 - 2021**

Profoma : 2508A

Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : No Indica
TIPO DE INDICADOR : DIGITAL
Alcance : Tamb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Alcance : 0 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,8 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73,5 %/hr	71,8 %/hr
Voltaje	219 V	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la GAT	Indicador digital con termopares tipo K con Incertidumbres del orden desde 0,12 °C hasta 0,15 °C	LT-0263-2020
Patrones de Referencia de la GAT	Indicador digital con termopares tipo K con Incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT-0264-2020
Patrones de Referencia de la GAT	Indicador digital con termopares tipo K con Incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT-0265-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	30 min	60 min	30 %	MUESTRAS PIEDRAS

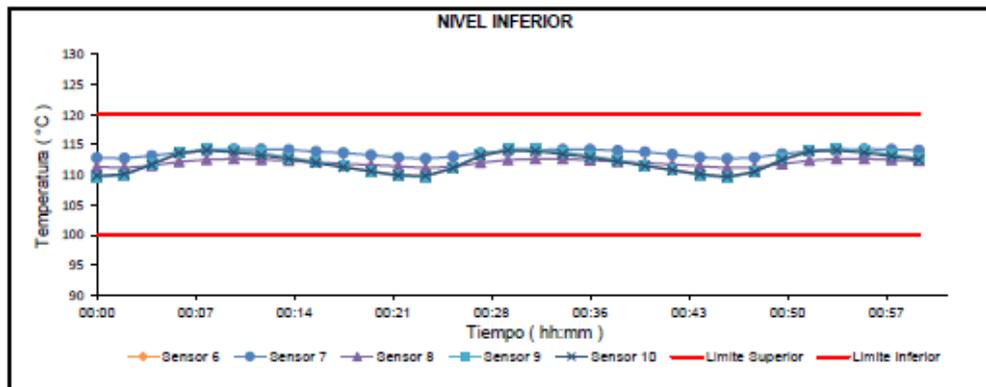
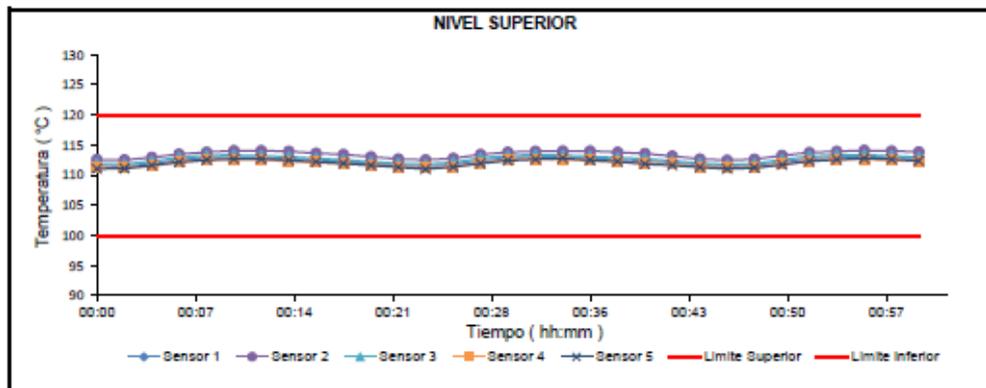
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111,6	112,6	111,9	111,3	111,1	109,8	112,8	111,3	109,6	109,8	111,2	3,1
00:02	110	111,5	112,5	111,8	111,2	111,1	110,0	112,7	111,2	110,0	110,1	111,2	2,8
00:04	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,6	111,8	113,2	111,5	111,9	111,7	112,0	1,6
00:06	110	112,5	113,5	113,0	112,2	112,2	113,5	113,7	112,2	113,7	113,6	113,0	1,5
00:08	110	112,9	113,8	113,3	112,6	112,5	114,1	114,0	112,5	114,3	114,1	113,4	1,8
00:10	110	113,0	114,1	113,3	112,7	112,7	114,0	114,3	112,6	114,2	113,8	113,5	1,7
00:12	110	112,9	114,1	113,2	112,6	112,7	113,6	114,3	112,6	113,6	113,2	113,3	1,7
00:14	110	112,7	114,0	113,1	112,3	112,5	112,9	114,2	112,3	112,9	112,7	113,0	1,9
00:16	110	112,6	113,7	112,8	112,1	112,2	112,2	113,9	112,1	112,1	112,0	112,6	1,9
00:18	110	112,3	113,5	112,5	111,9	112,0	111,4	113,7	111,9	111,3	111,3	112,2	2,4
00:20	110	112,0	113,1	112,2	111,7	111,6	110,7	113,3	111,7	110,6	110,6	111,7	2,7
00:22	110	111,7	112,7	112,0	111,4	111,3	109,9	112,9	111,4	109,8	110,0	111,3	3,1
00:24	110	111,5	112,5	111,8	111,2	111,0	109,8	112,7	111,1	109,7	109,9	111,1	3,0
00:26	110	111,8	112,8	112,1	111,4	111,4	111,2	113,0	111,4	111,2	111,1	111,7	1,9
00:28	110	112,4	113,4	112,9	112,1	112,0	113,2	113,6	112,0	113,3	113,2	112,8	1,7
00:30	110	112,9	113,8	113,2	112,5	112,4	114,1	114,0	112,5	114,3	114,1	113,4	1,9
00:32	110	113,0	114,0	113,4	112,7	112,6	114,1	114,2	112,7	114,3	113,9	113,5	1,7
00:34	110	113,0	114,0	113,3	112,7	112,8	113,8	114,2	112,7	113,8	113,4	113,4	1,6
00:36	110	112,9	114,0	113,1	112,5	112,5	113,2	114,2	112,4	113,1	112,9	113,1	1,8
00:38	110	112,7	113,8	112,9	112,2	112,3	112,4	114,0	112,2	112,4	112,2	112,7	1,8
00:40	110	112,4	113,6	112,8	112,0	111,9	111,6	113,8	112,0	111,6	111,5	112,3	2,3
00:42	110	112,1	113,2	112,4	111,8	111,7	110,9	113,4	111,8	110,8	110,8	111,9	2,6
00:44	110	111,8	112,7	112,0	111,4	111,4	110,2	112,9	111,4	110,0	110,1	111,4	2,9
00:46	110	111,5	112,5	111,8	111,2	111,1	109,6	112,7	111,2	109,5	109,7	111,1	3,2
00:48	110	111,6	112,6	111,9	111,3	111,2	110,5	112,8	111,3	110,5	110,5	111,4	2,3
00:50	110	112,2	113,3	112,6	111,8	111,7	112,5	113,5	111,8	112,6	112,5	112,5	1,7
00:52	110	112,7	113,7	113,1	112,4	112,3	113,8	113,9	112,4	114,0	113,9	113,2	1,7
00:54	110	113,0	114,0	113,4	112,6	112,6	114,2	114,2	112,6	114,3	114,1	113,5	1,7
00:56	110	113,0	114,1	113,4	112,7	112,8	113,9	114,3	112,7	114,0	113,6	113,5	1,6
00:58	110	113,0	114,0	113,2	112,5	112,7	113,4	114,2	112,5	113,4	113,1	113,2	1,7
01:00	110	112,8	113,9	113,0	112,3	112,4	112,7	114,1	112,3	112,7	112,5	112,9	1,7
T. PROM	110,0	112,4	113,4	112,7	112,0	112,0	112,2	113,6	112,0	112,2	112,1	112,5	2,1
T. MAX	110,0	113,0	114,1	113,4	112,7	112,8	114,2	114,3	112,7	114,3	114,1	113,5	3,2
T. MIN	110,0	111,5	112,5	111,8	111,2	111,0	109,6	112,7	111,1	109,5	109,7	111,1	1,5
DTT	0,0	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	4,5	1,6	1,5	4,8	4,4	2,4	1,7



