



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida central, Lima, 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Mateo Montañez, Jhon Jesús (orcid.org/0000-0002-3491-8560)

Palomino Zenitagoya, Cristhian David (orcid.org/0000-0001-5773-9728)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0002-1979-3552)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ
2020

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida y las bendiciones diarias a lo largo de nuestro camino, A nuestros Padres ya que sin sus apoyos y esfuerzos no habríamos llegado tan lejos.

AGRADECIMIENTO

Nuestros sinceros agradecimientos a nuestros formadores que fueron parte fundamental para obtener este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población y muestra	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos.....	41
3.7. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS	42
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	71
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación del Proyecto	22
Tabla 2 Factor direccional y factor carril	24
Tabla 3 Configuración de ejes	25
Tabla 4 Cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos	26
Tabla 5 Desviación Estándar con menos de 30 Pruebas	36
Tabla 6 Mínimos y máximos del Slump	38
Tabla 7 Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t., en el carril de diseño .	43
Tabla 8 Índices de serviciabilidad Inicial, final y diferencial según rango de tráfico	44
Tabla 9 Valores de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según Rango de Tráfico	44
Tabla 10 Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según Rango de Tráfico	47
Tabla 11 Propiedades del vidrio de uso cotidiano	47
Tabla 12 Granulometría del vidrio según FHWA	48
Tabla 13 Granulometría del vidrio según FHWA	49
Tabla 14 Cantidad de materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	50
Tabla 15 Cantidad de Materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 5\% \text{ VR}$	51
Tabla 16 Cantidad de Materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ VR}$	51
Tabla 17 Cantidad de Materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ VR}$	52
Tabla 18 Variación del Asentamiento $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	52
Tabla 19 Peso unitario del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	53
Tabla 20 Peso unitario del concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ aire atrapado	54
Tabla 21 Resistencia a la compresión del concreto a 7 días	55
Tabla 22 Resistencia a la compresión del concreto a 14 días	56
Tabla 23 Resistencia a la compresión del concreto a 7 días	60
Tabla 24 Resistencia a la compresión del concreto a 14 días	60

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Ubicación Av. Central. Fuente: Argis	22
<i>Figura 2.</i>	Imagen Satelital Av. Central. Fuente: Google.....	23
<i>Figura 3.</i>	Ensayo de resistencia a la flexión en el punto central	28
<i>Figura 4.</i>	Prueba de resistencia a la compresión.	29
<i>Figura 5.</i>	Diseño de espesor de pavimento FAA.....	33
<i>Figura 6.</i>	Diagrama de flujo para el diseño de mezclas de hormigón	34
<i>Figura 7.</i>	Esquema de relación agua y concreto	37
<i>Figura 8.</i>	Relación típica entre la resistencia a la compresión y agua/materiales cemento	37
<i>Figura 9.</i>	Espesor de losa para pavimento rígido.	45
<i>Figura 10.</i>	Espesores de losa en base a ecuación AASHTO.....	46
<i>Figura 11.</i>	Comparativo entre SLUMP vs %Vidrio Reciclado.....	53
<i>Figura 12.</i>	Comparativo entre el peso Unitario vs % V.R.....	54
<i>Figura 13.</i>	Comparación de aire atrapado vs % vidrio reciclado	55
<i>Figura 14.</i>	Comparativo del concreto patrón entre f_c vs días de fraguado.....	56
<i>Figura 15.</i>	Comparativo entre $F'c$ vs edad de fraguado para reemplazo de 5% de V.R.	56
<i>Figura 16.</i>	Comparativo entre $F'c$ vs edad de fraguado para reemplazo de 10% V.R.	57
<i>Figura 17.</i>	Comparativo entre $f'c$ vs edad de fraguado para reemplazo de 15% de V.R.	57
<i>Figura 18.</i>	Comparativo entre la $F'c$ (kg/cm ²) vs %V.R. a la edad de 7 días	58
<i>Figura 19.</i>	comparativo entre la $F'c$ (kg/cm ²) vs %V.R. a la edad de 14 días.....	58
<i>Figura 20.</i>	comparativo entre la resistencia obtenida vs % V.R. y edad de curado. .	59

RESUMEN

Este trabajo de investigación fue la comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida central, Lima, 2020. El objetivo fue la comparación entre el concreto con vidrio reciclado y concreto simple el cual determinó el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho. Tuvo un enfoque cuantitativo, con diseño descriptivo. La población que se consideró en el presente trabajo fue el pavimento de la avenida central a partir de la progresiva 0+000 (avenida cruz de motupe) a la progresiva 1+1530 (avenida prolongación del muro). La muestra fue la avenida central del distrito de San Juan de Lurigancho. El presente proyecto estudió la influencia del uso de vidrio reciclado como agregado sobre la resistencia en losas de concreto para pavimentos rígidos. Se utilizó las normas ASTM, ACI, NTP para caracterizar a los concretos propuestos. Se obtuvieron resultados de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple obteniendo un asentamiento de 6.82cm, 4.5cm y 2.8cm, la resistencia a la flexión fue de 3.36 MPa, la resistencia a la tracción fue 2.49 MPa. Los resultados obtenidos están dentro del rango adecuado de asentamiento para pavimentos y losas.

Palabras clave: losa, pavimento, vidrio, resistencia, compresión

ABSTRACT

This research work was the comparison of concrete with recycled glass and simple concrete for the design of a rigid pavement slab, central avenue, Lima, 2020. The objective was the comparison between concrete with recycled glass and simple concrete which determined the design of the paving project on Central Avenue, San Juan de Lurigancho. It had a quantitative approach, with a descriptive design. The population that was considered in the present work was the paving of the central avenue from the progresica 0+000 (avenida cruz de motupe) to the progressive 1+1530 (extension avenue of the wall). The sample was the central avenue of the district of San Juan de Lurigancho. This project studied the influence of the use of recycled glass as an aggregate on the resistance of concrete slabs for rigid pavements. ASTM, ACI, NTP standards were used to characterize the proposed concretes. Results were obtained from the comparison between concrete with recycled glass and simple concrete, obtaining a settlement of 6.82cm, 4.5cm and 2.8cm, the flexural resistance was 3.36 MPa, the tensile strength was 2.49 MPa. The results obtained are within the adequate range of settlement for pavements and slabs.

Keywords: slab, pavement, glass, resistance, compression

I. INTRODUCCIÓN

Un tema muy importante de la ciencia en la actualidad es el problema de la gestión racional de residuos. El reciclado de muchos productos es posible si se aplica técnicas y métodos adecuados, soluciones y propuestas encuentran algún tipo de limitaciones entre ellas las económicas. En situaciones en las que el empleo de los recursos primarios para la producción de nuevos productos sea fácilmente accesibles y económicas, el reciclaje desde el punto de vista empresarial es innecesario, cuando los materiales reciclados no se logran justificar económicamente, no se utilizan. Las empresas fabricantes se reservan la posibilidad de utilizar productos reciclados en nueva producción siempre que se entreguen en forma gratuita, lo cual sería una oportunidad de implementar un reciclaje económicamente justificado.

El financiamiento de la recolección, segregación y transporte se convierte para una empresa en injustificable, por lo que varios tipos de residuos cuyo reciclaje es técnicamente posible, terminan en vertederos ilegales. En el caso de vidrios para envases, la recolección, selección, limpieza y transporte de residuos a la cristalería están económicamente justificados. Debido a la posibilidad de facturación de envases y la opción de una retribución económica por el material reciclado, se aprovechan adecuadamente las posibilidades técnicas. Al respecto de la utilización del vidrio en el ámbito latino Toala et al. (2020) mencionaron que el vidrio como material de construcción es una técnica novedosa para reutilizar este recurso ya que solo el 47% de los hogares tienen hábitos de clasificación de residuos sólidos como plásticos, cartones y vidrios. Dado que las materias primas requeridas por la industria de la construcción están cambiando continuamente. Además, la tendencia en el tema de construcción en países de latino américa Cedillo y Echevarría (2020) indicaron que implementando acciones sobre el reciclaje de residuos sólidos no renovables y residuos orgánicos para el desarrollo de elementos arquitectónicos que contribuyan a la sostenibilidad del medio ambiente, los países se adaptan a la evolución arquitectónica global de los últimos años. Uno de estos materiales es sin duda el vidrio sobre el que Franco et al. (2014) en su investigación mencionaron que los residuos de vidrio, un bien de gran disponibilidad, se aprovechan para ayudar a disminuir la contaminación causada por una disposición final inadecuada. Los hormigones elaborados a partir de residuos de vidrio se han desarrollado durante muchos años. Sobre lo indicado surge la importancia de la reutilización de

estos recursos tal como lo señalaron Silipu et al. (2019) Cuando se utilizaron como materia prima para la elaboración de hormigón ecológico para la construcción de viviendas de interés social, los residuos como el plástico PET, vidrio y el bagazo de caña de azúcar reemplazaron a la arena gruesa en cantidades del 5%, 10% y 20%, respectivamente. Se lograron ahorros al incorporar al concreto estos componentes. Se puede mencionar otros componentes que ayudan no solo en la construcción de pavimentos sino también en la construcción tal es caso del estudio de Trujillo y Chávez (2018) quienes mencionaron que en la construcción en comparación con las paredes con cimientos de ladrillo y las paredes con cimientos de yeso, se descubrió que las paredes con cimientos de hormigón simple que incluían vidrio reciclado como componente tienen una resiliencia superior a las inundaciones. También sobre el uso de estos materiales compuestos Morales et al. (2015) el mantenimiento de sus cualidades mecánicas y la reducción del porcentaje de volumen de resina requerido fue posible gracias a la utilización de fibra de vidrio reciclada y resina de poliéster. Además, permitió reducciones en los costos de fabricación que tuvieron un efecto favorable en el medio ambiente.

En el estudio realizado por Peyvandi, Soroushian y Nassar (2014) sobre investigación de concreto con vidrio reciclado manifestaron que en Estados Unidos se generan 9.4 millones de toneladas de residuos de envases, solo un tercio de estos residuos son reciclados. Los estudios de laboratorio y ensayos han verificado la viabilidad del polvo de vidrio desecho como material cementante complementario, por tanto, los residuos de vidrio de varios colores presentan una gran oportunidad para la industria del hormigón. (p. 29)

También Material District (2019) mencionaron que tras la investigación realizado por una universidad de Deakin en Australia encontraron en sus investigaciones que se puede utilizar vidrio molido reciclado en lugar de arena al fabricar concreto polímero, con resultados de mayor resistencia y más económicos.

En la revista Concrete Construction (2016) en su artículo concrete your Fingertips publicaron que el vidrio reciclado triturado se puede usar como un reemplazo completo de agregado fino en el concreto, por otro lado, el vidrio finamente molido (polvo) tiene propiedades puzolánicas y se puede usar como adición de cemento tipo II. El agregado de vidrio reciclado se ajusta a la definición de agregado manufacturado establecida en la norma BS EN 12620. La guía para el uso de esta

norma se proporciona en BS 6682-1, proporciona límites para el vidrio reciclado y se verifica en BS 8500-2

Cuando el hombre siente la necesidad de relacionarse con otros grupos humanos y deja de ser nómada para poder comerciar con bienes o alimentos, aparecen por primera vez los caminos. A medida que estas nuevas rutas obtienen más tráfico, se hace necesario construir algunas mejoras en sus propiedades mecánicas y físicas. Cuando aparecieron por primera vez los vehículos remolcadores y rodantes, los senderos y caminos simples comenzaron a convertirse en caminos con condiciones y formas específicas de superficie rodante.

La cultura romana fue una fuerza importante en el desarrollo de las carreteras, dejando atrás una extensa red que aún existe en la actualidad. La primera carretera pavimentada con asfalto se creó en EE. UU. en 1870 y la primera capa de asfalto se aplicó inicialmente en 1876. El asfalto se utilizó por primera vez para proteger la superficie de la carretera en 1858.

El estado peruano mediante la Directiva N° 001-2008-MTC/14, promueve la atención y el desarrollo de temas de investigación relacionados con la infraestructura vial, impulsando la investigación, implementando los resultados y análisis obtenidos de dichos trabajos y deben estar relacionados con la necesidad de mejorar la tecnología y su aplicación. La construcción sustentable de los pavimentos debe considerar varios aspectos de sobre ello Gómez et al. (2015) se debe considerar algunas observaciones sobre cómo estos pavimentos interactúan con el medio ambiente, el cumplimiento de las normas técnicas y leyes vigentes. A pesar de las ventajas señaladas, se consideran los temas de contaminación ambiental relacionada con el proceso, costos externos y otras repercusiones en la salud de las personas.

Además de debe hacer una comparación técnico y económico de este tipo de construcción, sobre este tema Días y Hoyos (2019) indicaron que por malos diseños y otras causas, el pavimento de una ciudad se desgasta con el uso, disminuyendo el servicio óptimo para el que está destinado. La elección del pavimento adecuado para la ejecución del proyecto se puede realizar con la ayuda del análisis económico. El estudio estuvo enfocado en realizar un diseño de concreto para el pavimento rígido de la avenida central en el distrito de San Juan de Lurigancho, cuya superficie de rodadura se presenta en mal estado, debido al descuido, la

antigüedad del concreto y un plan obsoleto que no tomaba en cuenta las condiciones actuales. tráfico. La mejora del tránsito vehicular, que en la actualidad contribuye a reducir el consumo de combustible de los vehículos automotores, así como el tiempo requerido para el transporte de personas para sus actividades diarias, así como el estrés que experimentan los conductores y pasajeros tanto en el transporte público como privado, fue posible gracias a la reconstrucción de la carpeta vial con el hormigón propuesto. Esto resultó en una menor contaminación por monóxido de carbono de las emisiones de los vehículos.

Tras las evidencias que se describieron en la realidad problemática de la investigación, se discutió el problema general y los problemas específicos de la investigación a la luz de la realidad problemática revelada. El tema principal de la investigación fue ¿Cómo la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?. Los siguientes fueron los problemas específicos de la investigación:

PE 01 ¿Cómo de la comparación entre los materiales a emplear en el concreto simple y concreto con vidrio reciclado permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020?

PE 02 ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la relación agua cemento permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?

PE 03 ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la compresión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?

PE 04 ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la flexión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?

PE 05 ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la tracción permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?

PE 06 ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de elasticidad permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?

PE 07 ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de Poisson permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?

El objetivo general fue la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple determinará el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE 01: Las diferencias o semejanzas de los materiales a emplear en el concreto simple y concreto con vidrio reciclado permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.

OE 02: Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la relación agua cemento permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.

OE 03: Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la compresión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.

OE 04: Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la flexión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.

OE 05: Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la tracción permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.

OE 06 : Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de elasticidad permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.

OE 07: En la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de Poisson permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Los trabajos realizados por los diversos autores que tuvieron relación con el estudio planteado en esta investigación, para el cual se consideró las siguientes investigaciones tanto el entorno nacional e internacional, estudios como los de Tamana y Tuladhar (2020) en su estudio de polvo de vidrio reciclado como reemplazo de cemento en el concreto describieron que el uso de vidrio reciclado en concreto para aplicaciones industriales es necesario caracterizar las propiedades químicas y físicas del vidrio reciclado recolectado y evaluar los niveles de reemplazo de cemento por vidrio reciclado sobre las propiedades de durabilidad y resistencia del hormigón. Probaron las propiedades de resistencia mecánica y durabilidad del concreto con 10%, 20% y 30% de RGP como reemplazo parcial del cemento y se compararon con el concreto típico y el concreto mezclado con cenizas volantes. Sus resultados fueron que el concreto con RGP mostró mejoras en la resistencia contra la penetración de cloruros al aumentar el contenido de polvo de vidrio con el tiempo como las cenizas volantes, además de cumplir con el requisito de resistencia relativa de la norma australiana para ser considerado como material cementante. Concluyeron que el uso de RGP como reemplazo del cemento es factible para nivel de hasta 10%.

Malek, Lasica, Jackowski y Kadela (2020) en su investigación tuvieron como objetivo añadir desecho de vidrio a efectos de investigar las propiedades mecánicas de un mortero. Fue un trabajo experimental que incluyó cuatro contenidos diferentes de vidrio de desecho (5, 10, 15 y 20% en peso de agregado fino). Se evaluó la resistencia a la compresión, flexión y tracción, así mismo el módulo de elasticidad y el módulo de Poisson en comparación con la mezcla de referencia. Como conclusión indicaron que el aumento de las propiedades mecánicas se logró debido al uso de partículas finas de agregado fino (0-1.5 mm) que mejoraron la matriz agregado cemento. El módulo de elasticidad fue aproximadamente un 3% más alto que la mezcla de referencia. Las relaciones obtenidas en este estudio rara vez se encuentran en la literatura.

Kiliçoğlu (2017) en su investigación manifestó que los vidrios de desecho que no se pueden reciclar fueron utilizados como puzolana y agregado grueso en dos grupos: como agregado fino en un concreto con tamaño de 5-12 mm con proporciones de 0%-50% como cemento tipo CEM I y polvo de vidrio residual, incorporados al

concreto con proporciones de 5%, 15% y 30% en peso como aglutinante. Los resultados para el grupo (I) no tuvo un efecto marcado en la trabajabilidad del hormigón. En el grupo (II) los resultados indicaron que las mezclas con 5% de residuos de vidrio como puzolana y 10% de residuos de vidrio como agregado fino proporcionó una resistencia a la compresión a la mezcla de referencia. Mayor porcentaje de vidrio (15%) produjo valores de resistencia más bajos. El autor concluyó que el polvo de vidrio residual puede ser utilizado como puzolana y agregado fino para la producción de hormigón.

Peyvandi et al. (2014) en su investigación de concreto con vidrio reciclado manifestaron que los resultados de su estudio de concreto normal y concreto con vidrio reciclado, el segundo tiene una tasa inicial de resistencia más lenta que el concreto normal a 3 días 570, a los 7 días 620 psi, a 28 días 790 psi, y alcanzó mayores niveles de resistencia a largo plazo y a 56 días 820 psi mayor que el concreto normal 800 psi. y que el concreto con vidrio reciclado mostró una contracción por secado más baja de lo normal.

Al Bakri Abdullah, Jamaludin, Faheem Mohd Tahir y Sandu (2014) en su investigación cuyo objetivo fue utilizar el vidrio reciclado para reemplazar el agregado fino natural en diferentes proporciones de mezcla. La muestra de control fue el concreto de cemento Portland ordinario de grado 30 (OPCC) con contenido de arena 100% natural y agregado grueso. Los concretos con vidrio reciclado con 70% de agregado fino natural + 30% de vidrio triturado de 300 micrones de tamaño (muestra 2) y 70% de agregado fino + 15% de vidrio triturado de 300 micrones de tamaño + 15% de tamaño superior a 300 micrones de vidrio triturado (muestra 3). La fuerza registrada de la muestra control, muestra 2 y 3 a los 90 días fue de 47, 61 y 55 Mpa. La resistencia a la compresión de las muestras de hormigón con vidrio reciclado fue superior a las muestras de control, los resultados de la prueba de flexión muestran que el hormigón con vidrio reciclado es superior a las muestras de control. El concreto con vidrio reciclado tiene menos capacidad para funcionar plenamente como concreto armado al tener resistencia a la flexión de 91% y 84% de la resistencia a la flexión teórica, en tanto, que para la muestra de control su resistencia a la flexión es 10% mayor que el valor teórico. El índice de tenacidad

del concreto con vidrio reciclado con 30% de sustitución de arena fina por polvo de vidrio reciclado estuvo a la par con la muestra de control.

Saravia (2019) en su estudio determinó que el vidrio triturado agregado en reemplazo del agregado grueso en la mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para ello utilizó como población 45 probetas, realizando un estudio cuasiexperimental. Obtuvo un resultado del 12.5% de vidrio triturado presentó mayor resistencia con respecto al patrón del concreto, la baja resistencia del vidrio triturado fue el 20%. Concluyó que la dosis correcta para la aplicación del vidrio triturado (templado) en reemplazo del agregado grueso fue del 12.5%, esto se obtuvo a los 28 días de curado logró una resistencia a la compresión de $f'_c = 282.3 \text{ kg/cm}^2$. Recomendó evaluar el uso de otros tipos de vidrios y aditivos para trabajar el concreto.

Castro (2019) en su investigación tuvo como objetivo evaluar cómo responde el concreto más material reciclado, cucho y vidrio sódico. Utilizó como población 294 probetas de concreto. Su investigación fue del tipo cuantitativa-tecnológica. Sus resultados fueron que luego de los 28 días la mezcla logró una resistencia a la compresión entre 10 y 20% al ser expuestas al fuego se redujo su resistencia de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y las de 30% aumentan. En el diseño de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ las muestras logró una resistencia menor las ser expuestos al fuego. Concluyó el autor a mayor porcentaje de sustitución aumenta el material reemplazante y menor cantidad de agregado fino, adicionar vidrio sódico cálcico reciclado en 10%, 20% y 30% mejora la trabajabilidad. Recomendó promover el empleo de material proveniente de desechos, utilizar como sustitución 10, 20 y 30% de vidrio sódico cálcico, y caucho solo 10 y 20%.

Rivera (2018) hizo su investigación que tuvo como objetivo demostrar la influencia del vidrio molido (sódico cálcico) como agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Utilizó como muestra 36 probetas, la investigación fue aplicada. Logró a los 28 días la mayor resistencia del diseño de 25% (247 kg/cm^2). Concluyó que el incremento de vidrio molido de 25% mejora el comportamiento del concreto y acorta la trabajabilidad. Recomendó que se pueda optar por incluir el vidrio como un agregado.

Ochoa (2018) en su investigación, tuvo como objetivo conocer el impacto del vidrio reciclado molido como reductor de áridos finos para su uso en hormigones para pavimentos urbanos. Probó combinaciones de concreto con vidrio reciclado molido en un laboratorio. Su investigación fue de tipo cuasi experimental. Los resultados indicaron que el incremento de vidrio reciclado molido (10%, 20% y 30%) el concreto aumentó la resistencia a la compresión sobrepasando la resistencia del concreto patrón cuyos valores fueron $f'c = 196.90 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 233.54 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 311.37 \text{ kg/cm}^2$. Concluyó la mezcla del concreto adicionado el vidrio molido reciclado no provoca cambios significativos. Recomendó evaluar las propiedades del concreto con otros porcentajes de vidrio reciclado molido en reemplazo de agregado fino.

Cortez (2017) empleó muestras de concreto con varios diseños de mezclas de vidrio triturado de tipo calcio en su investigación para evaluar el nivel de influencia del vidrio triturado en reemplazo del agregado grueso en varias proporciones. Realizó un estudio aplicado. Obtuvo como resultado de su estudio una resistencia a la compresión de 189 y 197 kg/cm^2 a los 28 días, representando el 108% y 112.57% de la resistencia requerida. Se determinó que el uso de vidrio tipo soda-calcio reciclado en proporciones variadas en lugar de piedra triturada afecta los resultados. La dosis adecuada del vidrio triturado tipo sodo cálcico es al 10% y 20%. Logró mejoras en la resistencia a la compresión del concreto. Recomendó continuar con los ensayos de tipo experimental del concreto no estructural con los porcentajes obtenido.

Siendo el vidrio reciclado una de las variables de este estudio mencionaremos teorías que tratan sobre ello. Acerca del uso de este material Izquierdo et al. (2020) señalaron que el comportamiento de los vidrios con referencia a la resistencia a la compresión cuando se utilizan para preparar hormigón. El vidrio triturado puede sustituir a la arena hasta en un 20%, aunque se deberá presentar prueba que acredite su uso. Como resultado, es una opción práctica que reduce el desperdicio de vidrio ambiental. También acerca de la influencia del uso de este material Flores et al. (2018) mencionaron que la inclusión de este elemento permite un equilibrio ambiental favorable, lo que permite que la industria de la construcción utilice desechos de numerosas fuentes. El vidrio, en particular, se puede reutilizar de

muchas formas. Con el fin de comprender cómo se comportan los residuos de vidrio como sustitutos de los áridos y el potencial que tienen para alterar las cualidades del producto final.

La tendencia en el uso de este material en los morteros o concretos, Yoris et al. (2019) señalaron que el concreto de morteros de geopolímeros, incluido el vidrio triturado y otros, se han sometido a pruebas mecánicas y físicas para ser utilizados como materiales aditivos en impresoras 3D. El cemento adicionado con otros agregados como arena caliza, vidrio triturado y aditivos forman morteros que pueden llegar a tener buen resultado. Acerca de la evaluación tanto del comportamiento, desempeño y resistencia se menciona al estudio de Díaz y Ramos (2018) señalaron que es necesario conocer las propiedades mecánicas asociados a las opciones de dosificación de vidrio que se pueden utilizar para el diseño de mezclas. Conocer también el proceso de trituración de vidrio y los agregados pétreos bajo los parámetros y normas establecidas. Además de los ensayos posteriores a realizar para determinar la densidad, resistencia a la compresión con tiempos de curado de 7, 14, y 28 días como lo determina la norma establecida. Además, Rodríguez y Ruíz (2016) mencionaron que se debe tener en cuenta los gastos asociados al transporte del vidrio, a la separación del vidrio por color de ser necesario o considerar la posibilidad de incorporar el vidrio dentro de la producción de hormigón, uno de los materiales más utilizados en nuestro medio para la obra civil. En diversos países se han investigado el uso de vidrio reciclado molido en mezclas de hormigón estructural.

Prueba de resistencia

Sobre la evaluación de la resistencia del concreto Retama y Heras (2020) explicaron que se debe realizar un estudio de las mezclas de concreto cuando se usa un material como agregado en el concreto de cemento Portland. Además de investigar el tamaño de las partículas del material agregado. Realizar ensayos al concreto a edades específicas en condiciones de carga de compresión, tracción indirecta y flexión para evaluar el impacto de esta mezcla en la resistencia mecánica del concreto. Es importante anotar los resultados en cuanto al comportamiento mecánico de la mezcla con partículas añadidas.

Además, Poveda et al. (2015) señalaron que con el fin de reducir el uso excesivo de agregados naturales (grava y arena), se han realizado diversos estudios para aprovechar materiales no convencionales en la preparación de mezclas de concreto. Estos materiales, en particular el vidrio molido reciclado, mejoran las propiedades del hormigón otorgándole una mayor resistencia al desgaste mediante el uso de varios tamaños de partículas y dosificaciones.

Sobre la influencia del agregado del vidrio reciclado el estudio de Plascencia y Mendoza (2020) indicaron que uno de los factores más importantes del agregado de diversos tipos de materiales a la mezcla de concreto es su impacto sobre los costos asociados con la producción de concreto simple. Para producir concreto simple que tenga las propiedades mecánicas y físicas deseadas sin desviarse de la Norma Técnica Peruana E.060 concreto armado. El efecto que se puede señalar sobre el uso de este material lo menciona Elías et al. (2020) quienes en su estudio mencionaron que el efecto o resultado de sus investigación que el concreto con material agregado presentó una adecuada resistencia a la compresión luego de los ensayos al que fue sometido luego de los días de curado establecido por la norma vigente. Además uno de los estudios realizados acerca del vidrio reciclado como componente agregado al concreto se indica en el estudio de Espinoza (2017) indicó que el uso de vidrio reciclado en la construcción civil es un sustituto sostenible porque la producción de cemento representa alrededor del 9% de la producción industrial de emisiones de efecto invernadero. Los resultados de Glass Powder (GP) demuestran que las propiedades de fluidez y trabajabilidad de las combinaciones de cemento y GP son adecuadas para una amplia gama de aplicaciones en la construcción civil.

El trabajo de investigación más antiguo que estudió el riesgo potencial de expansión ASR (Alkali-Silica Reaction) en concreto con material de vidrio reciclado como reemplazo de agregados fue realizado por Schmidt y Asia; el primer trabajo en investigar la posibilidad de utilizar polvo molido muy fino de vidrio como material puzolánico fue en 1973. Actualmente el porcentaje de utilización de vidrio reciclado no se encuentra en el nivel deseado, porque la falta de información, resultados y observaciones a largo plazo del uso de vidrio reciclado en el concreto lo convierten en un riesgo.

El uso de desechos de vidrio en lugar de arena o agregado natural virgen en la composición del mortero es factible y el costo de reemplazo indica una ventaja. En el estudio realizado por Ling, Poon y Wong (2013) mencionaron sobre los beneficios adicionales son: (a) menor uso de agregados naturales, mínimo costo de extracción disminuye la invasividad de canteras, (b) reciclar parte del vidrio que de otra forma terminaría en vertederos, (c) mayor valor arquitectónico de los morteros y concretos debido a que las partículas de vidrio de colores visibles producirán un efecto visual. El uso del vidrio de desecho como agregado para concreto se ha intentado por décadas. Los primeros esfuerzos se vieron frustrados por el problema de la reacción álcali – sílice, que no se comprendía bien entonces. También se considera que el vidrio como agregado afecte las propiedades mecánicas del concreto. Se conoce que la resistencia del concreto se controla típicamente mediante la unión entre la matriz del cemento y el agregado. Cuando el agregado natural con superficie relativamente rugosa se reemplaza por partículas de vidrio trituradas con superficies relativamente lisas, se espera una caída en la resistencia y en particular la reducción de la ductilidad. Se reconoce que el concreto con vidrio es un material nuevo que requiere de desarrollo de tecnologías de producción adecuadas.

El vidrio reciclado

The Highway Agency (2004) indicó “El vidrio reciclado puede cumplir como relleno o material granular”. El vidrio es un material cerámico inorgánico no cristalino que es sólido a temperatura normal y está hecho principalmente de silicatos. De acuerdo a los tratamientos térmicos y su composición, adquieren propiedades ópticas, mecánicas y térmicas, además de resistencia a la corrosión, el desgaste y la compresión. Las siguientes características del vidrio reciclado son particularmente interesantes para su uso como material granular:

- Granulidad: el vidrio es un material clasificado que puede cumplir fácilmente con los estándares establecidos una vez que ha sido triturado.
- Densidad de compactación y peso unitario: el peso unitario del vidrio reciclado es de unos 1.120 kg/m³, que es inferior al peso de los áridos típicos. Según ciertos hallazgos, la densidad seca del material es menor que la de una sustancia granular y está en el rango de 1.800 a 1.900 kg/m³.

- Estabilidad: cuando se compara con los agregados ordinarios, exhibe una fricción interna relativamente significativa, con informes de valores superiores a 50°.

Entre otros materiales que se usan al agregados del concreto, el vidrio reciclado se según el estudio de Lázaro et al. (2015) explicaron que reciclar los productos que consumimos entre ellos el vidrio, ayuda a mejorar la disposición de los materiales y contribuir con el medioambiente. El reciclar y reutilizar materiales sirve para producir o fabricar nuevos productos. El vidrio reciclado se puede obtener de diversas fuentes como de vidrios planos, envases diversos, pantallas de tv. etc.

Además de su uso como agregado de concreto se debe tener en cuenta según Santos y Solarte (2017) señalaron que la construcción de pavimentos, tanto rígidos como flexibles, tiene un impacto en la economía, el medio ambiente y el desarrollo social. Su construcción exige componentes de bajo costo, alta disponibilidad y plena utilización, además de características que aseguren una adherencia mínima a la durabilidad y gastos de mantenimiento económicos. Estos materiales corresponden a los agregados reciclables, que contienen RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) pavimento asfáltico recuperado.

A través de métodos científicos se realizan procedimiento para mejorar el diseño de un hormigón; mediante la comparación de dos tipos de hormigón, uno con adición de vidrio reciclado y otro de hormigón simple, tratando de mejorar sus propiedades mecánicas mediante un diseño adecuado.

Los agregados de un concreto simple consiste en arena y varios tamaños y formas de piedras. Actualmente existe un interés creciente en sustituir materiales granulares alternativos como uso potencial para materiales reciclados. Se tienen investigaciones significativas sobre muchos materiales diferentes para sustituir los agregados, como ceniza de carbón, escoria de alto horno, desechos de fibra de vidrio, plásticos granulados, desechos de papel, de madera, lodos sinterizados. Los vidrios reciclados se han utilizado como reemplazo de agregados finos y gruesos en el concreto.

Se consideró la necesidad de emplear la tecnología actual para elaborar la presente investigación, con equipos de laboratorio que ofrezcan mayor exactitud y confiabilidad en comparación con equipos de laboratorios de generaciones pasadas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Al respecto del tipo de investigación Hernández et al. (2014) indicaron que para analizar un fenómeno o problema se utiliza en la investigación un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos (p. 4). La investigación actual se llevó a cabo de manera deductiva y es un trabajo científico, dado que se siguieron los pasos para una investigación de tipo aplicada.

Enfoque de la investigación

El presente trabajo tuvo un enfoque cuantitativo, el cual se determinó luego de conocer, evaluar y definir las diversas metodologías utilizadas en la investigación tal como lo explicó Hernández et al. (2014) “El enfoque cuantitativo consiste en una serie de etapas probatorias secuenciales. Las reglas son estrictas” (p. 4).

Diseño de la investigación

El presente trabajo es de carácter meramente descriptivo, al respecto Hernández et al. (2014) explicaron que el objetivo de la investigación descriptiva es describir los rasgos, características y perfiles de individuos, organizaciones, comunidades, actividades, cosas o cualquier otro fenómeno que se esté estudiando (p.29).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple

Definición conceptual

La comparación se presenta como un proceso típico del ser humano, es una acción frecuente y se utiliza para casi cualquier actividad, “Consiste en tener dos o más elementos para determinar sus relaciones o para medir qué tan similares o diferentes son”. (RAE, 2011, p. 1617). En relación con la definición del concreto, se señala que es la mezcla de agregado grueso, agregado fino y sustancia aglomerante. Para mejorar sus cualidades de comportamiento, ocasionalmente se pueden agregar productos químicos. (RS N° 02-2018-MTC14, p. 8). Por último, la

definición de pavimento hidráulico consiste en crear hormigón hidráulico con cemento Portland y colocarlo, con o sin armadura, sobre una superficie adecuadamente preparada. (RD N° 17-2012-MTC/14, p. 47)

Definición operacional

Frente a la comparación de las dos magnitudes de estudio se realizaron la confrontación o comparación de ambos con la finalidad de poner de manifiesto los rasgos de diferencia o de semejanza entre ellos, para los cuales se consideraron las siguientes dimensiones con sus respectivos indicadores.

Dimensión 1: materiales

Indicador : agregados Los aditivos son ingredientes minerales o químicos que se utilizan para cambiar características específicas del concreto que un cemento simple u ordinario no puede. (Menéndez, 2009, p. 35)

- Vidrio reciclado

Dimensión 2: relación agua cemento

Indicador : trabajabilidad, se consideró los cementos tipo I o normal y tipo II o de bajo calor de hidratación son los dos que más se utilizan para pavimentación. Con relación al agua se consideró a los contaminantes que poseen que podrían tener un impacto en los tiempos de fraguado y desarrollo de resistencia del concreto.

- Tipo cemento: I, IA, II, IIA, III, IIIA, IV y V. (Menéndez, 2009, p. 34)
- Producto químico del agua: Cloruro, sulfato, álcali y sólidos totales son algunos estándares aceptables de calidad del agua. (Menéndez, 2009, p. 34)

Dimensión 3: resistencia a la flexión

Indicador : carga en los tercios, ofrece un momento puro sin cortantes en el tercio de la viga.

Indicador : falla tercio central, En este procedimiento, se desconoce la ubicación de la fractura y se crean momentos y cortantes que causan la falla. (Menéndez, 2009, p. 35)

Dimensión 4: resistencia a la compresión

Después de 28 días de curado, se crea con un cilindro de 6 x 12 pulgadas.

Indicador : módulo de rotura, es la resistencia requerida para el diseño estructural de un pavimento rígido. (Menéndez, 2009, p. 36)

Dimensión 5: resistencia a la tracción

Debido a que modela las tensiones de tracción que ocurren en la porción más baja de la capa de concreto durante la carga del tráfico, se puede usar para medir cómo se comportará el concreto para pavimentos.

Indicador : tensión compresión diametral, la longitud total del cilindro (6 x 12 pulgadas) recibe su aplicación. Hasta que falla. (Menéndez, 2009, p. 36)

Dimensión 6: módulo de elasticidad

Para encontrarlo se puede utilizar el cálculo de la relación de la tensión de formación en el rango elástico.

Indicador : esfuerzo de deformación, la ecuación empírica para el ACI se puede utilizar para aproximarlos. (Menéndez, 2009, p. 36)

Dimensión 7: módulo de Poisson

En el caso del concreto, estará entre 0,15 y 0,25.

Indicador: rango, el valor seleccionado comúnmente es 0.20 a 0.21. (Menéndez, 2009, p. 37)

Variable dependiente: diseño de losa de pavimento rígido

Definición conceptual

El diseño de la estructura del pavimento es preservar el camino bajo un grado específico de comodidad y deterioro al establecer el espesor y la rigidez de los materiales. (Menéndez, 2009, p. 9). Pavimento, la subrasante de una carretera es donde se forma el pavimento. Es una construcción de varias capas diseñada para resistir y dispersar las fuerzas generadas por los vehículos; recibe la denominación de "rígidos" debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye (RD N° 10-2014-MTC/14, p. 21),

Definición operacional

El carácter rígido de la losa hace que absorba casi por completo los esfuerzos provocados por las cargas de tráfico repetido, proyectando los esfuerzos a las capas inferiores y luego, en menor medida, a la subrasante. (RD N° 10-2014-MTC/14, p. 224)

Dimensión 1: resistencia a la flexotracción

Indicadores:

- Cargas en los tercios
- Falla tercio central

Dimensión 2: espesor de la losa

Indicadores:

- ESALs
- Factor de desviación Normal
- Desvío estándar
- Espesor de la losa
- Pérdida de serviciabilidad
- Serviciabilidad final
- Módulo de rotura
- Coeficiente de transferencia
- Coeficiente de drenaje
- Módulo de elasticidad
- Módulo efectivo de reacción

3.3. Población y muestra

La población que se consideró en el presente trabajo fue el pavimento de la avenida central a partir de la progresiva 0+000 (avenida cruz de motupe) a la progresiva 1+1530 (avenida prolongación del muro), distrito de San Juan de Lurigancho. La población “Es el conjunto de todas las situaciones que satisfacen un cierto conjunto de requisitos” (Hernández, et al., 2014).

La muestra es la avenida central del distrito de San Juan de Lurigancho, es decir, la población de estudio. Esto se debe a que el estudio examina una población que es probable que sea examinada porque es el único método de estudio y porque es accesible en aspectos físicos y económicos. La muestra “es un subconjunto de elementos, un subgrupo de la población, definido por sus características”. (Hernández et al., 2014). Para este estudio la muestra fue no probabilística porque fue decisión de los investigadores, no ofreció ninguna desventaja porque fue posible controlar la validez de los resultados y el beneficio de costo y tiempo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron exámenes estandarizados e instrumentos precisos para recolectar los datos para el procedimiento. El enfoque principal de esta actividad estuvo en la definición de técnicas y la elección de herramientas que permitieron la recolección de datos de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas, las cuales son supervisadas por la Dirección de Normalización, una división de la Organización Internacional de Normalización (ISO), miembro de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM).

Las técnicas e instrumentos cuentan con objetividad porque se refieren a aspectos cuantitativos medibles sin ninguna dificultad, por tanto, son confiables y válidos

Refiriéndose a validez Hernández et al. (2014) mencionaron que la validez es posiblemente el factor más significativo, particularmente desde un punto de vista científico. Describe qué tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico. Esta validez se relaciona especialmente con el significado del instrumento, o lo que está midiendo y cómo funciona para medirlo.