RESULTADOS DE MEDICIÓN

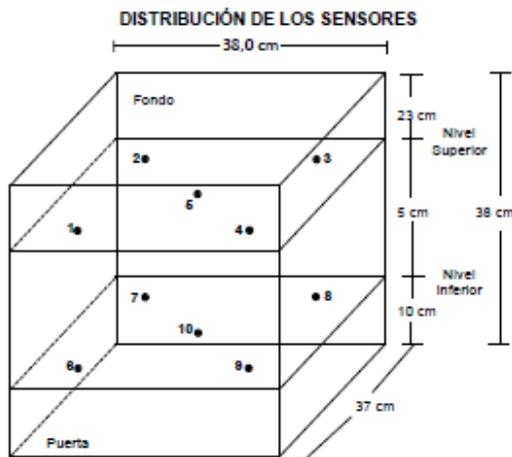
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,3	0,5
Mínima Temperatura Medida	109,5	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,8	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,6	0,2
Estabilidad Medida (±)	2,42	0,04
Uniformidad Medida	3,2	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura.





FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 15 cm por encima de la base.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 10 cm por encima de la base.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

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

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isoterma: 1,2 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-00289-2021

PROFORMA : 0745AC1 Fecha de emisión : 2021 - 02 - 10 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCIÓN : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA HIDRAULICA
Marca : UTEST Capacidad Máxima : 2000 Kn
Modelo : NO INDICA División de Escala, d : 0,1 Kn
N° Serie : 19/002539 Procedencia : Turkia
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO
Indicación : kgf