3.5. Procedimientos

Como parte inicial del procedimiento de la investigación se indica la ubicación y descripción donde se desarrolló el proyecto: El área del proyecto se ubica en el departamento de Lima, provincia de Lima y distrito de San Juan de Lurigancho. El tramo del proyecto que se propone comienza en la intersección de la Avenida Central y la Avenida Cruz de Motupe (progresiva 0+000) y finaliza en la Avenida Central y la Avenida prolongación del Muro (progresiva 1+530).

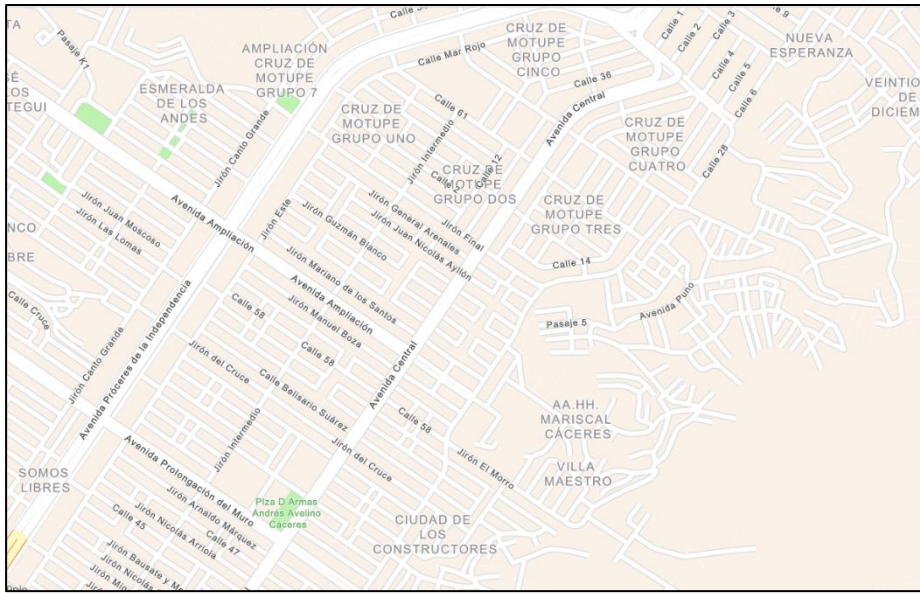


Figura 1. Ubicación Av. Central. Fuente: Argis

Tabla 1

Ubicación del Proyecto

Coordenadas	Sur	Norte
0+000	11°56'23.26"S	76°58'20.16"O
1+530	11°57'1.10"S	76°58'51.07"O

Geográficamente se encuentra en las coordenadas siguientes: 11°56'40.92"S (latitud sur), 76°58'37.05"O (longitud oeste) y a 372 m.s.n.m. (altitud) y posee las siguientes coordenadas geográficas del inicio y fin del tramo de proyecto.

Se realizaron pruebas de laboratorio para conocer las propiedades del concreto. Estas pruebas permitieron conocer varias propiedades de las muestras, los mismo que se realizaron en muestras ya preparadas.

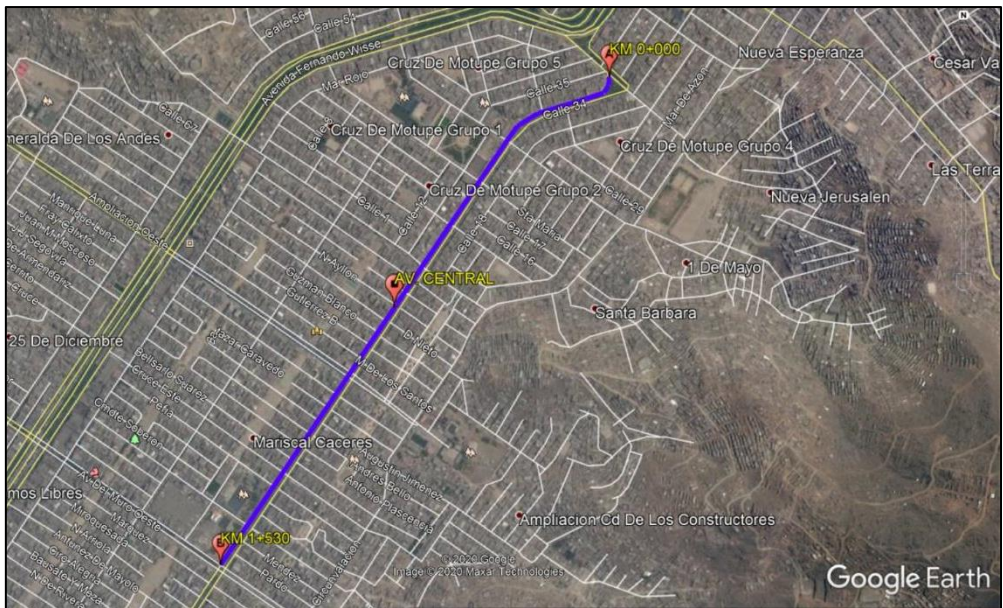


Figura 2. Imagen Satelital Av. Central. Fuente: Google

Estudio de tránsito

En la presente investigación y para los fines de este se realizó los estudios de tránsito de campo en el que se consideró el conteo volumétrico. Sobre el estudio de tránsito Corasco (2008) indicó que los estudios de tránsito son útiles para el análisis del diseño como para los estudios económicos y estudios de factibilidad. Los estudios se dividen en dos categorías: (a) Levantamiento o investigaciones de campo, (b) Estudio de gabinete o de análisis de investigaciones. (p. 27)

Factor direccional y carril

El MTC (2014) en sus indicaciones estableció que es la relación de la cantidad de vehículos pesados que se mueven en una dirección o sensación de tráfico, también conocida como factor de distribución direccional. Además, que el carril que recibe la mayor cantidad de EE se indica mediante el factor de distribución de carriles, que se da como una relación entre el carril donde suele dirigirse el mayor número de tránsito.

Tabla 2*Factor direccional y factor carril*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Ponderado Fd x Fc para cada carril de diseño
2 calzadas con separador central	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
(para IMDa total de las dos calzadas)					

Adaptado: RD N° 10-2014-MTC/14

Pavimentos de concreto típicos

El pavimento de concreto articulado, el simple y el de concreto armado son tres tipos tradicionales de pavimentos de concreto que se toman en consideración. La losa de concreto a menudo se coloca directamente sobre una subrasante, base o subbase en todas las variedades de pavimento rígido tradicional. Durante la construcción, la base o subbase proporciona estabilidad, drenaje y una superficie uniforme. Los tres pavimentos rígidos estándar acomodan el tráfico que requiere la resistencia a la flexión del concreto; sin embargo, varían en cuanto a las longitudes de las losas, las especificaciones de las juntas y el tipo y la cantidad de refuerzo utilizados.

Número de repeticiones de ejes equivalentes

La demanda relacionada con el tráfico significativo de autobuses y camiones es crucial para el diseño de pavimentos. AASHTO define la unidad utilizada para medir el efecto del tráfico como equivalentes de eje acumulados (EE) para el período de diseño considerado en el análisis.

Tabla 3

Configuración de ejes



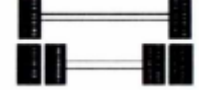

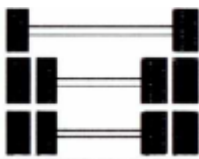
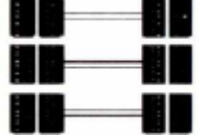
Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	N° de neumáticos	Gráfico
Eje Simple (Con Rueda Simple)	1RS	02	
Eje Simple (Con Rueda Doble)	1RD	04	
Eje Tándem (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS + 1 RD	06	
Eje Tándem (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
Eje Trídem (1 Rueda Simple + 2 ejes Rueda Doble)	1RS + 2 RD	10	
Eje Trídem (3 ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Tabla 4*Cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos*

Tipo de Ejes	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton.})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = \left[\frac{P}{13.0} \right]^{4.1}$
Eje Tándem (2 Ejes Rueda Doble) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = \left[\frac{P}{13.3} \right]^{4.1}$
Eje Trídem (1 Rueda Simple + 2 ejes Rueda Doble) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = \left[\frac{P}{16.6} \right]^{4.0}$
Eje Trídem (3 ejes Rueda Doble) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = \left[\frac{P}{17.5} \right]^{4.0}$

P = peso real por eje en toneladas

Investigación sobre pavimentos

Se requiere de investigación continua para producir mejores materiales, procesos y diseños para hacer pavimentos más seguros, duraderos y rentables. Pueden ser básicas o aplicadas, para resolver problemas específicos.

Debido a que el diseño de pavimentos involucra innumerables disciplinas diferentes. La investigación sobre pavimentos se puede agrupar en tres categorías principales: materiales, estructuras y construcción. El trabajo de investigación relacionado con materiales implica el desarrollo de materiales, mezclas y aditivos innovadores y caracterización de productos químicos. La investigación relacionada con la estructura implica el desarrollo y uso de técnicas avanzadas, sensores, equipos y modelos para comprender la estructura del pavimento y sus diferentes componentes. La investigación relacionada con la construcción incluye actividades como el desarrollo de nuevos procedimientos y equipos para una mejor y más

rápida construcción en condiciones difíciles y/o utilización de materiales reciclados, así como aquellos relacionados con un mejor control de calidad y especificaciones. Algunas de las investigaciones emergentes incluyen las relacionadas con el medio ambiente, el mantenimiento, materiales, el uso de pruebas no destructivas y aceleradas y reciclaje.

Pruebas No destructivas del concreto.

Se consideran dos tipos de pruebas, destructivas y no destructivas, estos permiten conocer las características del material o las estructuras de concreto. Las pruebas destructivas obtienen los materiales o propiedades estructurales o información a través de acciones que destruyen la integridad de los materiales o estructuras, en tanto que las pruebas no destructivas obtienen la información sin destruir la integridad de los materiales o estructuras. Por tanto, las pruebas no destructivas se pueden definir como la medición inspección o análisis de materiales, estructuras existentes y procesos de fabricación sin destruir la integridad de los materiales y estructuras. Los términos comunes utilizados en este campo son como se indican:

PND: Pruebas No Destructivas.

IND: Inspección No Destructivas.

END: Evaluación No destructiva.

ECND: Evaluación Cuantitativa No Destructiva.

Pruebas para concreto

Ensayo de resistencia a la tensión

Para pavimentos rígidos, la resistencia a la flexión, también conocida como módulo de ruptura o MDR, es un factor de diseño requerido. Esto se debe a las presiones y tensiones que hacen que los pavimentos se flexionen durante el tránsito. La resistencia a la flexión se puede medir usando una carga de punto central o una carga de tercer punto. La viga es típicamente de 6 x 6 x 20 pulgadas de dimensión. para agregados con un tamaño máximo de menos de 2 pulgadas.



Figura 3. Ensayo de resistencia a la flexión en el punto central

El enfoque del tercer punto, que se distingue de las otras dos técnicas de ensayo, ofrece un momento puro en el tercio central sin tener en cuenta el cortante. En la carga del punto central, tanto el momento como el cortante contribuyen a la falla, pero el punto de fractura es incierto.

Resistencia a la compresión

Luego del curado durante 28 días del producto, debe pasar la prueba de resistencia a la compresión requerida utilizando un cilindro de 6 x 12 pulgadas. Aunque el MDR es la resistencia especificada para el diseño de estructuras en pavimentos rígidos, la resistencia a la compresión es una prueba mucho más simple de realizar y puede correlacionarse de manera confiable con el MDR. La prueba se realizó de acuerdo con AASHTO T-22 y ASTM C-93 (Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto). Además, en comparación con la prueba de resistencia a la flexión, la prueba de resistencia a la compresión es menos susceptible a la fluctuación.



Figura 4. Prueba de resistencia a la compresión.

El futuro y las tendencias de desarrollo del concreto

Debido a las ventajas únicas del concreto, continuará siendo el más aceptado y el material más ampliamente utilizado en el presente siglo, la demanda de concreto seguirá aumentando en el futuro.

Sostenibilidad del concreto

Hacer que el concreto sea más sostenible es el tema más crucial entre todas las tendencias de crecimiento futuras. Se considera sostenible cuando para las futuras generaciones estará aun presente dicho proyecto, o cuando este va a perdurar en el tiempo sin demandar alto costo o impacto en su manutención. Todas las facetas de la civilización, incluida la infraestructura civil, la energía, el medio ambiente, la seguridad, la salud y el ciclo de vida, están incluidas en la sostenibilidad.

El concreto contemporáneo, generalmente, contiene entre 16% y 20% de materiales cementosos, 6% a 8% de agua en la mezcla, 60% a 70% de agregado y de 2% a 3% de aditivos en masa.

Reducir las emisiones de gases, en particular las emisiones de CO₂, el consumo de energía y el consumo de materias primas derivadas de recursos naturales durante la fabricación, construcción y aplicación del hormigón son tres factores que se pueden tener en cuenta a la hora de evaluar la sostenibilidad del hormigón. Reducir, reutilizar y reciclar son las tres estrategias para lograr la sostenibilidad concreta.

Principios de diseño de pavimentos de hormigón, diseño de mezclas y construcción.

La creación de pavimentos rígidos duraderos y de alto rendimiento es un proceso difícil que requiere un diseño y una selección de materiales apropiados, técnicas de construcción superiores, mantenimiento rápido y una gestión cuidadosa del pavimento. Numerosas cargas y presiones provocadas por el volumen de tráfico, el clima y las variables ambientales se colocan sobre el pavimento. Los pavimentos rígidos con buenas prácticas de diseño, construcción y mantenimiento pueden durar muchos años. La construcción de pavimentos rígidos requiere una comprensión profunda de temas como:

Incluidas las cargas de camiones que aumentan el daño a los suelos in situ y los materiales de la capa de soporte en términos de capacidad de carga, compresibilidad, problemas de drenaje, erosión, ambiente helado, modelado de comportamiento no lineal, uniformidad y capacidad de construcción.

Especificaciones de diseño para las cargas, entorno, comportamiento en las edades tempranas, dimensiones de la losa, refuerzo, diseño de juntas y desempeño. Los diseños de mezclas de hormigón deben tener en cuenta los mejores materiales posibles, las necesidades de construcción, la edad temprana, el comportamiento, la ganancia de fuerza, el rendimiento estructural, la estabilidad del volumen, la durabilidad, las circunstancias ambientales cambiantes, la accesibilidad regional y la sostenibilidad. Especificaciones para el diseño y construcción de juntas, así como su colocación, acabado, curado y refuerzo de acero. Se analizan cuestiones relacionadas con el coste, el ciclo de vida, la sostenibilidad y la energía.

Diseño estructural

La idea detrás del diseño estructural es mantener bajo control las tensiones y deformaciones para evitar que el pavimento sufra un daño o deterioro excesivo. El objetivo del diseño de pavimento es sugerir una estructura y configuración de pavimento que pueda controlar la carga de tráfico requerida, las condiciones climáticas y las condiciones ambientales y proporcionar el nivel esperado de desempeño al costo deseado. Esto incluye el grosor, el diseño de la longitud de la

losa, los requisitos de refuerzo, los detalles de las juntas y los soportes de los cimientos. El pavimento de hormigón se idealiza para el análisis de tensiones como una losa rígida asentada sobre una base similar a un resorte.

Carga en esquina de losa

Los esfuerzos de carga para la esquina de una losa se basan en la ecuación de tensión de flexión.

$$\sigma = \frac{M_c}{I}$$

El momento máximo producido a una distancia x a lo largo de la bisectriz de la esquina es “ Px ” y por lo tanto

$$\sigma = \frac{3P}{h^2 I}$$

La tensión de esquina σ_c y la deflexión de esquina Δ_c basada en una carga circular aplicada en la esquina de la losa están dados por

$$\sigma_c = \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{a\sqrt{2}}{l} \right)^{0.6} \right]$$

$$\Delta_c = \frac{P}{k \times l^2} \left[1.1 - 0.88 - \left(\frac{a6\sqrt{2}}{l} \right) \right]$$

Donde:

P : es la carga concentrada aplicada sobre un área de contacto circular con un radio de contacto “ a ”

$c = a\sqrt{2}$ es la longitud del lado de un área de contacto cuadrada

“ l ”: radio de rigidez relativa

“ k ”: módulo de reacción de la subrasante

Carga interior en la losa

La ecuación para la tensión en el interior de una losa sometida a un área cargada con un radio de contacto “ a ”

$$\sigma_i = \frac{3(1 + \nu)P}{2\pi h^2} \left[\ln \frac{l}{b} + 0.6159 \right]$$

$b = a$ cuando $a \geq 1.724 h$

$$b = \sqrt{1.6 a^2 + h^2} - 0.657h$$

La ecuación se puede simplificar cuando se usa un valor de concreto de la relación de Poisson de 0.15

$$\sigma_i = \frac{0.316P}{h^2} \left[4 \log \left(\frac{l}{b} \right) + 1.069 \right]$$

Tráfico y cargas

Los pavimentos rígidos están sujetos a tráfico mixto corriente, se requiere un diseño de espesor de la losa para protegerlo contra diversos problemas, incluido el agrietamiento, fallas, bombeo, perforaciones, rotura de juntas, entre otros problemas. El método AASHTO se relaciona el método de equivalencia del eje al daño del pavimento basado en la pérdida de capacidad del servicio del pavimento relacionado con la carga estándar de eje único de 18 kip. El enfoque PCA calcula el daño que causa cada tipo de vehículo en la dirección del tráfico y suma el daño total a lo largo de la vida útil del pavimento. Como criterio de falla, este método tiene en cuenta la erosión (subsuelo, bombeo) y la fatiga. El daño por fatiga sirve como base para determinar el diseño del espesor de la losa.

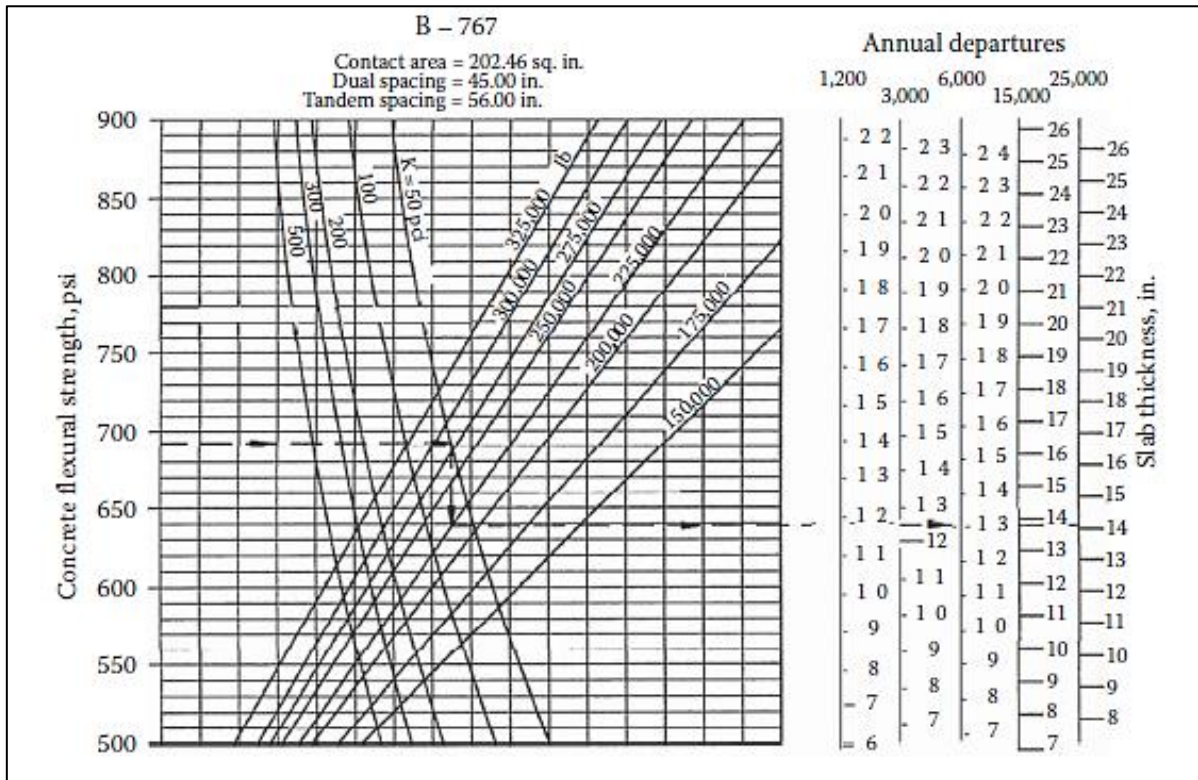


Figura 5. Diseño de espesor de pavimento FAA

Propiedades del concreto y diseño de mezclas

El cemento Portland, los agregados finos y gruesos, el agua, los químicos y las mezclas minerales forman el concreto de cemento Portland (PCC). El proceso de determinar las proporciones de los diversos componentes y lograr la mezcla deseada con propiedades basadas en la combinación de materiales más práctica, rentable y sostenible que pueda soportar las cargas de tráfico y las condiciones ambientales se conoce como diseño de mezcla de concreto. son los más cruciales para el diseño, junto con la durabilidad, la capacidad de construcción, la resistencia y la rigidez, la estabilidad dimensional a diferentes temperaturas y humedad, y la sostenibilidad en términos económicos y medioambientales.

Hidratación, resistencia y materiales

Cuando se agrega agua al cemento, se produce una reacción exotérmica llamada hidratación, que como resultado da la formación de una serie de compuestos. Este proceso y los compuestos químicos resultantes proporcionan el pegamento para

unir los componentes de la mezcla y proporcionan resistencia al concreto endurecido. Cuando un concreto está elaborado con áridos puros y limpios y la hidratación del cemento ha progresado normalmente, la ganancia de fuerza es inversamente proporcional a la relación a/c en masa. Las diferencias de resistencia también pueden verse influidas por la gradación, la forma, el tamaño de las partículas, la superficie, textura, resistencia y rigidez, sistemas y efectos de la mezcla y curado. La resistencia a la compresión de los cilindros se usa para determinar la resistencia del concreto, y la ganancia de resistencia se evalúa evaluando la resistencia en varios intervalos después de mezclar el concreto.

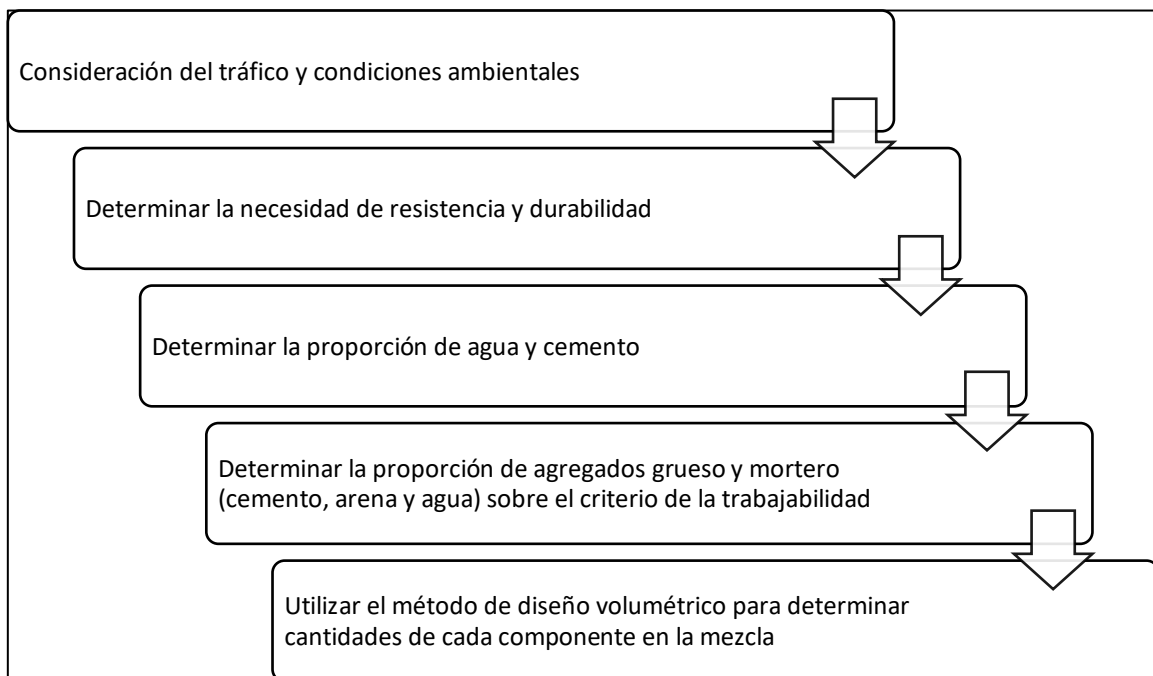


Figura 6. Diagrama de flujo para el diseño de mezclas de hormigón

Fundamentos del concreto para pavimentos rígidos

Para producir un concreto que sea fuerte, resistente a la abrasión y sea impermeable y duradero se debe seguir la secuencia siguiente: dosificación mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado. La facilidad de colocar, consolidar y terminar el concreto sin segregar el agregado grueso de los agregados de la fase de mortero (pasta y arena) se denomina trabajabilidad. El grado de trabajabilidad depende en gran medida del tipo de concreto y del método de colocación y

consolidación. La colocación y la consolidación por medios mecánicos pueden manejar mezclas mucho más rígidas. La consistencia, segregación, bombeabilidad, sangrado y terminalidad son otras características asociadas con la trabajabilidad. Para evaluar la consistencia, que está fuertemente relacionada con la trabajabilidad, se emplea la prueba de asentamiento. El concreto de bajo asentamiento tiene una consistencia rígida, lo que dificulta su instalación y consolidación de manera efectiva. Si la mezcla está excesivamente húmeda, podría ocurrir segregación o grandes espacios y formación de panales. La consistencia debe ser el más seco que resulta más práctico para su colocación utilizando equipos disponibles. Las mezclas más rígidas generalmente ofrecen como resultado una mejor calidad y economía debido a que el concreto está debidamente consolidado.

Agregados

Los agregados deben ser de calidad con suficiente resistencia, solidez, protección ambiental adecuadas, durabilidad para no afectar negativamente el rendimiento del concreto endurecido.

Cemento

Los cementos Portland son cementos hidráulicos que tienen una reacción química al ser mezclada con agua produciendo silicatos de calcio. Hidratos que se consideran el pegamento que da al concreto su resistencia.

Diseño de mezcla

Para entregar materiales de concreto para obtener las cualidades apropiadas de concreto fresco y endurecido final, se utiliza con frecuencia el enfoque de volumen absoluto. Se tienen en cuenta las consideraciones de los materiales cementicios, el agua y los aditivos al elegir la relación agua-cemento, el agregado grueso, el agregado fino, el cemento y los suplementos. Todos los impactos de estos volúmenes y características están interconectados. Su elección tiene en cuenta una serie de variables, incluida la tensión de compresión, que es la más básica y sencilla de medir.

Resistencia del concreto

La prueba de resistencia se define por la resistencia a la compresión promedio de los cilindros de concreto. Considera el promedio de tres pruebas consecutivas que deben ser igual o mayor que la compresión especificada a los 28 días. Para permitir la variabilidad en materiales, dosificación, mezcla, colocación y para terminar, curar y probar el concreto. Se recomienda una resistencia más alta que aseguraría lograr la resistencia mínima especificada.

Tabla 5

Desviación Estándar con menos de 30 Pruebas

Factor de modificación para la desviación estándar con menos de 30 pruebas disponibles	
Número de pruebas	Factor de modificación para la desviación estándar
Menos de 15	$f_c + 7.0$
15	1.16
20	1.08
21	1.03
30 o mas	1.00

Selección de la relación agua-materiales cementosos

La selección del A/MC está influenciada por los requisitos de resistencia y las condiciones de exposición la relación A/MC regirá la permeabilidad o estanqueidad necesaria para prevenir la agresión que las sales y los productos químicos que entren en el sistema de poros de la pasta y causen efectos nocivos en el concreto o acero de refuerzo. En la figura 7 se indica el esquema que muestra el efecto de la relación agua-materiales cementosos sobre los sólidos densidad por unidad de volumen (oscuro = sólido, blanco = vacíos).

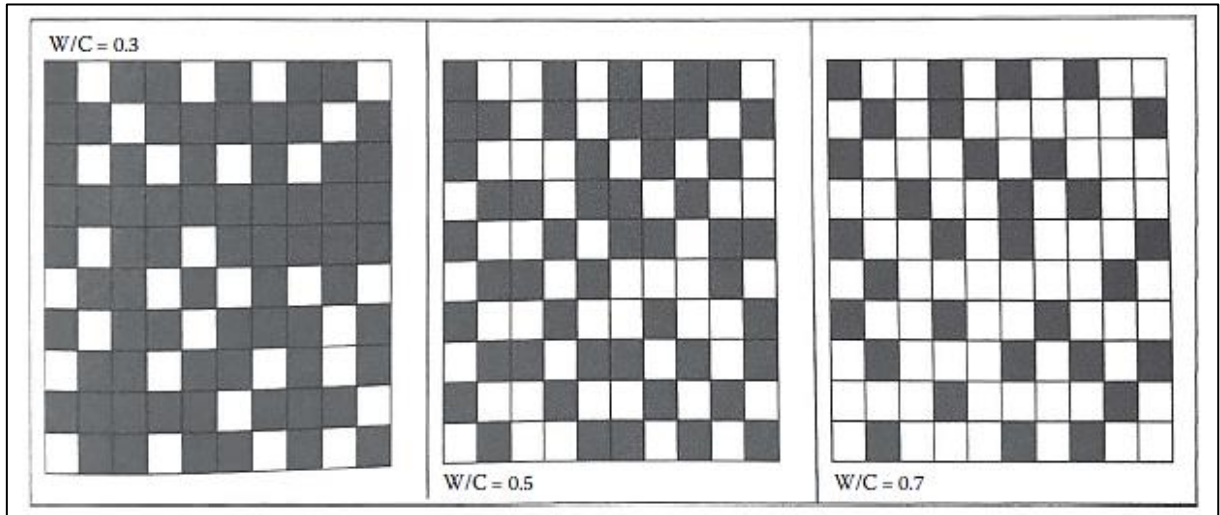


Figura 7. Esquema de relación agua y concreto

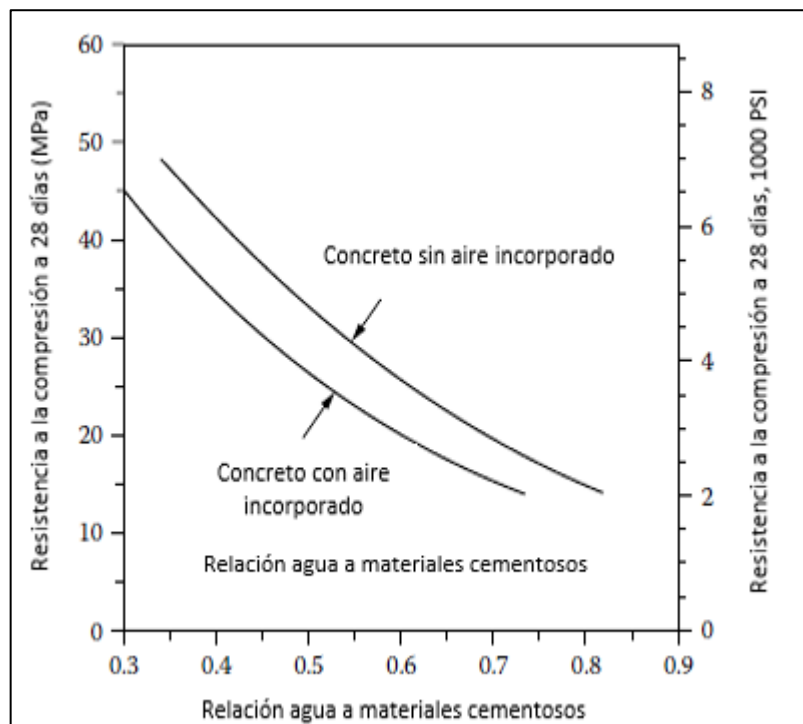


Figura 8. Relación típica entre la resistencia a la compresión y agua/materiales cemento

Agregados

La dosis de concreto está significativamente influenciada por los agregados. La trabajabilidad del concreto fresco está significativamente influenciada por los agregados. La cantidad de pasta (cemento + agua) depende del tamaño, gradación,

forma y rugosidad de la superficie de las partículas de agregado. El espesor de la losa y la proximidad del acero de refuerzo influyen en la elección del tamaño del agregado. Durante la colocación y consolidación, los agregados de tamaño completo deben fluir libremente y no obstruirse.

Slump

Para la construcción, el concreto nuevo debe ser lo suficientemente trabajable, consistente y plástico. La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto se mide por su trabajabilidad. La fluidez del concreto recién mezclado está determinada por la consistencia, y su plasticidad determina la facilidad con la que se puede moldear. El concreto carece de plasticidad si está demasiado húmedo y espeso o demasiado seco y desmenuzable. La prueba de asentamiento determina la consistencia y le permite saber cuándo las propiedades de la mezcla fresca han cambiado o se han alterado. Sin embargo, la depresión es indicador de viabilidad al evaluar mezclas similares. Se necesitan diferentes depresiones para diferentes tipos de mezclas de concreto.

Tabla 6

Mínimos y máximos del Slump

Depresiones recomendadas para varios tipos de mezclas de concreto		
Estructura reforzada de concreto	Slump, mm (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas	75 (3)	25 (1)
Zapatas, muros de sótanos	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto en masa	75 (3)	25 (1)

Fuente: Portland Cement Association (PCA), *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*, PCA, Skokie, 2002

Contenido de agua

Numerosos factores, como las proporciones de la mezcla, el contenido de aire, la gradación de los agregados, la angularidad y la textura, y las condiciones meteorológicas, afectan la cantidad de agua que se requiere para una mezcla de concreto.

Contenido y tipo de materiales de cementación

La cantidad de materiales y las especificaciones del agua a cementar se utilizan a menudo para establecer el contenido de material cementante. Aunque los requisitos de resistencia pueden satisfacerse con contenidos de cemento más bajos, se obtienen mezclas, también se suele estipular una cantidad mínima de cemento para proporcionar una buena durabilidad, capacidad de acabado y resistencia al desgaste de las losas económicas utilizando la menor cantidad de cemento posible. Para lograr esto, el concreto debe ser lo más duro posible, se debe usar el agregado grueso de mayor tamaño y se debe usar la mejor proporción de agregado grueso a fino.

Hidratación, resistencia y materiales

La relación agua-cemento es la masa de agua dividida por la masa de todos los cementos, cementos mezclados y materiales puzolánicos como cenizas volantes, escoria, humo de sílice y puzolanas naturales. Actualmente en la mayoría de la literatura, la relación agua-cemento (A/C) se utiliza el sinónimo de A/MC (agua/materiales cementosos).

Tráfico, ESALs

AASHTO proporciona métodos para convertir cargas de eje simple, tándem y trídem en ESAL utilizando el factor de equivalencia de eje, el LEF se puede aproximar por la regla de la cuarta potencia. La guía de diseño AASHTO 1993 proporciona tablas de los factores de equivalencia de eje que dependen del tipo de eje (simple, tándem, trídem), la carga del eje, magnitud, el espesor de la losa, y la capacidad del servicio terminal p_t . En última instancia, la ecuación AASHTO predice

W_{18} el número ESAL de 18 kip que llevará un pavimento durante su vida útil. Se ha desarrollado el siguiente nomograma para ayudar a resolver la siguiente ecuación AASHTO:

$$\log W_{18} = Z_R \times S_0 + 7.35 \log (D + 1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{(\Delta PSI)}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22$$

$$- 0.32 p_t) \log \left\{ \frac{S_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right\}$$

Donde:

$W_{8.2}$: cantidad de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, durante el período de diseño.

Z_R : desviación normal estándar.

S_0 : error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D : Espesor de pavimento de concreto, en mm.

ΔPSI : diferencia entre los índices de servicio inicial y final

P_t : índice de servicio final

M_r : resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

E_c : módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K : módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Los espesores de las losas de concreto se asumen repetidamente hasta que la ecuación se equilibra. El espesor del hormigón acabado debe ser capaz de soportar el tránsito de una determinada cantidad de cargas sin degradar el grado de servicio considerado.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para determinar el análisis de las propiedades del concreto y se utilizaron diferentes parámetros para construir una losa de pavimento de acuerdo con los requisitos de la norma AASHTO 93 y el manual vial del MTC.

3.7. Aspectos éticos

La investigación académica está sustentada en la confianza. Los investigadores confían en que la información de los resultados proporcionados por otros es razonable. La comunidad confía en que los resultados de una investigación reflejen una actitud honesta por parte de los investigadores de informar en forma precisa y sin prejuicios. La ética aplicada en esta investigación implica la responsabilidad de no dañar a las personas involucradas en la investigación, asumir un compromiso con la ciencia y la población, así como, con las futuras generaciones de estudiantes. Los principios éticos que se abordaron en este trabajo se basaron en: (a) la honestidad, (b) objetividad, (c) Integridad, (d) cuidado, (e) sinceridad, (f) respeto a la propiedad intelectual, (g) confidencialidad, (h) publicación responsable, (i) mentoría responsable, (j) respecto a los colegas, (k) responsabilidad social, (l) no discriminación, (m) competencia, (n) legalidad, (o) protección a las personas. La importancia de los códigos, políticas y principios, considerados como una colección de normas que frecuentemente entran en conflicto, se tomó en consideración en la presente investigación. Para tomar decisiones y comportarse éticamente en una variedad de circunstancias, se requería analizar, evaluar y aplicar las numerosas reglas de investigación.

IV. RESULTADOS

Con respecto a los resultados que fueron posibles obtener, se indican aquellos valores obtenidos en las diferentes etapas de prueba al fueron sometidos las muestras, teniendo como referencia la literatura empleada para cada caso.

Periodo de diseño

Está relacionado a la cantidad de tránsito asociada con el carril de diseño. El período de diseño del presente trabajo es de 20 años. Para el tráfico del presente estudio se definió como camino de bajo volumen de tránsito, 171,145 EE, en el carril y período de diseño y el tipo de tráfico pesado expresado en EE es T_{P1} . Índice de serviciabilidad inicial (P_i) = 4.10; Índice de serviciabilidad final o terminal (P_t) = 2.00; Diferencial de serviciabilidad (ΔPSI) = 2.10; S_o = 0.35; Nivel de confiabilidad (R) = 70%; Desviación estándar normal (Z_R) = - 0.524; CBR = 50%

Tabla 7

Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t., en el carril de diseño

Tipo Tráfico Pesado Expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE
T_{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T_{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T_{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T_{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Elaboración propia, con información recuperada del Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14

Tabla 8*Índices de serviciabilidad Inicial, final y diferencial según rango de tráfico*

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)	Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1'000,000	4.10	2.00	2.10

Fuente: Elaboración propia, con información recuperada del Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14

Tabla 9*Valores de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según Rango de Tráfico*

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750,001	1'000,000	80%	-0.842

Fuente: Elaboración propia, con información recuperada del Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14

Espesor de la losa de concreto para pavimento rígido

De acuerdo con los parámetros requeridos por AASHTO y parámetros del MTC, se determinó el espesor de la losa requerida para el rango de tráfico expresado en ejes equivalentes (EE) y rango de tipo de suelo.

Se determinó como espesor mínimo de losa de concreto 150 mm.