3.- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 06 de febrero del 2021 en las Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,2 °C	24,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %	68,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP:0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
20,0	400,0	20,0	399,5	0,01	0,5	0,01	0,21
40,0	800,0	40,0	800,7	-0,01	-0,7	0,01	0,28
50,0	1000,0	50,0	1001,1	-0,02	-1,1	0,01	0,45
60,0	1200,0	60,0	1201,3	-0,03	-1,3	0,02	0,55
70,0	1400,0	70,0	1401,8	-0,04	-1,8	0,03	0,64
80,0	1600,0	80,0	1601,9	-0,04	-1,9	0,03	0,60
90,0	1800,0	90,0	1802,1	-0,04	-2,1	0,03	0,70
100,0	2000,0	100,0	2002,3	-0,11	-2,3	0,03	0,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-06445-2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021 - 05 - 06 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR
Marca : NO INDICA
Modelo : 315-X8
N° Serie : HIW0198
Intervalo de indicación : 5000 kg
Resolución : 0,1 kg
Procedencia : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2021 - 04 - 26

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	23,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	69,0%	70,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	TC-0593-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
500,0	487,0	-13,0	0,1
1000,0	975,0	-25,0	0,1
1500,0	1436,5	-63,5	0,1
2000,0	1944,0	-66,0	0,1
2500,0	2463,0	-67,0	0,1
3000,0	2984,5	-65,5	0,1
3500,0	3484,5	-65,5	0,1
4000,0	3944,0	-66,0	0,1
4500,0	4434,5	-65,5	0,1
5000,0	4945,3	-54,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 9: Formato de laboratorio



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

www.mtlgeotecniasac.com

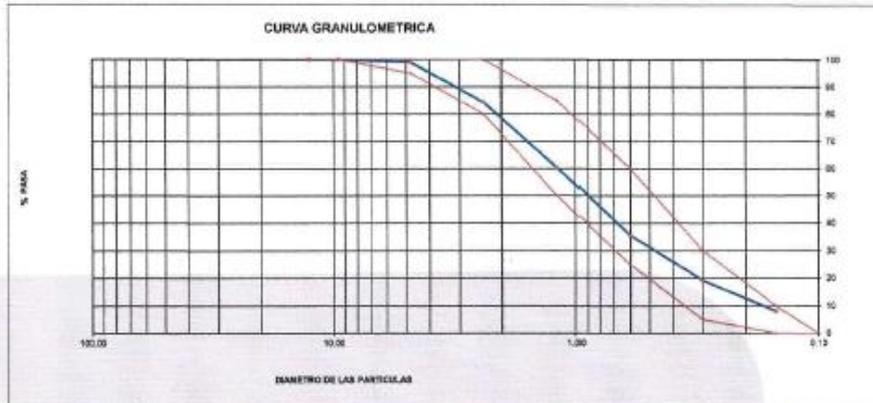
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza (paraguirse)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL : Agregado fino CANTERA: TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g) 752.8 % W = 1.5
PESO INICIAL SECO (g) 750.4 MF = 2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.09	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.09	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	6.6	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.36	115.6	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº16	1.18	188.9	23.9	29.8	69.8	50 - 85
Nº30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº50	0.30	129.5	16.5	80.8	19.2	06 - 30
Nº100	0.15	88.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 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 SAC INGENIERIA DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Simeón Moreno Huamán INGENIERO CIVIL S. R. L. N. 31465	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Documento de Laboratorio 1. Análisis granulométrico del agregado fino.

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza Iparraguirre		
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Plochacamac 2020"		
UBICACION	: Lima	Fecha de ensayo:	28/05/2021

MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	1,830.00	% W =	0.1
PESO INICIAL SECO (g)	1,630.00	MF =	6.63

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 97
		(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	
3/4"	19.00	85.0	4.6	4.6	65.4	93 - 100
1/2"	12.50	366.0	49.0	53.6	46.4	—
3/8"	9.50	450.0	27.0	78.6	21.4	30 - 55
Nº 4	4.75	360.0	21.5	99.9	0.1	0 - 10
Nº 6	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:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. Centro de Materiales	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Centros Consultivos Asistidos Daniel Moreno Huaitán Calle El Olivo 454 # 5 - 21200	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Documento de Laboratorio 2. Análisis granulométrico del agregado grueso.

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	: Bráncon Miguel Mendoza (perreguirre)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL	: Vidrio triturado	CANTERA	: -
PESO INICIAL HUMEDO (g)	374.3	% W	: 0,1
PESO INICIAL SECO (g)	373.8	MF	: 3,17

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pase	
1/2"	12.50	0.05	0.00	0.00	100.00	/
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº6	4.75	4.9	1.3	1.3	98.7	
Nº8	2.38	51.4	13.8	15.1	84.9	
Nº16	1.19	128.3	34.4	49.5	50.5	
Nº30	0.60	87.7	25.1	75.6	24.4	
Nº50	0.30	28.3	7.6	83.2	16.8	
Nº100	0.15	34.9	9.3	92.5	7.5	
FONDO		28.6	7.6	100.0	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

Documento de Laboratorio 3. Análisis granulométrico del vidrio triturado.

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

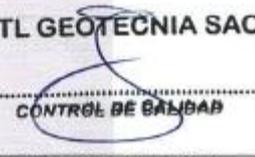
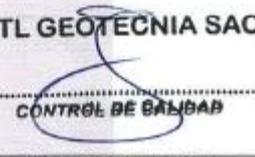
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 28/05/2021
SOLICITANTE	: Brendon Miguel Mendoza (paraguine)	
TESIS	: Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020*	
UBICACIÓN	: Lima	

MATERIAL		AGREGADO FINO		CANTERA		TRAPICHE	
MUESTRA N°				M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6096	6015	6587		
2	Peso del Molde	g	2383	2393	2383		
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4233	4252	4224		
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760		
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.541	1.530		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.538				
MUESTRA N°				M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7186	7215	7211		
2	Peso del Molde	g	2383	2383	2383		
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4833	4852	4846		
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760		
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		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

Documento de Laboratorio 4. Pesos unitarios del agregado fino

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza (peraguine)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de ensayo: 29/05/2021	

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE

WUESTRA Nº		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5889	6008
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3649	3526	3642
4	Volumen del Molde	cc	2780	2760	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.318		

WUESTRA Nº		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6914	6996	6987
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4551	4633	4624
4	Volumen del Molde	cc	2780	2760	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.538		

OBSERVACIONES:

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

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

Documento de Laboratorio 5. Pesos unitarios del agregado grueso

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza (persegume)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 28/05/2021

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	961.38	961.5	961.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	871.28	868.8	870.5
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	663.9	662.3	663.10
5	Peso del Balón N° 2	g	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.2	496.2	496.7

RESULTADOS

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 60W/(V-W))	g/cc	2.66	2.66	2.66
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A _s /(V-W) _s - 500-A)	g/cc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(95W-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:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Documento de Laboratorio 6. Pesos específicos del agregado fino.

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

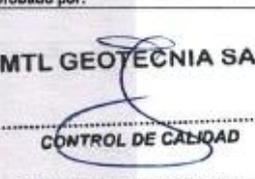
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza (peraguine)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 24/05/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1590.0	1572.0	1561.0
2	Peso muestra Sat. Suj. Seca	B	g	2530.0	2506.0	2522.0
3	Peso muestra Seca	C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específica Sat. Suj. Seca = BB-A		g/cc	2.68	2.69	2.68
5	Peso específica de masa = CB-A		g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específica aparente = CC-A		g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.0	1.0	1.0

OBSERVACIONES:

* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 MTL GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES B°	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos y Pavimentos Ingeniero Profesional C.O.P. N° 21902	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Documento de Laboratorio 7. Pesos específicos del agregado grueso.

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio						
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza (paraguirre)						
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"						
UBICACION	: Lima - Perú					Fecha de ensayo:	29/05/2021
Fc 210 kg/cm²							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO B. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0	
AGREGADO GRUESO	2.65	8.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0	
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
A) VALORES DE DISEÑO				4.1/2	pulg		
1	ASENTAMIENTO			3/4"			
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			0.815			
3	RELACION AGUA CEMENTO			225			
4	AGUA			2.0			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.35			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO						
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			366.070	Kg/m ³	8.8	Balm ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1173	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2250	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³	0.362	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							
Volumen absoluto del Agregado Fino				0.2851	m ³ /m ³	0.438	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3516	m ³ /m ³	1.608	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS							
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO			366	Kg/m ³			
AGUA			225	L/m ³			
AGREGADO FINO			755	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO			932	Kg/m ³			
D) PESO DE MEZCLA			2278	Kg/m ³			
CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO			766.5	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO HUMEDO			932.7	Kg/m ³			
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				%	L/m ³		
AGREGADO FINO				0.90	0.0		
AGREGADO GRUESO				0.90	8.4		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					233.4	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO (REAJUSTADO)			380	Kg/m ³			
AGUA			233	Lts/m ³			
AGREGADO FINO			767	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO			933	Kg/m ³			
G) PESO DE MEZCLA			2312	Kg/m ³			
CANTIDAD DE MATERIALES (60 L.)							
CEMENTO			18.89	Kg			
AGUA			11.87	Lts			
AGREGADO FINO			38.33	Kg			
AGREGADO GRUESO			46.83	Kg			
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.02					A.F	1.97
A.G	2.46					A.G	2.89
H2o	26.1					H2o	26.1

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Sucesos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Documento de Laboratorio 8. Diseño de mezclas del concreto patrón

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	: Brandon Miguel Mendoza (jarraguine)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-737 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de emisión: 26/06/2021	

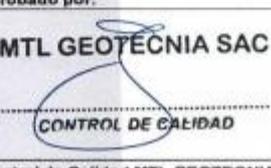
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VADADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	29/05/2021	5/09/2021	7	14867.2	78.5	189.3	210.0	90.1
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7	15099.5	78.5	192.3	210.0	91.6
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14	16564.3	78.5	211.3	210.0	100.6
PATRÓN	29/05/2021	12/08/2021	14	19493.3	78.5	210.0	210.0	100.0
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28	18846.6	78.5	240.0	210.0	114.3
PATRÓN	29/05/2021	26/08/2021	28	18179.9	78.5	244.2	210.0	116.3