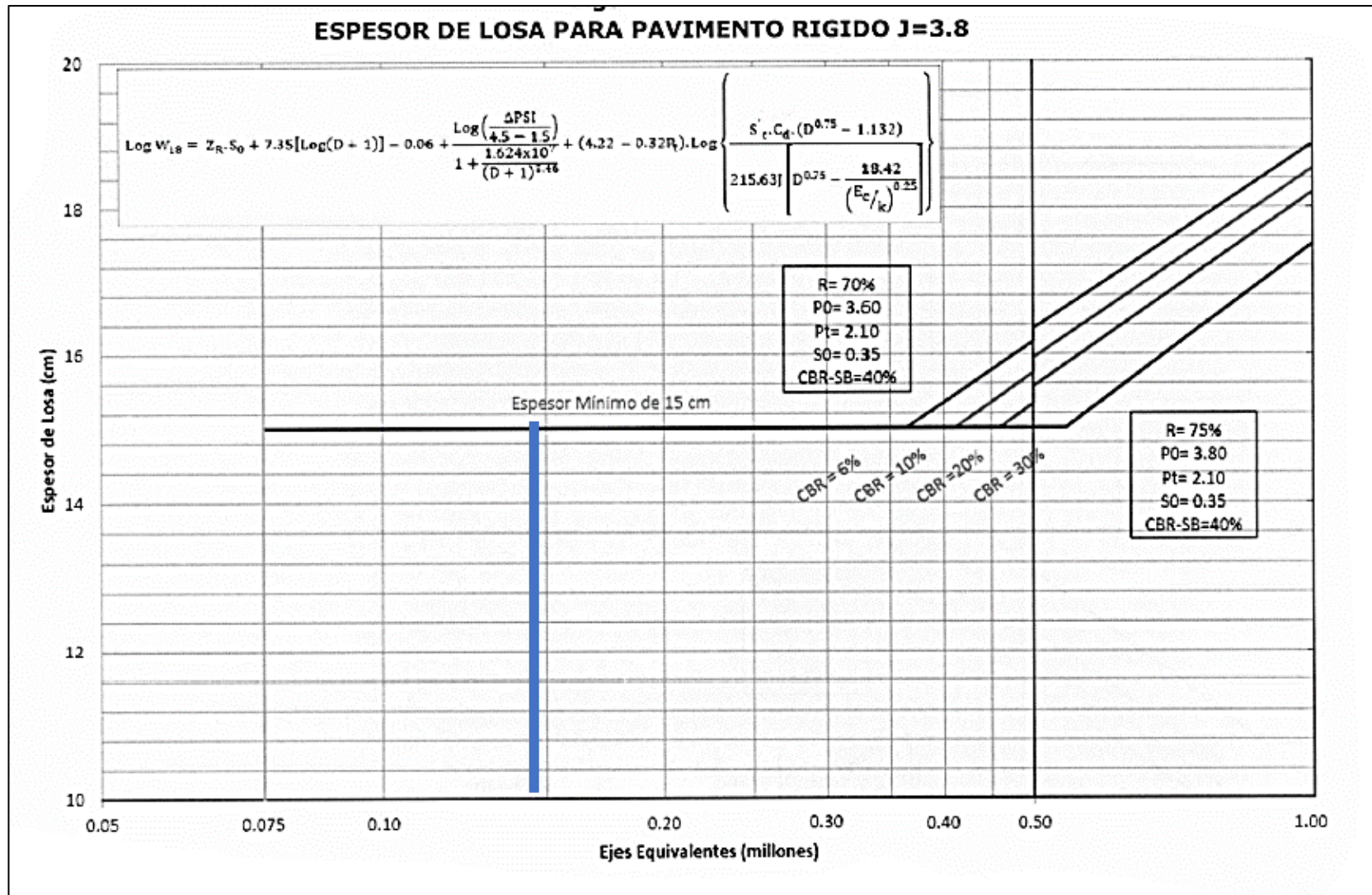



Figura 9. Espesor de losa para pavimento rígido.

En la siguiente figura 10 se muestra el espesor del concreto que se determinó para el presente proyecto, esto está dentro de los parámetros exigidos.

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR %	M_R	15 cm	15 cm	17 cm	18 cm	19 cm
CBR < 6%	≤ 185 PCI (52 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
$\geq 6\%$ CBR < 10%	> 185 PCI (52 MPa/m) ≤ 223 PCI (83 MPa/m)	15 cm	15 cm	17 cm	18 cm	19 cm
$\geq 10\%$ CBR < 20%	> 223 PCI (83 MPa/m) ≤ 279 PCI (79 MPa/m)	15 cm	15 cm	17 cm	18 cm	19 cm
$\geq 20\%$ CBR < 30%	> 279 PCI (79 MPa/m) ≤ 373 PCI (105 MPa/m)	15 cm	15 cm	16 cm	17 cm	18 cm
CBR $\geq 30\%$	> 373 PCI (105 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	18 cm



Losa de Concreto
 Subbase Granular

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO

Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. J = 3.8 (Pavimento rígido con Berma de Concreto y con Pasadore).
 4. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada cuatro años
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada ocho años.
 c) Efectuar mantenimiento de pavimento existente y periódicamente Resellado de juntas,

Figura 10. Espesores de losa en base a ecuación AASHTO

Resistencia a la flexotracción del concreto (MR)

Los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión. El módulo de rotura (MR) se encuentra normalizado por ASTM C – 78. En el ensayo el concreto es muestreado en vigas. A los 28 días las vigas deben ser ensayadas aplicando cargas en los tercios y forzando la falla en el tercio central.

Tabla 10

Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según Rango de Tráfico

Rangos de Tráfico Pesado Expresados en EE	Resistencia Mínima a la Flexotracción del Concreto (MR)	Resistencia Mínima Equivalente a la Compresión del Concreto (f'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
>5'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
≤ 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²
>15'000,000 EE		

Fuente: Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos MTC (2014)

Las propiedades medias para los vidrios silico-cálcicos de uso cotidiano, se detallan a continuación:

Tabla 11

Propiedades del vidrio de uso cotidiano

Propiedad	Valor	Unidad
Punto de ablandamiento	730	°C
Densidad a 25° C.	2.49	g/cm ³
Dureza	6.50	Mohs
Módulo de Poisson a 25° C. (aprox.)	719	Kbar
Módulo de Young	720000	--
Resistencia a la tracción a 25° C (aprox.)	900	Bar
Resistencia a la compresión (para un cubo de 1 cm por lado)	10000	Bar
Coefficiente de dilatación lineal a 25° C	8.72 × 10-6	°C-1

Calor específico a 25° C	0.20	Cal/g/°C
Conductividad térmica a 25° C	0.002	Cal/cm.s.°C
	1.05	W/mK
Atacabilidad química DIN 12111	13.52	ml. de HCl 0.01N
Tensión superficial a 1200° C	319	Dinas/cm
Índice de refracción (a 589.30 nm	1.52	--

Elaboración propia. Información tomada de J. Fernández, "textos Universitarios: El vidrio"

La FHWA recomienda la siguiente granulometría para uso como sustituto de agregado fino.

Tabla 12

Granulometría del vidrio según FHWA

Tamiz		Porcentaje que pasa		
mm	plg			
6.35	¼	10	-	100
0.84	20	0	-	50
0.42	40	0	-	25
0.075	200	0	-	5

Fuente: Elaboración propia. Información tomada de FHWA

Tabla 13*Granulometría del vidrio según FHWA*

Tamiz		Porcentaje que pasa
mm	plg	
25.4	1	100
12.7	½	98.70
6.35	¼	86.00
3.18	1/8	32.60
0.84	N° 20	6.40
0.42	N° 40	3.20
0.21	N° 80	1.50
0.075		0.60

Fuente: Elaboración propia. Información tomada plantas en EE. UU

El proceso de chancado y separación van a determinar las características físicas del vidrio.

Diseño de mezcla

El concreto se especifica para una losa de pavimento de 10 pulgadas que estará expuesta a condiciones severas de calor y ambiente húmedo. La resistencia a la compresión requerida a los 28 días es de 280 kg/cm².

Cemento: Tipo I, Sp. Gramo 3.15

Agregado grueso: grava bien graduada que contiene algunas partículas trituradas, el máximo tamaño nominal es de 19.19 mm, con un peso unitario con varilla seca para horno de 1425 kg/m³, el contenido de humedad del lote de prueba es de 3%; y la absorción es del 0.7%.

Agregado fino: arena natural con un peso específico de 2.65; contenido de humedad para la prueba del lote es de 1.2%, la absorción del 4.82% y el módulo de finura es de 2.50.

Vidrio reciclado: módulo de fineza 2.84, peso unitario 1298 kg/m³, porcentaje de absorción 0.00%, contenido de humedad 0.00%

Concreto: peso del concreto sin aire incluido 2415 kg/m³.

La relación a/mc requerido está determinado por los requisitos de resistencia (diseño estructural) y durabilidad. Se requiere un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Debido a que no existen datos estadísticos, para establecer una resistencia objetivo $f'c = f'c + 7$. El nuevo objetivo de resistencia a la compresión es $(280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2)$. Se sugiere una A/MC de 0.45 para proteger contra la humedad, sin embargo, el cual se basa en la resistencia.

La cantidad de agua necesaria fue de 235 litros, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso, la forma de las partículas y la clasificación de los agregados.

Diseño de concreto – Mezcla patrón

Con base en los resultados de las pruebas realizadas en los agregados, se crea un diseño de mezcla utilizando una combinación de materiales para lograr una resistencia a la compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 14

Cantidad de materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Cantidad de materiales (1 m ³)	
Cemento P- I	475 kg/m ³
Agua	235 l
Arena	861 kg/m ³
Piedra	920 kg/m ³
A/MC	0.45
Slump	4"

Diseño de concreto – Mezcla con incorporación de vidrio reciclado

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se realiza el diseño de mezcla con la combinación de materiales para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con incorporación de vidrio reciclado en 5%, 10% y 15%.

Tabla 15

Cantidad de Materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 5\% \text{ VR}$

Cantidad de materiales (1 m³) – 5% VR	
Cemento P- I	475 kg/m ³
Agua	235 l
Arena	818 kg/m ³
Piedra	920 kg/m ³
VR	43 kg
A/MC	0.45
Slump	4"

Cantidad de materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 16

Cantidad de Materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{ VR}$

Cantidad de materiales (1 m³) – 10% VR	
Cemento P- I	475 kg/m ³
Agua	235 l
Arena	775 kg/m ³
Piedra	920 kg/m ³
VR	86.00 kg
A/MC	0.45
Slump	4"

Tabla 17*Cantidad de Materiales $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 15\% \text{ VR}$*

Cantidad de materiales (1 m³) – 15% VR	
Cemento P- I	475 kg/m ³
Agua	235 l
Arena	732 kg/m ³
Piedra	920 kg/m ³
VR	129 kg
A/MC	0.45
Slump	4"

Asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla con incorporación de vidrio reciclado en 5%, 10% y 15% como sustitución de agregado fino, luego de preparar la mezcla de concreto se produjeron los siguientes resultados.

Tabla 18*Variación del Asentamiento $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Resistencia	SLUMP (cm)			
	0%	5%	10%	15%
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	7.62 (3plg)	9.65(3.8plg)	10.16(4plg)	10.92(4.30pulg)

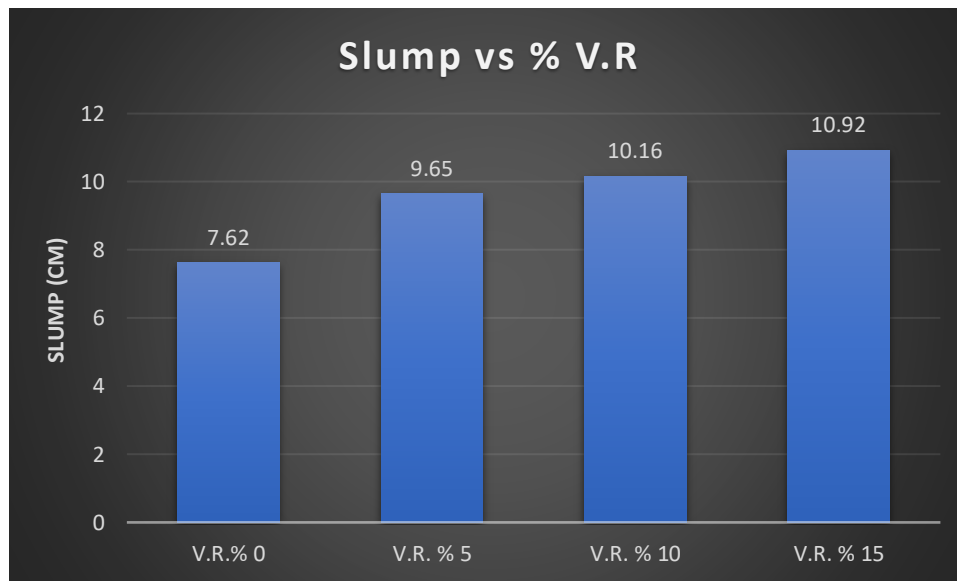


Figura 11. Comparativo entre SLUMP vs %Vidrio Reciclado.

En la figura se observa que el asentamiento en el diseño patrón de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ es de 7.62 cm, Al reemplazar con vidrio reciclado en 5%, 10% y 15 % con respecto al peso del agregado fino, el asentamiento descendió a 9.65 cm, 10.16 cm y 10.92 cm respectivamente. (mejora la trabajabilidad y plasticidad)

Variación del peso unitario de concreto para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Luego de la preparación de la mezcla de concreto, se generaron los siguientes datos de peso con base en los resultados de las pruebas realizadas a los agregados y el diseño de la mezcla con la incorporación de 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado en reemplazo del agregado fino: unitario.

Tabla 19

Peso unitario del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Muestra	% de vidrio	Peso Unitario (kg/m ³)
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	0	2485
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	5	2470
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10	2473
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	15	2485

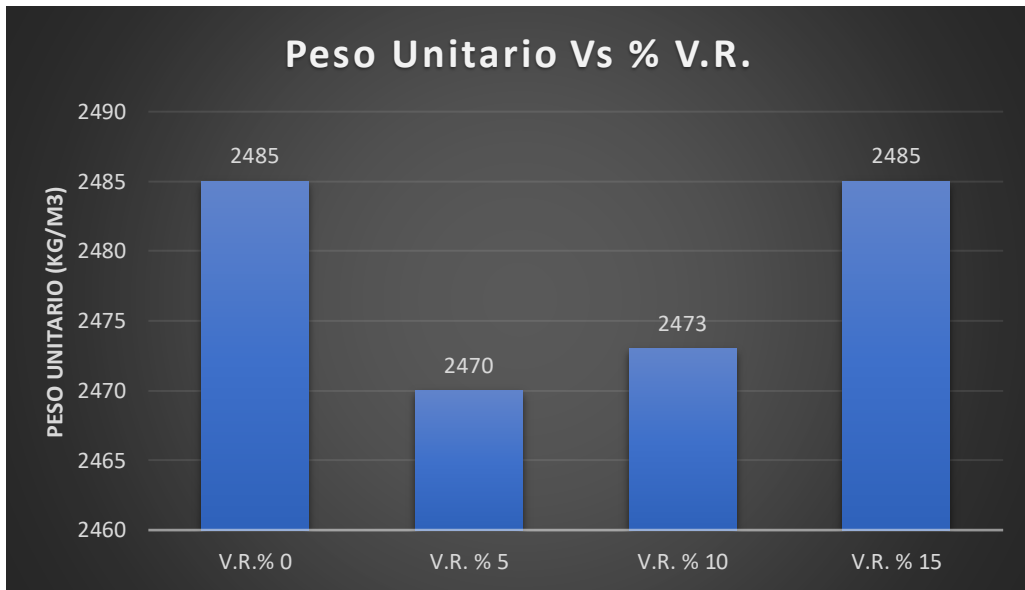


Figura 12. Comparativo entre el peso Unitario vs % V.R.

El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² tiene un peso unitario de 2485 kg/m³, al realizar el reemplazo de una dosis del 5% y 10 % se observa una leve disminución del peso unitario en 2470 kg/m³ y 2473 kg/m³ respectivamente y con el 15% se mantuvo el peso unitario con un valor de 2485 Kg/m³.

Variación del contenido de aire atrapado en concreto para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla con incorporación de vidrio reciclado en 5%, 10% y 15% como sustitución de agregado fino, luego de preparar la mezcla de concreto se produjeron los siguientes resultados de contenido de aire atrapado.

Tabla 20

Peso unitario del concreto $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ aire atrapado

Muestra	% de vidrio	Aire atrapado (%)
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	0	2
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	5	2.05
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	10	2.2
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	15	2.4

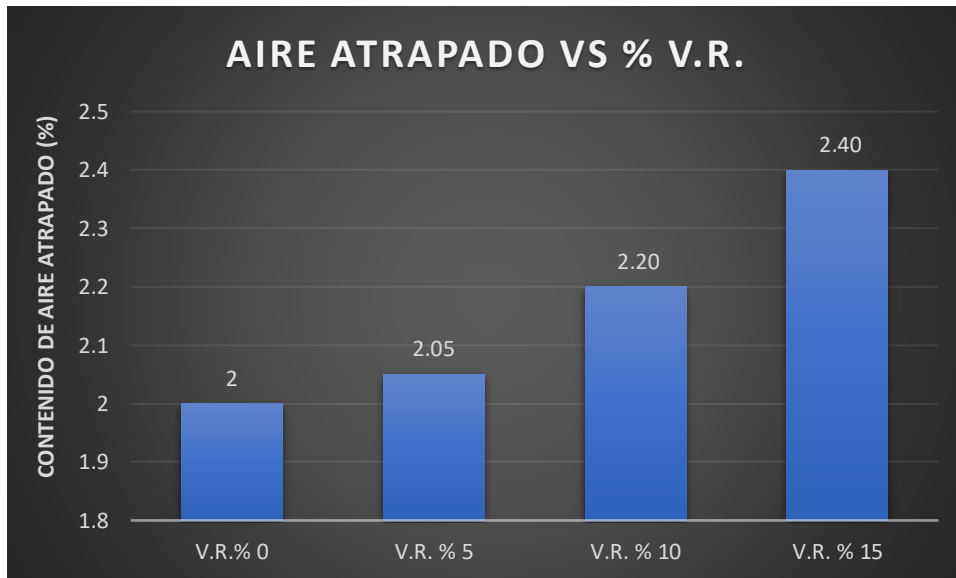


Figura 13. Comparación de aire atrapado vs % vidrio reciclado

En la figura 13 se observa que el diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² obtuvo un contenido de aire atrapado del 2.0%, aumentando a 2.05%, 2.20% y 2.40% respectivamente, con sustitución del 5 %, 10% y 15 % de vidrio reciclado.

Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, 7 y 14 días con 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla con incorporación de vidrio reciclado en 5%, 10% y 15% como sustitución de agregado fino, luego de realizar los ensayos se resistencia de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se produjeron los siguientes resultados.