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

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

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

Documento de Laboratorio 9. Resistencia a la compresión del concreto patrón

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

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

REFERENCIA SOLICITANTE	- Datos de laboratorio - Brandon Miguel Mendoza (parraguire)
TESIS	- "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"
UBICACIÓN	- Lima - Perú
Fecha de emisión: 26/05/2021	

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
5% DE VIDRIO REICLADO	29/05/2021	5/06/2021	7	17069.0	78.5	217.3	210.0	103.5
5% DE VIDRIO REICLADO	29/05/2021	5/06/2021	7	17271.0	78.5	219.9	210.0	104.7
5% DE VIDRIO REICLADO	29/05/2021	12/06/2021	14	19089.0	78.5	243.0	210.0	115.7
5% DE VIDRIO REICLADO	29/05/2021	12/06/2021	14	18907.2	78.5	240.7	210.0	114.6
5% DE VIDRIO REICLADO	29/05/2021	26/06/2021	28	21189.6	78.5	269.5	210.0	128.4
5% DE VIDRIO REICLADO	29/05/2021	26/06/2021	28	20947.4	78.5	267.7	210.0	127.0

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referriente
- * 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

Documento de Laboratorio 10. Resistencia a la compresión del concreto con 5% vidrio molido

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	: Brendon Miguel Mendoza (paraguitem)
TESIS	: "Diseño del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pechacamac 2020"
UBICACIÓN	: Lima - Perú
	Fecha de emisión: 25/06/2021

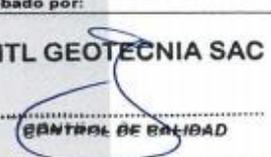
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
10% DE VIDRIO RECIKLADO	29/05/2021	5/06/2021	7	18874.2	78.5	198.3	210.0	94.4
10% DE VIDRIO RECIKLADO	29/05/2021	5/06/2021	7	15745.0	78.5	200.5	210.0	95.5
10% DE VIDRIO RECIKLADO	29/05/2021	12/06/2021	14	18311.3	78.5	233.1	210.0	111.0
10% DE VIDRIO RECIKLADO	29/05/2021	12/06/2021	14	18199.9	78.5	231.3	210.0	110.2
10% DE VIDRIO RECIKLADO	29/05/2021	26/06/2021	28	19917.2	78.5	253.6	210.0	120.8
10% DE VIDRIO RECIKLADO	29/05/2021	25/06/2021	28	18876.8	78.5	253.1	210.0	120.5

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 almohaditas de neopreno como material referentante
- * 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 Seales y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

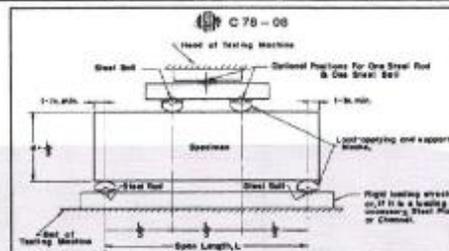
Documento de Laboratorio 11. Resistencia a la compresión del concreto con 10% vidrio molido

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 del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-757 - Distrito Pachacamac 2020"		
SOLICITANTE	: Brandon Miguel Mendoza Iparraguirre	REALIZADO POR :	P. Tasyco
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	D. Cooto
UBICACIÓN DE LAB.	: LIMA	FECHA DE ENSAYO :	25/06/2021
FECHA DE EMISIÓN :	26/06/2021	TURNO :	Diurno
Tpo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
Pto de diseño	: 210 kg/cm ²		

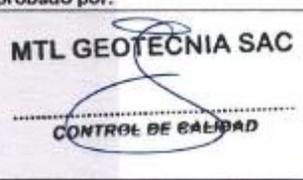
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	34 kg/cm ²
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	34 kg/cm ²
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	38 kg/cm ²
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	37 kg/cm ²
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	41 kg/cm ²
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	41 kg/cm ²



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

Documento de Laboratorio 12. Resistencia a la flexión del concreto patrón.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FC-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 del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"

SOLICITANTE : Brandon Miguel Mendoza Iparraguirre

CÓDIGO DE PROYECTO : —

UBICACIÓN DE LAB. : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 26/06/2021

REALIZADO POR : P. Tassayco

REVISADO POR : D. Ceoto

FECHA DE ENSAYO : 28/05/2021

TURNO : Diurno

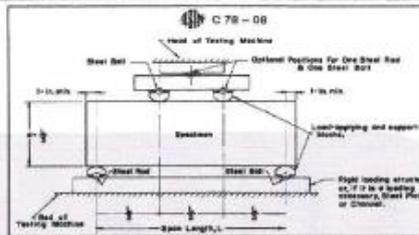
Tipo de muestra : Concreto endurecido

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
5% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	36 kg/cm ²
5% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	37 kg/cm ²
5% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	40 kg/cm ²
5% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	40 kg/cm ²
5% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	28/06/2021	28 días	2	45.0	45 kg/cm ²
5% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	28/06/2021	28 días	2	45.0	45 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohíbida 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

Documento de Laboratorio 13. Resistencia a la flexión del concreto con 5% vidrio reciclado

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 del Pavimento Rígido empleando vidrio reciclado en Av. LM-797 - Distrito Pachacamac 2020"

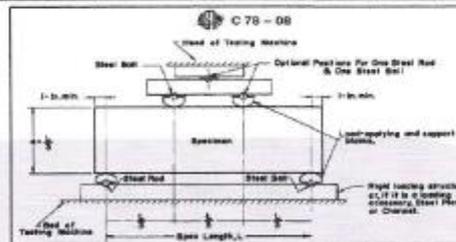
SOLICITANTE : Brandon Miguel Mendoza Iparraguirre
CÓDIGO DE PROYECTO : —
UBICACIÓN DE LAB : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 26/05/2021

REALIZADO POR : P. Tassayco
REVISADO POR : D. Cofo
FECHA DE ENSAYO : 26/05/2021
TURNO : Diurno

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

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
10% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	35 kg/cm ²
10% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	36 kg/cm ²
10% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	39 kg/cm ²
10% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	39 kg/cm ²
10% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	43 kg/cm ²
10% DE VIDRIO RECICLADO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	43 kg/cm ²



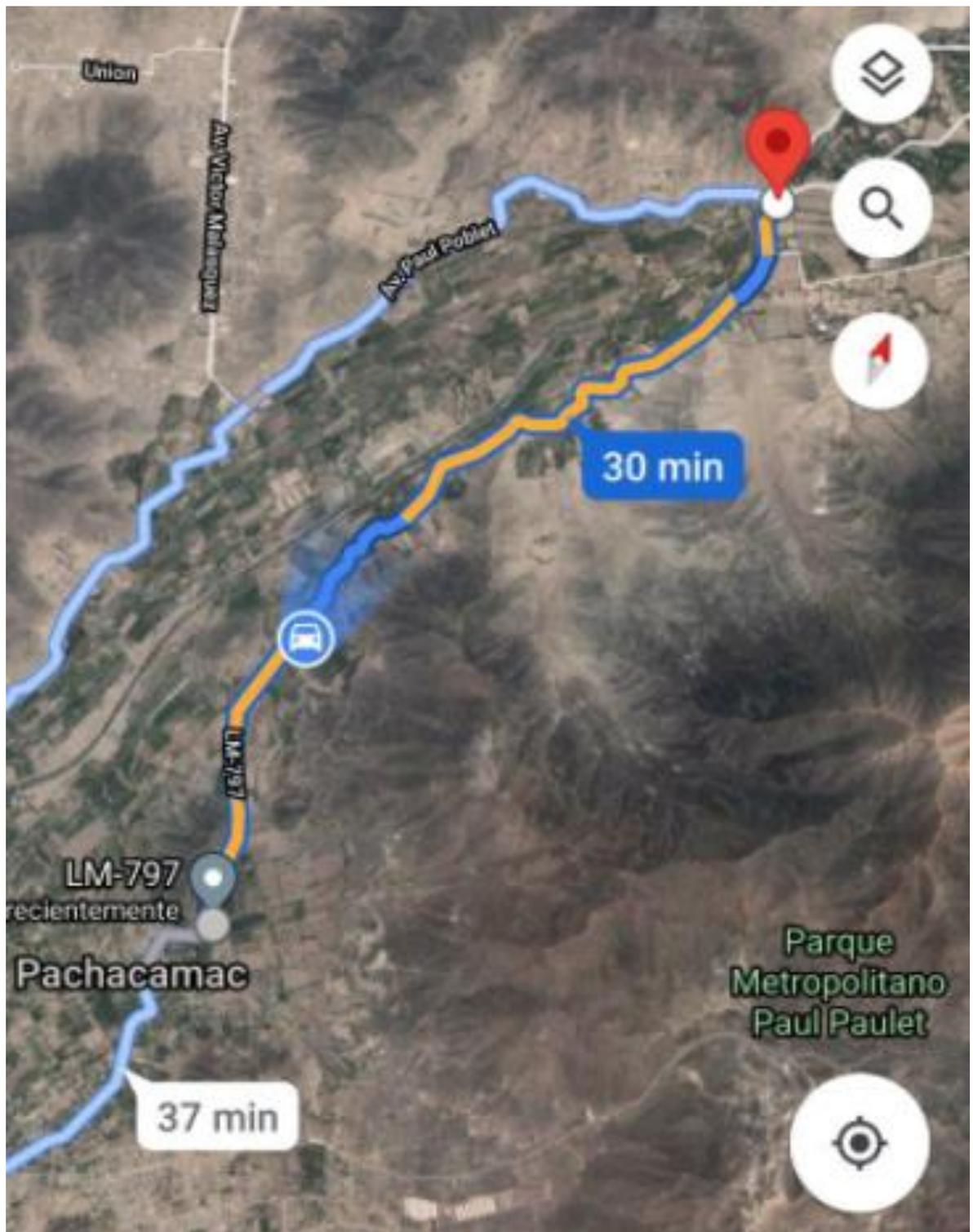
OBSERVACIONES:

- * 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.