Tabla 21

Resistencia a la compresión del concreto a 7 días

Resistencia	Porcentajes de vidrio			
	0%	5%	10%	15%
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	204.03	240.93	243.97	230.18

Tabla 22

Resistencia a la compresión del concreto a 14 días

Resistencia	Porcentajes de vidrio			
	0%	5%	10%	15%
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	246.45	260.90	272.45	274.97

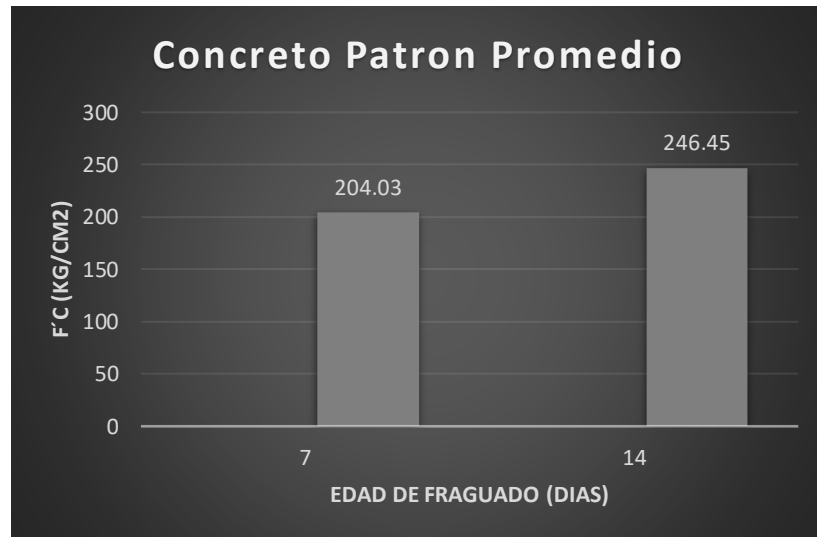


Figura 14. Comparativo del concreto patrón entre f_c vs días de fraguado

La figura 14 se observa que los días de fraguado entre 7 y 14 días luego de someter a las probetas al ensayo de compresión se alcanzó un factor de $F'c$ de 204.03kg/cm² y 246.45 kg/cm² respectivamente

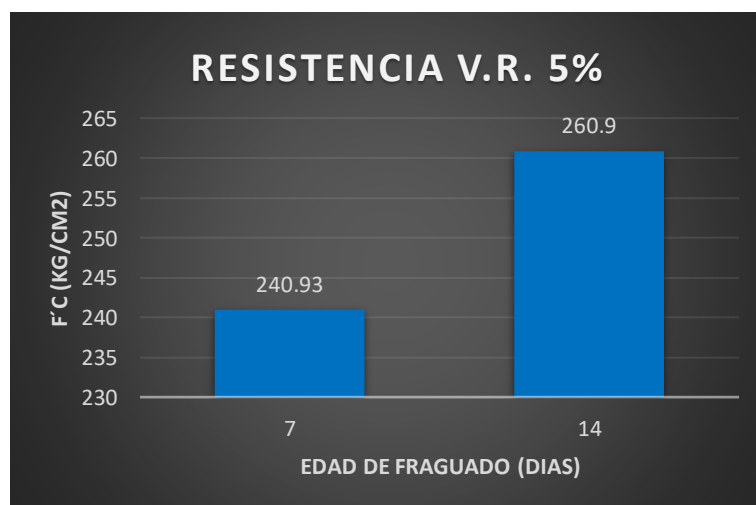


Figura 15. Comparativo entre $F'c$ vs edad de fraguado para reemplazo de 5% de V.R.

La figura 15, muestra que a las edades de 7 y 14 días luego de someter a las probetas con remplazo del 5% del agregado fino con vidrio reciclado, en el ensayo de compresión se alcanzó un factor de $F'c$ de 240.93kg/cm² y 260.9kg/cm² respectivamente

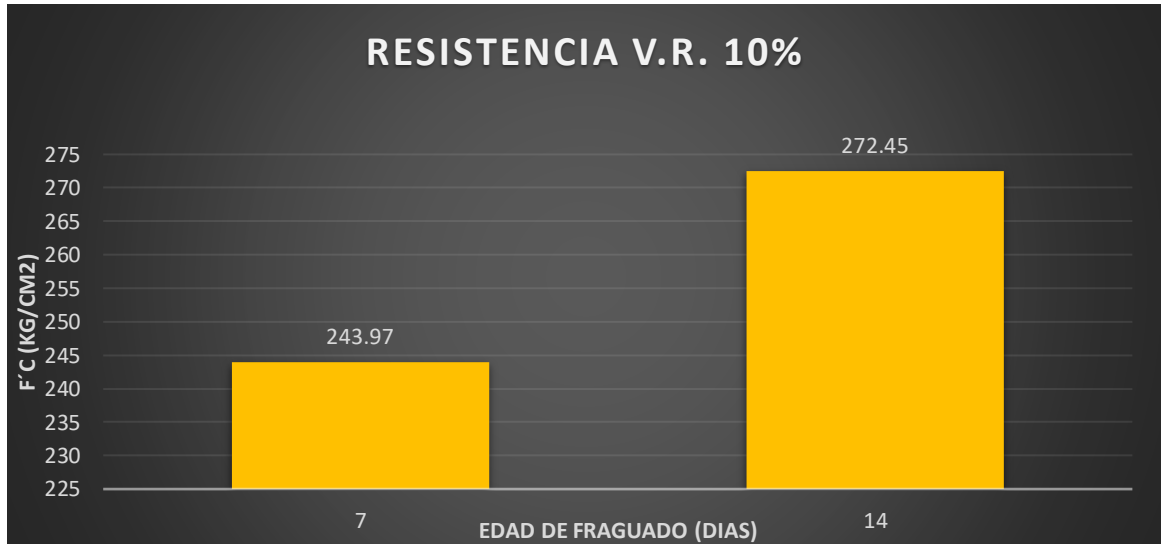


Figura 16. Comparativo entre $F'c$ vs edad de fraguado para reemplazo de 10% V.R.

La figura 16 muestra que a las edades de 7 y 14 días luego de someter a las probetas con remplazo del 10% del agregado fino con vidrio reciclado, en el ensayo de compresión se alcanzó un factor de $F'c$ de 243.97kg/cm² y 272.45kg/cm² respectivamente

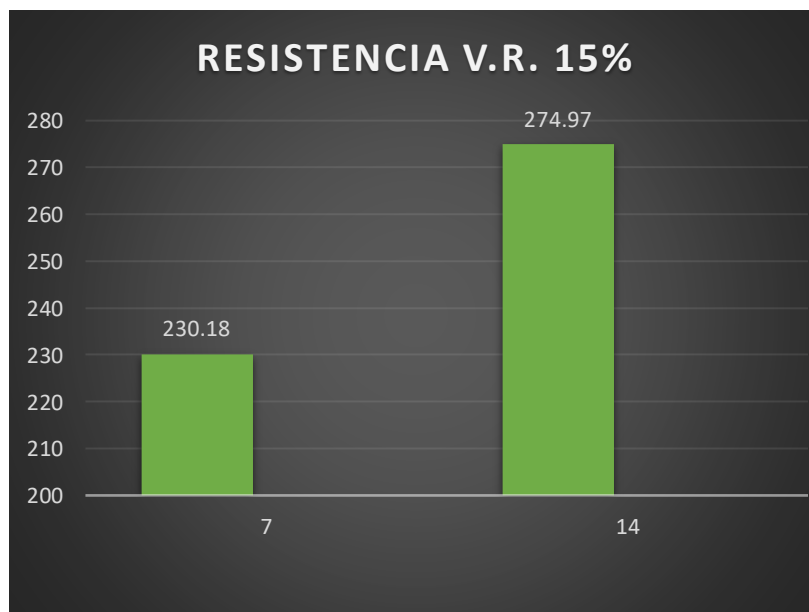


Figura 17. Comparativo entre $f'c$ vs edad de fraguado para reemplazo de 15% de V.R.

La figura 17 muestra que a las edades de 7 y 14 días luego de someter a las probetas con remplazo del 15% del agregado fino con vidrio reciclado, en el ensayo de compresión se alcanzó un factor de $F'c$ de 230.18kg/cm² y 274.97kg/cm² respectivamente

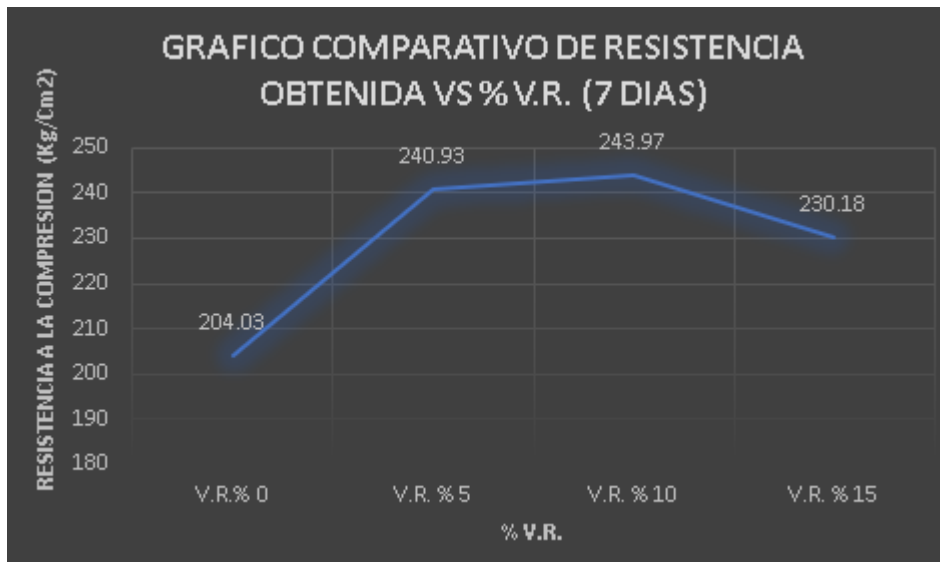


Figura 18. Comparativo entre la $F'c$ (kg/cm²) vs %V.R. a la edad de 7 días

La figura 18 muestra el comparativo a los 7 días de fraguado se observa una mejora parcial en la resistencia con las dosis de 5% y 10% de vidrio reciclado y con el reemplazo al 15% se observa una resistencia de 230.18 menor a los ensayos con 5% y 10%.

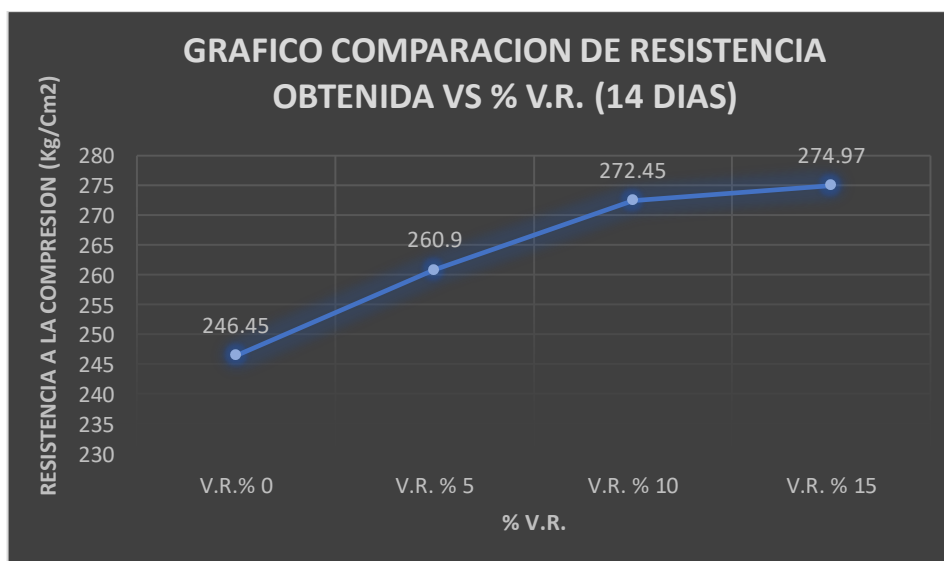


Figura 19. comparativo entre la $F'c$ (kg/cm²) vs %V.R. a la edad de 14 días

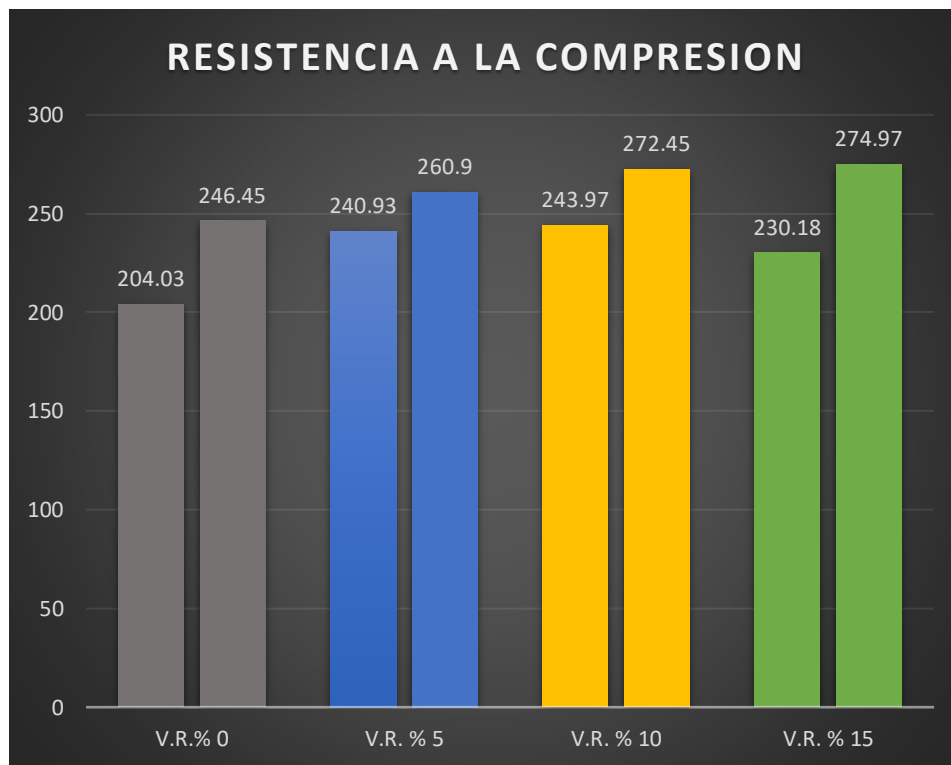


Figura 20. comparativo entre la resistencia obtenida vs % V.R. y edad de curado.

Resistencia a la flexión y tracción

En la mayoría de los casos, los diseños de mezcla se someten a pruebas de compresión y los requisitos de diseño se determinan calculando el módulo de ruptura a partir de la resistencia a la compresión:

$$f'_c = \frac{P}{\left(\frac{\pi}{4}\right) D^2}$$

$$f'_c = \frac{355.25}{\left(\frac{\pi}{4}\right) 0.15^2} = 20\,113 \text{ kPa}$$

Cálculo de resistencia a la flexión:

$$f_r = 0.75\sqrt{20.11} = 3.36 \text{ MPa.}$$

Cálculo de la resistencia a la tracción:

$$f_r = 0.556\sqrt{20.11} = 2.49 \text{ MPa.}$$

Módulo de elasticidad

El Módulo de elasticidad (E_c) para concretos de peso normal se calcula utilizando la ecuación empírica:

$$E = 57\,000 \sqrt{f'_c} : f'_c \text{ en unidades PSI.}$$

Tabla 23

Resistencia a la compresión del concreto a 7 días

Resistencia/ % VR	Módulo de Elasticidad (E_c)			
	0%	5%	10%	15%
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	204.03	240.93	243.97	230.18
3597112.8	3070591.59	3336725.51	3357710.54	3261435.8

Tabla 24

Resistencia a la compresión del concreto a 14 días

Resistencia/ % VR	Módulo de Elasticidad (E_c)			
	0%	5%	10%	15%
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	246.45	260.90	272.45	274.97
3597112.8	3374733.26	3472258.75	3548284.61	3564656.59

El módulo de elasticidad del concreto (E_c) con peso normal, de acuerdo con el ACI debe estar en el rango de 2 millones a 6 millones unidades psi

Módulo de Poisson

El módulo de Poisson está determinado por:

$$\text{Módulo de Poisson } (\nu) = \frac{(-\delta d/d)}{\delta L/L}$$

El valor seleccionado comúnmente es 0.20 a 0.21. (Menéndez, 2009, p. 37)

V. DISCUSIÓN

La presentación de los hallazgos o resultados que fueron posible obtener luego de la investigación se indican en el presente apartado de discusiones. Los mismos que fueron contrastados con los resultados de los investigadores citados en la parte de los antecedentes de este estudio; además se hizo referencia que algunos de estos resultados se apoyan o se respaldan en la teoría de la literatura de los autores citadas en nuestro estudio. Tras los ensayos y cálculos realizados a cada una de las dimensiones asociadas a las variables de estudio, se logró evidenciar que los resultados obtenidos permitieron lograr los objetivos planteados en este estudio.

Primera discusión

Respecto al objetivo primero se consideró los valores relacionados a poder determinar las diferencias o similitud que se obtuvieron entre el concreto simple vale decir con el agregado tradicional de la arena y demás componentes y el concreto con agregado del vidrio reciclado; para el cual se realizó el diseño de mezcla con la combinación de materiales con el fin de obtener una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con la adición del vidrio reciclado en 5%, 10% y 15%. El mismo que se muestra en la tabla 15, tabla 16 y tabla 17 respectivamente donde se muestran los materiales como el cemento P-I, agua, arena piedra, VR, A/MC y Slump, en cada tabla de porcentaje se puede observar que el material que adquiere variación en proporción es la arena y el VR, a mayor porcentaje mayor cantidad en Kg del agregado del VR, el mismo que se incrementa en 43Kg. pero en menor cantidad el uso de la arena que disminuye en 43Kg. Lo antes indicado guarda relación también con lo mencionado en la parte de la teoría por Poveda et al. (2015) quienes en su estudio señalaron que con el fin de reducir el uso excesivo de agregados naturales (grava y arena), se han realizado diversos estudios para aprovechar materiales no convencionales en la preparación de mezclas de concreto. Estos materiales, en particular el vidrio molido reciclado, mejoran las propiedades del hormigón otorgándole una mayor resistencia al desgaste mediante el uso de varios tamaños de partículas y dosificaciones de acuerdo con los materiales que se utiliza en la preparación del concreto. Para el caso del estudio fue la construcción del pavimento rígido en un tramo de una vía peatonal y carrozable. Este resultado concuerda con la investigación hecha por Tamana y Tuladhar (2020) quienes en su estudio señalaron el uso de polvo de vidrio reciclado

como reemplazo de cemento en el concreto. Señalaron que el uso de vidrio reciclado en concreto para aplicaciones industriales es necesario caracterizar las propiedades químicas y físicas del vidrio reciclado recolectado y evaluar los niveles de reemplazo de cemento por vidrio reciclado sobre las propiedades de durabilidad y resistencia del hormigón. Del mismo modo probaron las propiedades de resistencia mecánica y durabilidad del concreto con 10%, 20% y 30% de RGP como reemplazo parcial del cemento y se compararon con el concreto típico y el concreto mezclado con cenizas volantes. Sus resultados fueron que el concreto con RGP mostró mejoras en la resistencia contra la penetración de cloruros al aumentar el contenido de polvo de vidrio con el tiempo como las cenizas volantes, además de cumplir con el requisito de resistencia relativa de la norma vigente para ser considerado como material cementante. Concluyeron que el uso de RGP como reemplazo del cemento es factible para nivel de hasta 10%.

Segunda discusión

Considerando que una de las motivaciones de esta investigación fue mostrar una opción diferente en la fabricación de concreto para pavimentos rígidos, teniendo como elemento principal en el agregado al vidrio reciclado. Uno de los objetivos fue analizar la relación agua cemento, en donde se determinó que la cantidad de agua necesaria fue de 235 litros, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso, la forma de las partículas y la clasificación de los agregados. La relación cemento y agua para el presente estudio se consideró en $a/c=0.45$, este resultado se muestra en la tabla 14, el resultado encontrado permite la trabajabilidad y plasticidad para el concreto con vidrio reciclado con reemplazo de 5%, 10% y 15% obteniendo un asentamiento de 6.82 cm, 4.5 cm y 2.8 cm respectivamente manteniéndolos en el rango adecuado de asentamiento para pavimentos y losas. Lo señalado guarda relación con la teoría revisada de Izquierdo et al. (2020) quienes señalaron que el comportamiento de los vidrios con referencia a la resistencia a la compresión cuando se utilizan para preparar hormigón. El vidrio triturado puede sustituir a la arena hasta en un 20%, para ello va a hacer necesario realizar pruebas que acredite su uso. Como resultado, es una opción práctica que reduce el desperdicio de vidrio ambiental. Del mismo modo está relacionado con los indicado por Flores et al. (2018) que mencionaron que la inclusión de este

elemento permite un equilibrio ambiental favorable, lo que permite que la industria de la construcción utilice materiales reciclados diversos obtenidas de fuentes varios.