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

Documento de Laboratorio 14. Resistencia a la flexión del concreto con 10% vidrio reciclado

Anexo 10: Levantamiento topográfico



Carretera LM-797 en Pachacamac, Lima (2021).



Vista general de la carretera LM-797.

Anexo 11: Panel fotográfico



Fotografía 1. Reconocimiento de terreno



Fotografía 2. Selección de ubicación de las calicatas.



Fotografía 3. Excavación de calicatas



Fotografía 4. Excavación de calicatas.



Fotografía 5. Extracción de la muestra de la calicata- 01.



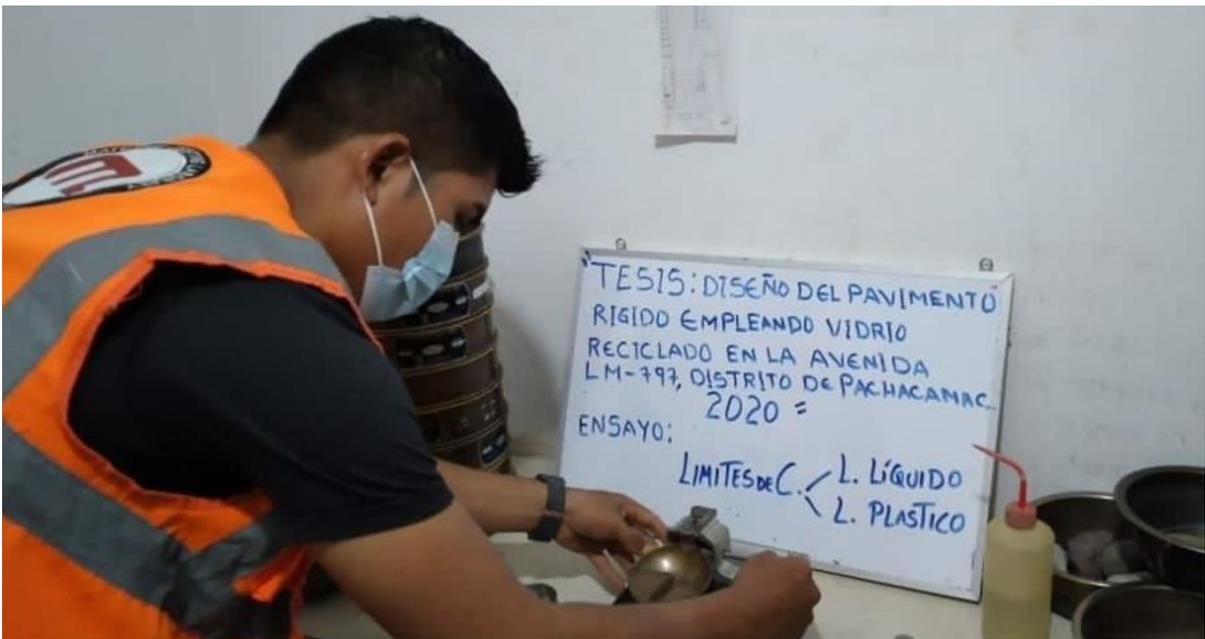
Fotografía 6. Extracción de la muestra de la calicata- 02.



Fotografía 7. Extracción de la muestra de la calicata- 03.



Fotografía 8. Investigador realizando ensayo de granulometría.



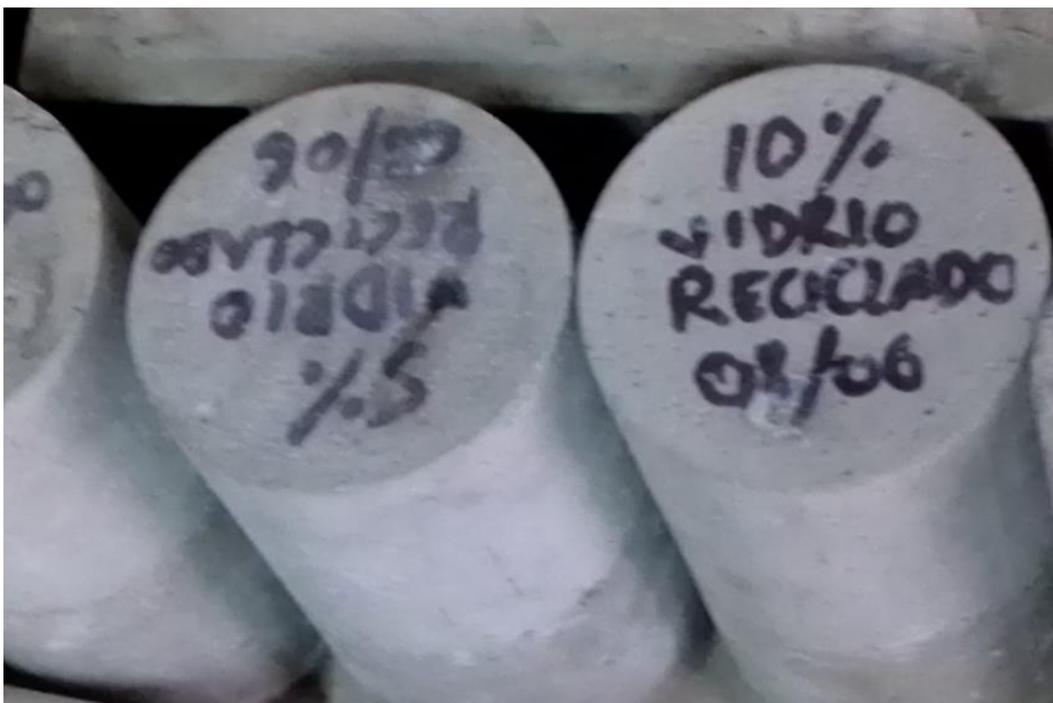
Fotografía 9. Investigador realizando ensayo de límites de Atterberg.



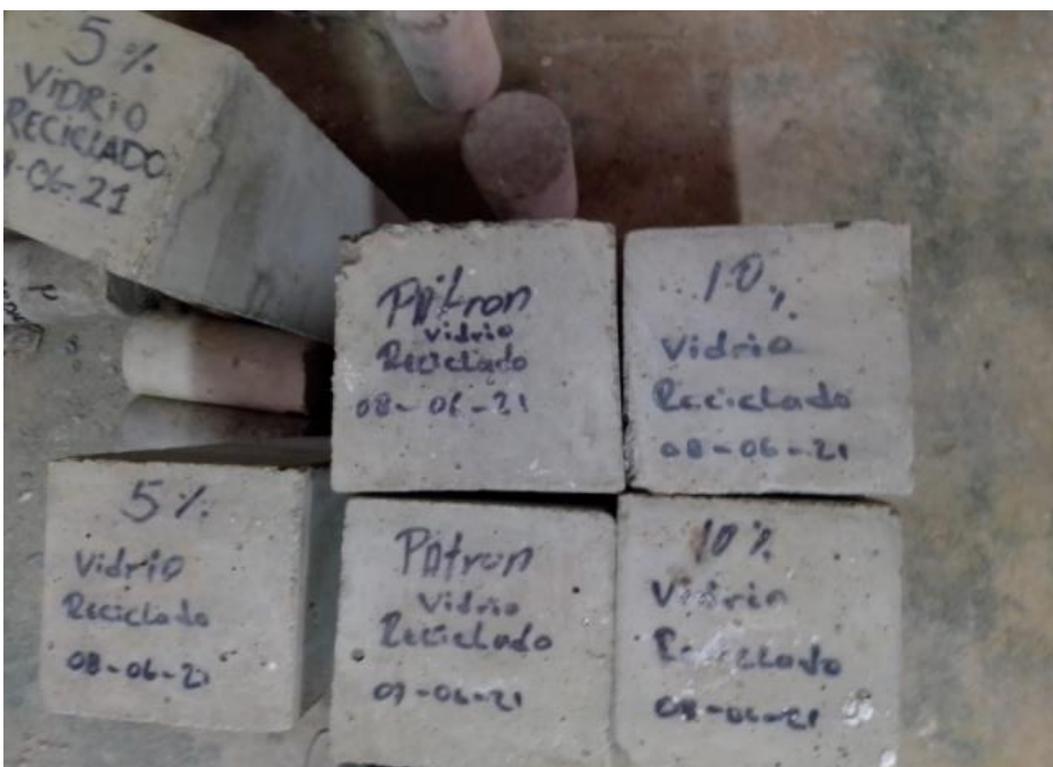
Fotografía 10. Investigador realizando ensayo de proctor modificado.



Fotografía 11. Investigador realizando ensayo de C.B.R.



Fotografía 12. Muestras cilíndricas de estudio.



Fotografía 13. Muestras prismáticas (vigas) de estudio.



Fotografía 14. Ensayo de especímenes de concreto a la compresión



Fotografía 15. Ensayo de especímenes de concreto a la flexión



Fotografía 16. Investigadores en pleno ensayo de sus muestras.