Tercera discusión

Uno de los aspectos relevantes a considerar en este tipo de estudio de pavimento es lo relacionado a determinar la resistencia a la compresión. Este aspecto es también uno de los objetivos de nuestra investigación. La resistencia a la compresión es una característica principal de la mecánica del concreto, es su resistencia a la compresión directa. La capacidad para soportar una carga por unidad de área es lo que significa este concepto. Se expresa en términos de tensión, normalmente en kg/cm², MPa, aunque también se puede escribir en libras por pulgada cuadrada (psi). En algunos estudios o resultados se puede evidenciar una disminución en la densidad seca del ensayo, esto puede deberse al uso de arena de vidrio más liviana y dura que el agregado de arena reemplazado. En este estudio los resultados encontrados respecto a esta característica se encuentran en la tabla 21, donde se indica los valores a los 7 días y en la tabla 22 donde se indica los valores a los 14 días. Según la teoría aplicada estos ensayos a la compresión se realizaron de acuerdo con el AASHTO T-22 y ASTM C-39, debería realizarse a los 28 días, logrando obtener una resistencia a la compresión de $f'c = 204.03$, 240.93 , 243.97 y 230.18 kg/cm² a los 7 días y $f'c = 246.45$, 260.90 , 272.45 y 274.97 a los 14 días para 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado respectivamente. Estos hallazgos descritos tuvieron semejanza con los resultados realizados en la investigación realizada por Kiliçoğlu (2017) en su investigación manifestó que los vidrios de desecho que no se pueden reciclar fueron utilizados como puzolana y agregado grueso en dos grupos: como agregado fino en un concreto con tamaño de 5-12 mm con proporciones de 0%-50% como cemento tipo CEM I y polvo de vidrio residual, incorporados al concreto con proporciones de 5%, 15% y 30% en peso como aglutinante. Los resultados para el grupo (I) no tuvo un efecto marcado en la trabajabilidad del hormigón. En el grupo (II) los resultados indicaron que las mezclas con 5% de residuos de vidrio como puzolana y 10% de residuos de vidrio como agregado fino proporcionó una resistencia a la compresión a la mezcla de

referencia. Mayor porcentaje de vidrio (15%) produjo valores de resistencia más bajos.

Cuarta discusión

Respecto a características como resistencia a la flexión y resistencia a la tracción, el cual para poder determinar los cálculos de estas características se aplicó las fórmulas matemáticas de las teorías revisadas sobre el particular. Donde se señala que se determinan calculando el módulo de ruptura a partir de la resistencia a la compresión. Realizado los cálculos se obtuvo como resultado una resistencia a la flexión de 3.36 MPa y como resultado de la resistencia a la tracción se obtuvo un valor de 2.49 MPa. Estos valores están dentro del rango aceptable según la norma aplicada para tal fin. Estos resultados logrados tienen similitud con lo investigado por Malek, Lasica, Jackowski y Kadela (2020) quienes investigaron las propiedades mecánicas de un mortero conteniendo vidrio reciclado (5, 10, 15 y 20% en peso de agregado fino). Evaluaron la resistencia a la compresión, flexión y tracción, así mismo el módulo de elasticidad y el módulo de Poisson en comparación con la mezcla de referencia. El aumento de las propiedades mecánicas se logró debido al uso de partículas finas de agregado fino (0-1.5 mm) que mejoraron la matriz agregado cemento. El módulo de elasticidad fue aproximadamente un 3% más alto que la mezcla de referencia.

Quinta discusión

Es preciso mencionar en este último punto de discusiones de la investigación aquellos factores que limitaron el desarrollo de la investigación, como lo fue el tema de la emergencia sanitaria, donde se tuvo limitaciones de acceso a más información y al uso del laboratorio de los centros de estudios. Consideramos que el estudio logró los objetivos propuestos, sobre todo el plantear un diseño de pavimentación rígido considerando el agregado del vidrio reciclado el cual puede resolver el problema evidenciado en el estudio. Es importante continuar con los estudios relacionados a este tema ya que se podría considerar otros materiales que pueden servir como agregado al concreto. Teniendo este estudio como base se podría plantear mejorar y propuestas de solución para el problema de infraestructura vial que tiene nuestra localidad o país.

VI. CONCLUSIONES

1. Las diferencias o semejanzas de la comparación entre los materiales a emplear en el concreto con V.R. y concreto simple para el cual se empleó el tipo I del cemento portland, el contenido y la calidad de agua utilizada no influyó en forma diferente en la mezcla del concreto patrón y la mezcla de concreto con vidrio reciclado la cantidad de Cl, SO₄ fueron aceptables. La fineza para el agregado fino fue de 2.5 y para el vidrio reciclado 2.81 manteniéndose en el rango adecuado para su reemplazo.
2. Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la relación cemento y agua utilizada fue de a/c=0.45, mejorando la trabajabilidad y plasticidad para el concreto con vidrio reciclado con reemplazo de 5%, 10% y 15% obteniendo un asentamiento de 6.82 cm, 4.5 cm y 2.8 cm respectivamente manteniéndolos en el rango adecuado de asentamiento para pavimentos y losas.
3. Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la compresión permitió el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020. Los ensayos realizados a los 7 y 14 días después de un determinado período de curado se tomaron con criterio de aceptación. Se realizó ensayos a la compresión a 7 y 14 días; de acuerdo con el AASHTO T-22 y ASTM C-39, debería realizarse a los 28 días, obteniéndose una resistencia a la compresión de $f'c = 204.03, 240.93, 243.97$ y 230.18 kg/cm^2 a los 7 días y $f'c = 246.45, 260.90, 272.45$ y 274.97 a los 14 días para 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado respectivamente.
4. Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la flexión se consideró el ensayo de resistencia a la compresión, permitiendo el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020, con una Resistencia a la Flexión de 3.36 MPa.
5. Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la tracción permitió el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020, obteniendo una resistencia a la tracción de 2.49 MPa.

6. Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de elasticidad permitió el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020, por cuanto estaba dentro del rango mínimo sugerido por el ACI (2 millones a 6 millones psi)
7. En la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de Poisson permitió el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020, porque se consideró un Módulo de Poisson de 0.20 que es el recomendado por José Menéndez en el diseño de pavimentos rígidos

VII. RECOMENDACIONES

1. Considerando la poca atención que se le da a la infraestructura vial como son las principales arterias del distrito de San Juan de Lurigancho y en general este problema se presenta en todas las arterias de la capital se hace necesario, continuar con estudios que faciliten o ayuden a plantear posibles soluciones a este problema evidenciado como es el deterioro de las vías carrozables.
2. Se hace extensiva la invitación a la universidad y a los profesionales de Ingeniería Civil continuar investigando nuevos diseños de concreto con vidrio reciclado para determinar los beneficios en cuanto sus propiedades mecánicas para su uso en losas de pavimentos rígidos.
3. Considerar la necesidad de realizar los ensayos a los 28 días, teniendo en consideración la temperatura mínima para el curado en húmedo de los especímenes de concreto de acuerdo con las recomendaciones del ACI.
4. El Decreto Supremo N° 008-2020-SA declaró la emergencia de salud pública, lo que motivó el dictado de medidas de prevención y control para frenar la propagación de la enfermedad COVID-19., se determinó dejar abierta la investigación presente y se propone continuar con la investigación en lo que se refiere a los ensayos, asimismo, se indica que los ensayos a compresión se realizaron a los 7 y 14 días.

REFERENCIAS

- ASTM, 2015. ASTM Designación C 78 Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Flexión del Concreto. *Academia.edu* [en línea]. [Consulta: agosto 2020]. Disponible en:
https://www.academia.edu/31702311/ASTM_Designaci%C3%B3n_C_78_M%C3%A9todo_de_Ensayo_Est%C3%A1ndar_para_Resistencia_a_la_Flexi%C3%B3n_del_Concreto_Usando_Viga_Simple_con_Carga_a_los_Tercios_del_Claro
- CASTRO, G.A., 2019. *Evaluación de la seguridad sísmica de las fachadas de la catedral de Lima bajo el enfoque de mecanismos de colapso* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú. Disponible en:
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404>
- CEDILLO, N. y ECHEVARRÍA, E., 2020. Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales. *Academia XXII* [en línea], vol. 12, no. 23, pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. ISSN 2007-252X. DOI 10.22201/FA.2007252XP.2021.23.80170. Disponible en:
<https://www.mendeley.com/catalogue/62829030-16c4-3a8d-802e-5531475ce3a5/>.
- CONCRETE CONSTRUCTION, 2016. Concrete Expertise at Your Fingertips: A new smart phone app provides instant concrete fundamentals. *Concreteconstruction.net* [en línea]. [Consulta: agosto 2020]. Disponible en:
https://www.concreteconstruction.net/business/producers/concrete-expertise-at-your-fingertips_o
- CORTEZ, A.F., 2017. *Propuesta de un proyecto de vivienda unifamiliar aplicando el sistema constructivo no convencional emmedue, en la Ciudad de mala – Cañete* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12621/Alexander%20Freddy%20Lizana%20Cortez.pdf?sequence=1>
- DÍAZ, J.D. y RAMOS, C.J., 2018. Evaluación Del Comportamiento Mecánico De Mezclas De Concreto Empleando Diferentes Proporciones De Vidrio Reciclado Y Triturado Como Sustituto De La Arena Juan. *Angewandte Chemie International Edition*, [en línea], vol. 6, no. 11, pp. 5-48. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en:
<https://www.mendeley.com/catalogue/be236d69-a207-3c03-9894-b2069fc3b313/>.
- DÍAZ, K. y HOYOS, T., 2019. Comparación técnico y económico de pavimentos optimizados (TCP) y pavimentos rígidos (AASHTO 93), de acuerdo con las condiciones locales de Jaén. *Universidad Nacional de Jaén* [en línea], pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en:
<https://www.mendeley.com/catalogue/bbf82b24-d936-3650-abdc-868af179b083/>.

- ELIAS, J.W., SILIPU, E., SICHEZ, J.C. y REYNA, C.A., 2019. Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. *Pueblo Continente* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 169-185. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/c757c8a1-9847-3136-b771-fd0f91a1405d/>.

- ELIAS, J.W., SILIPU, E., SICHEZ, J.C. y REYNA, C.A., 2020. Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco. *Puriq*, vol. 2, no. 1, pp. 16-27. ISSN 2664-4029. DOI 10.37073/PURIQ.2.1.68.

- ESPINOZA, E., 2017. Estudio Vidrio Reciclado como componente para la Elaboración de Cementos Terciarios. *Instituto Tecnológico De Costa Rica Escuela De Ingeniería En Construcción* [en línea], pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/c2584625-6eaf-3f91-b1ab-9ea87253ad55/>.

- FERNÁNDEZ, J.M., 2015. *El vidrio*. 3ra. ed., Madrid, España: Concejo Superior de investigaciones Científicas Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. ISBN 8400081587

- FLORES, V., JIMÉNEZ, V. y PÉREZ, A., 2018. Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento. *Cerámica y Vidrio* [en línea], vol. 1, no. 57, pp. 257-265. [Consulta: 22 julio 2023]. DOI 10.1016/j.bsecv.2018.03.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2018.03.001>.

- FRANCO, D.M., PÉREZ, E. y CRUZ, R.A., 2014. Uso de metacaolín, vidrio reciclado y fibra óptica en la elaboración de un concreto translúcido. *ITECKNE* [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 158-166. [Consulta: 22 julio 2023]. ISSN 1692-1798. DOI 10.15332/ITECKNE.V10I2.392. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/ffeb8838-b6a8-32d0-8cba-4654aa0e7fe7/>.

- GÓMEZ, N., GÓNZALES, M., BRAVO, V. y PERICO, N., 2015. Construcción sustentable del pavimento rígido Caso: Troncal Central del Norte. *L'esprit Ingénieux* [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 144-153. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/6ba634e6-dd55-34c2-ad0d-3add60298974/>.

- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2010. Metodología de la Investigación. 5a. ed. México D.F.: McGraw-Hill /Interamericana. ISBN 9701057538.

- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. del P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6ª. ed. México, D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, s.a. de C.V. ISBN 9781456223960.

- IZQUIERDO, F.G., MORA, R.S., MORA ORTIZ, T. de J. y MUNGUÍA, E., 2020. Uso del vidrio molido como sustituto del agregado fino en mezclas de mortero de albañilería. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo* [en línea], vol. XI, no. 29, pp. 48-61. [Consulta: 22 julio 2023]. DOI 10.31644/IMASD.29.2022.A04. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/8315c792-e9bf-3cd9-a5fa-b8361dafbb6b/>.

- LÁZARO, C., RAMÓN, V., GÓMEZ, F., ALLEPUZ, S., FRAGA, D. y CARDA, J.B., 2015. Incorporación de residuos derivados de la fabricación cerámica y del vidrio reciclado en el proceso cerámico integral. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 51, no. 2, pp. 139-144. ISSN 03663175. DOI 10.3989/CYV.202012.

- LEE, G., POON, C.S., WONG, Y.L. and LING, T.H., 2013. Effects of recycled fine glass aggregates on the properties of dry-mixed concrete blocks. *Construction and building materials*. vol. 38, no. s.n., pp. 638-643. Disposal of: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061812006794>

- MALEK, M., LASICA, W., JACKOWSKI, M. and KADELA, M., 2020. Effect of waste glass addition as a replacement for fine aggregate on properties of mortar. *Materials*. vol. 13, no 14, pp. 31-89. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma13143189>

- MATERIAL DISTRICT, 2019. Cosmic Concrete with Twice the Strength of Regular Concrete. *Materialdistrict* [en línea]. [Consulta: agosto 2020]. Disponible en: <https://materialdistrict.com/article/cosmic-concrete-with-twice-the-strength-of-regular-concrete/>

- MENÉNDEZ, J.R., 2009. *Ingeniería de Pavimentos: Materiales Diseño y Conservación*. Lima, Perú: Fondo Editorial ICG. ISBN s.n. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1b7Hwj38FNTjpkXDqZjWh80-tEX4LCojx/view?fbclid=IwAR0C-48Et4kOia9fnqEaHKZijm72H3JxUfc6IFE7e6Jc_zZeZKhtAr11RXQ

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014. *Estudios Especiales de la dirección general de caminos y ferrocarriles*. [en línea]. PERÚ: Lima-Perú. RM. N° 024-2008-MTC/14. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/RD%202024-2008-MTC-14.pdf

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014. *Estudios Especiales de la dirección general de caminos y ferrocarriles*. [en línea]. PERÚ: Lima-Perú. RD. N° 02-2008-MTC/14. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/otras_normas.html
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014. *Manuales de carreteras del MTC*. [en línea]. PERÚ: Lima-Perú. RD. N° 010-2014-MTC/14. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/RD%20024-2008-MTC-14.pdf
- MORALES, R., DUNCAN, E., GARCÍA, S., MARTÍNEZ, A., BARRÓN, J. y CEPEDA, D., 2015. Uso de materiales compuestos reciclados de fibra de vidrio-poliéster como cargas en concreto polimérico. *Ingenierías* [en línea], vol. 16, no. 61, pp. 48-53. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/6c0edf9b-0ae3-310d-901b-0a2ab330c34c/>.
- NORDIN, N., ABDULLAH, M., TAHIR, M., SANDU, A. and HUSSIN, K., 2014. Utilization of Fly Ash Waste as Construction Material. *International Journal of Conservation Science*. vol. 7, no. 1. pp. 161-166. ISSN: 2067533X
- OCHOA, L.M., 2018. *Evaluación de la Influencia del Vidrio Reciclado Molido como Reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en Pavimentos Urbanos* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4571/Ochoa%20Tapia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PEYVANDI, A., SOROUSHIAN, P. and NASSAR, R.D., 2014. Recycled glass concrete. *Concrete international*. vol. 35, no. 1, pp. 29-32. Available in https://www.researchgate.net/profile/Amirpasha-Peyvandi/publication/257938067_Recycled_Glass_Concrete/links/53ff8b8e0cf24c81027daefd/Recycled-Glass-Concrete.pdf
- PLASCENCIA, L.A. y AGUILA, K., 2020. Influencia de la incorporación de fibra de vidrio tipo “E” en la resistencia a la compresión aplicada al concreto simple, Tarapoto - 2020. *Universidad Científica del Perú* [en línea], pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/eedaf38c-c976-3aea-8146-4728d46d0d8a/>.

- POVEDA, R., GRANJA, V., HIDALGO, D. y ÁVILA, C., 2015. Vista de Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. *Revista Politécnica* [en línea], vol. 35, no. 3, pp. 1-10. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/413/pdf.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2020. Diccionario de la lengua española. *Dle.rae.es* [en línea]. [Consulta: agosto 2020]. Disponible en <https://dle.rae.es/vidrio>
- RETAMA, J. y HERAS, R., 2020. Evaluación experimental de la resistencia del concreto modificado con caucho. *RDP Revista Digital de Posgrado* [en línea], vol. 3, no. 6, pp. 8-21. [Consulta: 22 julio 2023]. DOI 10.22201/FESA.RDP.2023.6.50. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/524a184d-bc56-39bd-af0d-405edd1cd71e/>.
- RIVERA, F.N., 2018. *Diseño estructural sismoresistente de un edificio multifamiliar de 06 pisos, Independencia Huaraz 2018* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41230?show=full>
- RODRIGUEZ, M. y RUIZ, M., 2016. Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *Revista De La Facultad De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales* [en línea], vol. 3, no. 2, pp. 53-60. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/35e62a4b-9dc5-3ef6-96cf-aa9100fdc9d4/>.
- SANTOS, D.A. y SOLARTE, N.C., 2017. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA PAVIMENTO RÍGIDO CON LA INCLUSIÓN DE HORMIGÓN ASFÁLTICO RECUPERADO TIPO "RAP". *Investigacion e Innovación en Ingenierias* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. DOI 10.17081/INVINNO.5.1.2615. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/ecb38afd-9c1b-3468-acf0-6f50d3abd0b1/>.
- SARAVIA, W., 2019. *Evaluación de fallas superficiales del pavimento flexible por el método PCI y empleo del Dron, Carretera Covadonga – Mollepata, Ayacucho 2019* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64812?show=full>
- TOALA, F.S., ARMIJOS, J.P. y ARÉVALO, J.V., 2020. Utilización del vidrio triturado como material de construcción en cantón Santo Domingo. *SATHIRI* [en línea], vol. 15, no. 2, pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. ISSN 1390-6925. DOI 10.32645/13906925.998. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/0e8b3f6c-3384-3fe4-b230-dc096eebf11c/>.

- TRUJILLO, M.Á., CHAVEZ, J. y TORRES, E.A., 2018. Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. undefined-undefined. [Consulta: 22 julio 2023]. ISSN 2414-8822. DOI 10.25127/UCNI.V1I1.267. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/fdb3ee6e-c62a-34ca-8d9b-4f6c50ca76ed/>.
- TULADHAR, R. TAMANA, S., 2020. Use of macro plastic fibres in concrete: A review. *Construction and Building Materials*. vol. 93, no. s.n., pp. 180-188. Disposal of: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061815006194>
- YORIS, A.I., POSITIERI, M.J., FERNÁNDEZ, E.B. y RAGGIOTTI, B.B., 2019. Desarrollo de Morteros Sostenibles para su Aplicación en Impresión 3D. *AJEA* [en línea], no. 4, pp. 1-7. [Consulta: 22 julio 2023]. DOI 10.33414/AJEA.4.410.2019. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/9ded17e4-266c-32dd-82e1-d3f56d39785f/>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida central, Lima, 2020.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple	<p>Comparación</p> <p>Fijar la atención en dos o más objetos para descubrir sus relaciones o estimar sus diferencias o su semejanza. (RAE, 2011, p.16-17)</p> <p>Concreto con vidrio reciclado y concreto simple</p> <p>Proceso por el cual los componentes estructurales de un tramo de una vía son determinados tomando en consideración la naturaleza de la subrasante, consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento. (Menéndez, 2009, p.9)</p>	<p>Fijar la atención en dos o más objetos para descubrir sus relaciones o estimar sus diferencias o su semejanza.</p> <p>A través de ensayos, pruebas y cálculos se realizará para cada dimensión de la variable</p>	<p>D1: materiales</p> <p>D2: Relación Agua Cemento A/C</p> <p>D3: Resistencia a la flexión</p> <p>D4: Resistencia a la compresión</p> <p>D5: Resistencia a la tracción</p> <p>D6: Módulo de elasticidad</p> <p>D7: Módulo de Poisson</p>	<p>Agregados</p> <p>Trabajabilidad</p> <p>Carga en los tercios/Falla tercio central</p> <p>Módulo de rotura</p> <p>Tensión compresión diametral</p> <p>Esfuerzo de deformación</p> <p>Rango</p>	Razón
	<p>Diseño</p> <p>El diseño de la estructura del pavimento es: Establecer espesores y rigideces de los materiales para mantener la vía bajo un cierto nivel de deterioro y confort. (Menéndez, 2009, p. 9)</p> <p>Losa de pavimento rígido</p> <p>Los pavimentos de concreto reciben la denominación de "rígidos" debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. (RD N°10 -2014-MTC/14, p.224)</p>	<p>Debido a la naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante. (RD N°10 -2014-MTC/14, p.224)</p>	<p>D1: Resistencia a la flexotracción</p> <p>D2: Espesor de la losa</p>	<p>ESALs Factor de desviación normal</p> <p>desvío estandar</p> <p>Espesor de la losa</p> <p>Pérdida de serviciabilidad</p> <p>serviciabilidad final</p> <p>Módulo de rotura</p> <p>Coefficiente de transferencia</p> <p>Coefficiente de drenaje</p> <p>Módulo de elasticidad</p> <p>Módulo efectivo de reacción</p>	

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Problema general	Objetivo general	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala
¿Cómo la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?.	Determinar la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple determinará el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020	VI: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple	D1: materiales D2: Relación Agua Cemento A/C	Agregados Trabajabilidad	Razón
Problemas Específicos	Objetivos Específicos				
1. ¿Cómo de la comparación entre los materiales a emplear en el concreto simple y concreto con vidrio reciclado permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020?	Las diferencias o semejanzas de los materiales a emplear en el concreto simple y concreto con vidrio reciclado permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.		D3: Resistencia a la flexión D4: Resistencia a la compresión	Enfoque Carga en los tercios/Falla tercio central Módulo de rotura	
2. ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la relación agua cemento permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?	Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la relación agua cemento permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020		D5: Resistencia a la tracción D6: Módulo de elasticidad D7: Módulo de Poisson	Tensión compresión diametral Esfuerzo de deformación Rango	
3. ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la compresión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?	Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la compresión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020.				
4. ¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la flexión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?	Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la flexión permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020				
5.¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la tracción permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?	Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple la resistencia a la tracción permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020				
6.¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de elasticidad permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?	Las diferencias o semejanzas de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de elasticidad permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020	VD: Diseño de losa de pavimento rígido	D1: Resistencia a la flexotracción	ESALs Factor de desviación normal desvío estándar Espesor de la losa	
7.¿Cómo de la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de Poisson permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida central, San Juan de Lurigancho, 2020?	En la comparación entre concreto con vidrio reciclado y concreto simple el módulo de Poisson permitirá el diseño del proyecto de pavimentación en la avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2020		D2: Espesor de la losa	Pérdida de serviciabilidad serviciabilidad final Módulo de rotura Coeficiente de transferencia Coeficiente de drenaje Módulo de elasticidad Módulo efectivo de reacción	

Anexo 3. Resultados de pruebas de resistencia a la compresión

GEOTECNIA TECNOLOGÍA DE CONCRETO Y ASFALTO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES
 (ASTM C - 39)

Tesis: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.

Solicitantes: Palomino Zenitagoya, Cristhian David - Mateo Montañez, Jhon Jesús

Lugar:

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (f'c): 280 kg/cm²

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de ruptura	Edad (días)	Diámetro (cm.)	Área (cm ²)	Carga (kN)	Carga (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Porcentaje Promedio (%)	Fc Diseño (kg/cm ²)	Características de probeta	Identificación de probetas
1	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	355.25	36224.84	203.51		72.68		280	Patrón	Muestra 01.01
2	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	356.45	36347.21	204.20	204.03	72.93	72.87	280	Patrón	Muestra 01.02
3	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	356.78	36380.86	204.39		73.00		280	Patrón	Muestra 01.03
4	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	425.95	43434.12	244.01		87.15		280	Patrón	Muestra 02.01
5	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	430.44	43891.97	246.58	246.45	88.07	88.02	280	Patrón	Muestra 02.02
6	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	434.21	44276.39	248.74		88.84		280	Patrón	Muestra 02.03

Observaciones: Se realizaron seis (06) pruebas de Resistencia a la Compresión de probetas de f'c = 280 kg/cm². La obtención de la fecha de muestreo es responsabilidad de los solicitantes.
 Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes



 LUIS ALBERTO REVOREDO LOLI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 48144

GEOTECNIA TECNOLOGÍA DE CONCRETO Y ASFALTO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES
(ASTM C - 39)

Tesis: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.

Solicitantes: Palomino Zenitagoya, Cristhian David - Mateo Montañez, Jhon Jesús

Lugar:

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (f_c): 280 kg/cm²

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de ruptura	Edad (días)	Diámetro (cm.)	Área (cm ²)	Carga (kN)	Carga (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Porcentaje Promedio (%)	Fc Diseño (kg/cm ²)	Características de probeta	Identificación de probetas
1	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	420.12	42839.64	240.67		85.95		280	5% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.01
2	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	421.23	42952.82	241.31	240.93	86.18	86.05	280	5% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.02
3	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	420.38	42866.15	240.82		86.01		280	5% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.03
4	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	455.32	46428.98	260.84		93.16		280	5% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.01
5	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	455.12	46408.59	260.72	260.90	93.12	93.18	280	5% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.02
6	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	455.67	46485.06	261.15		93.27		280	5% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.03

Observaciones: Se realizaron seis (06) pruebas de Resistencia a la Compresión de probetas de $f_c = 280$ kg/cm². La obtención de la fecha de muestreo es responsabilidad de los solicitantes.
 Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes



 LUIS ALBERTO REVOREDO LOLI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 48144

GEOTECNIA TECNOLOGÍA DE CONCRETO Y ASFALTO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES
(ASTM C - 39)

Tesis: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.

Solicitantes: Palomino Zenitagoya, Cristhian David - Mateo Montañez, Jhon Jesús

Lugar:

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (f_c): 280 kg/cm²

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de ruptura	Edad (días)	Diámetro (cm.)	Área (cm ²)	Carga (kN)	Carga (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Porcentaje Promedio (%)	f _c Diseño (kg/cm ²)	Características de probeta	Identificación de probetas
1	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	425.15	43352.55	243.55		86.98		280	10% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.01
2	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	426.32	43471.85	244.22	243.97	87.22	87.13	280	10% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.02
3	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	426.15	43454.52	244.13		87.19		280	10% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.03
4	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	475.21	48457.16	272.23		97.23		280	10% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.01
5	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	475.23	48459.20	272.24	272.45	97.23	97.30	280	10% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.02
6	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	476.35	48573.41	272.88		97.46		280	10% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.03

Observaciones: Se realizaron seis (06) pruebas de Resistencia a la Compresión de probetas de f_c = 280 kg/cm². La obtención de la fecha de muestreo es responsabilidad de los solicitantes.
 Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes


 LUÍS ALBERTO REVOREDO LOLI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 45144

GEOTECNIA TECNOLOGÍA DE CONCRETO Y ASFALTO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES
 (ASTM C - 39)

Tesis: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.

Solicitantes: Palomino Zenitagoya, Cristhian David - Mateo Montañez, Jhon Jesús

Lugar:

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (f_c): 280 kg/cm²

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de ruptura	Edad (días)	Diámetro (cm.)	Área (cm ²)	Carga (kN)	Carga (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Porcentaje Promedio (%)	f_c Diseño (kg/cm ²)	Características de probeta	Identificación de probetas
1	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	401.55	40946.05	230.03		82.16		280	15% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.01
2	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	401.87	40978.68	230.22	230.18	82.22	82.21	280	15% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.02
3	02-nov-20	09-nov-20	7	15	178	402.01	40992.96	230.30		82.25		280	15% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 01.03
4	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	480.12	48957.84	275.04		98.23		280	15% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.01
5	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	479.36	48890.34	274.61	274.97	98.07	98.20	280	15% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.02
6	02-nov-20	16-nov-20	14	15	178	480.47	48993.53	275.24		98.30		280	15% VIDRIO RECIKLADO	Muestra 02.03

Observaciones: Se realizaron seis (06) pruebas de Resistencia a la Compresión de probetas de $f_c = 280$ kg/cm². La obtención de la fecha de muestreo es responsabilidad de los solicitantes.

Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes


 LUIS ALBERTO REQUENA ZOLI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 48144

Anexo 4. Análisis granulométrico, Peso y Gravedad del Vidrio

(ASTM C 136-06)

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS

TESIS : COMPARACION DE CONCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO

CANTERA : MICHILLOT - LURIGANCHO - CHOSICA

MATERIAL : VIDRIO RECICLADO

FECHA : 02/11/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
⅜"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	10.0	1.8	1.8	98.2
N°8	2.36	38.0	7.0	8.8	91.2
N° 16	1.18	121.0	22.2	31.1	68.9
N° 30	0.60	148.0	27.2	58.3	41.7
N°50	0.30	160.0	29.4	87.7	12.3
N° 100	0.15	45.0	8.3	96.0	4.0
N° 200	0.08	18.0	3.3	99.3	0.7
PLATO	ASTM C-117-04	4	0.7	100.0	0.0
TOTAL		544.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza 2.84

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.

PESO UNITARIO DEL VIDRIO MOLIDO

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS
 TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO
 CANTERA : MICHILOT - LURIGANCHO - CHOSICA
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 02/11/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6865	6870	6875
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	3565	3570	3575
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1296	1298	1300
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1298		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7465	7460	7470
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4165	4160	4170
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1515	1513	1516
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1515		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1497		

Gravedad específica y absorción del vidrio molido (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS

TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO

CANTERA : MICHILOT - LURIGANCHO - CHOSICA

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 02/11/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	672.00	672.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	972.00	972.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	852.00	852.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	120.00	120.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	300.00	300.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))	120.00	120.00
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.500	2.500
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.500	2.500
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.500	2.500
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.00	0.00

P.e. Bulk (Base Seca)

:

2.500

P.e. Bulk (Base Saturada)

:

2.500

P.e. Aparente (Base Seca)

:

2.500

Absorción (%)

:

0.00

Anexo 5. Análisis granulométrico, peso y Gravedad específica agregado fino

(ASTM C 136-06)

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS
 TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO
 CANTERA : MICHILLOT - LURIGANCHO - CHOSICA
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 02/11/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
⅜"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	12.0	1.5	1.5	98.5
N°8	2.36	80.0	9.7	11.1	88.9
N° 16	1.18	140.0	16.9	28.1	71.9
N° 30	0.60	180.0	21.8	49.8	50.2
N°50	0.30	195.0	23.6	73.4	26.6
N° 100	0.15	105.0	12.7	86.1	13.9
N° 200	0.08	85.0	10.3	96.4	3.6
PLATO	ASTM C-117-04	30	3.6	100.0	0.0
TOTAL		827.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza 2.50

OBSERVACIONES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS
 TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO
 CANTERA : MICHILLOT - LURIGANCHO - CHOSICA
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 02/11/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7945	7925	7905
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4645	4625	4605
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1689	1682	1675
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1682		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1662		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8420	8435	8430
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	5120	5135	5130
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1862	1867	1865
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1865		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1843		

Gravedad específica y absorción agregado fino (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS

TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO

CANTERA : MICHILOT - LURIGANCHO - CHOSICA

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 02/11/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	857.00	857.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	108.00	108.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	286.20	286.20
G	Volumen de masa (E-(A-F))	94.20	94.20
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.650	2.650
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.778	2.778
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	3.038	3.038
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$	4.82	4.82

P.e. Bulk (Base Seca)

:

2.650

P.e. Bulk (Base Saturada)

:

2.778

P.e. Aparente (Base Seca)

:

3.038

Absorción (%)

:

4.82

Anexo 6. Análisis granulométrico, pesos y Gravedad específica Agregado Grueso

(ASTM C 136-06)

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS
 TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL,
 LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO
 CANTERA : MICHILLOT - LURIGANCHO - CHOSICA
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 02/11/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	25.0	1.7	1.7	98.3
¾"	19.100	1040.0	68.9	70.5	29.5
½"	12.500	445.0	29.5	100.0	0.0
⅜"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1510.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	"3/4"
Huso Ref. (ASTM C-33)	N° 5
OBSERVACIONES	
La Muestra tomada identificada por el solicitante.	

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS
 TESIS : COMPARACION DE COMCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO
 CANTERA : MICHILOT - LURIGANCHO - CHOSICA
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 02/11/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18460	18940	18695
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13410	13890	13645
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1442	1494	1467
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1468		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1425		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19980	19920	19991
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14930	14870	14941
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1605	1599	1607
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1604		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1557		

Gravedad especifica y absorción agregado grueso (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : PALOMINO ZENITAGOYA, CRISTHIAN DAVID - MATEO MONTAÑEZ, JHON JESUS

TESIS : COMPARACION DE CONCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA 2020

LUGAR : LIMA-LIMA-SAN JUAN DE LURIGANCHO

CANTERA : MICHILOT - LURIGANCHO - CHOSICA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

FECHA : 02/11/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	638.90	636.40
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	415.40	420.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	223.50	215.70
D	Peso de material seco en estufa	634.40	632.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	219.00	211.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.838	2.930
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.859	2.950
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.897	2.991
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.71	0.70

P.e. Bulk (Base Seca)

:

2.884

P.e. Bulk (Base Saturada)

:

2.905

P.e. Aparente (Base Seca)

:

2.944

Absorción (%)

:

0.70

Anexo 7. Tabla de demanda tráfico pesado de ómnibus y camiones

Demanda al tráfico pesado de ómnibus y camiones

Tesis: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.

Universidad: Universidad César Vallejo

Autores:

Fecha: 10 de agosto 2020

HORA	Ómnibus					Camiones					TOTAL	
	1RS	1RD	1RS+1RD	2RD	1RS+2RD	1RS	1RD	1RS+1RD	2RD	1RS+2RD		
1	2		2								2.00	
2	3										-	
3	4										-	
4	5	1	10	7	10	7					35.00	
5	6	2	12	8	12	8					42.00	
6	7	8	12	8	15	12					55.00	
7	8	12	15	15	16	15					73.00	
8	9	11	17	14	20	20	2	2		1	87.00	
9	10	4	18	13	21	25		1	1		83.00	
10	11	7	20	12	21	30	3	5			98.00	
11	12	5	35	15	22	32	2			1	112.00	
12	13	2	20	20	24	31	4				101.00	
13	14	1	25	25	21	29	4				105.00	
14	15	1	20	24	21	28	2				96.00	
15	16	1	21	23	18	30	2	1		1	97.00	
16	17	1	25	22	15	31	3		1		98.00	
17	18		2	25	19	25	2	2			75.00	
18	19			30	22	28	2				82.00	
19	20	1		21	25	29					76.00	
20	21			20	24	30					74.00	
21	22			18	20	18					56.00	
22	23			15	18	17					50.00	
23	24			12	19	20					51.00	
TOTAL	E	57	258	325	383	465	26	1	10	2	3	1557.00

Demanda al tráfico pesado de ómnibus y camiones

Tesis: **Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.**

Universidad: **Universidad César Vallejo**

Autores: **Palomino Zenitagoya, Cristhian David - Mateo Montañez, Jhon Jesús**

Fecha: **10 de agosto 2020**

HORA	Ómnibus						Camiones															Total (EE)			
	B2		B3-1		B4-1		C2		C3		C4		8 x 4			T2S1			T2S2				T2S3		
0 hrs - 1 hrs	2																								29,201
1 hrs - 2 hrs	2																								
2 hrs - 3 hrs																									
3 hrs - 4 hrs																									
4 hrs - 5 hrs																									
5 hrs - 6 hrs	2		1				2																		
6 hrs - 7 hrs	3		1				3																		
7 hrs - 8 hrs	5						4																		
8 hrs - 9 hrs	10						4		5		1		2			2			3			1			
9 hrs - 10 hrs	15						6		7		3														
10 hrs - 11 hrs	18						8		7							3			2			1			
11 hrs - 12 hrs	20				1		12		8		8														
12 hrs - 13 hrs	18						10		11		2		1			1			1						
13 hrs - 14 hrs	15						12		15		9											2			
14 hrs - 15 hrs	12						14		18		3					2			5						
15 hrs - 16 hrs	15				1		18		20		7														
16 hrs - 17 hrs	14						19		22		5		2			1			3			1			
17 hrs - 18 hrs	13						21		15										1						
18 hrs - 19 hrs	11						6		2		6														
19 hrs - 20 hrs	10						5		2																
20 hrs - 21 hrs	11		1						1																
21 hrs - 22 hrs	9		2																						
22 hrs - 23 hrs	8						1																		
23 hrs - 24 hrs	10										15														
Total tipo de vehículo	221	221	9	9	2	2	2	150	150	133	133	59	59	5	5	5	9	9	9	15	15	15	5	5	5
Conjunto de eje (s)	1RS	1RD	1RS	1RS+1RD	1RS	1RS	1RS+1RD	1RS	1RD	1RS	2RD	1RS	1RS+2RD	1RS	1RS	2RD	1RS	1RD	1RD	1RS	1RD	2RD	1RS	1RD	3RD
Peso máximo/eje (t)	7	11	7	16	7	7	16	7	11	7	18	7	23	7	7	18	7	11	11	7	11	18	7	11	25
EE/eje	1.273	3.335	1.273	2.343	1.273	1.273	2.343	1.273	3.335	1.273	3.458	1.273	4.270	1.273	1.273	3.458	1.273	3.335	3.335	1.273	3.335	3.458	1.273	3.335	4.165
Subtotal EE/ eje/Veh.	281.3	737.00	11.46	21.08	2.55	2.55	4.69	190.93	500.22	169.29	459.91	75.10	251.93	6.36	6.36	17.29	11.46	30.01	30.01	19.09	50.02	51.87	6.36	16.67	20.82
Subtotal EE/Veh	1018.29		32.54		9.78		691.15		629.20		327.03		30.02			71.48			120.98			43.86			
TOTAL	10,061						19,140															29,201			

Demanda al tráfico pesado de ómnibus y camiones

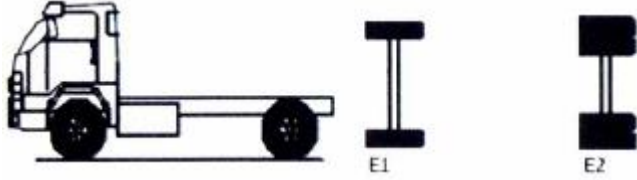
Tesis: Comparación de concreto con vidrio reciclado y concreto simple para diseño de losa de pavimento rígido, avenida Central, Lima, 2020.


Universidad: Universidad César Vallejo

Autores: Palomino Zenitagoya, Cristhian David - Mateo Montañez, Jhon Jesús

Fecha: 15 de agosto 2020

HORA	Ómnibus							Camiones															Total (EE)			
	B2		B3-1		B4-1			C2		C3		C4		8 x 4			T2S1			T2S2				T2S3		
0 hrs - 1 hrs	2																									
1 hrs - 2 hrs	1																									
2 hrs - 3 hrs																										
3 hrs - 4 hrs																										
4 hrs - 5 hrs																										
5 hrs - 6 hrs	5		1					3																		
6 hrs - 7 hrs	6		1					4																		
7 hrs - 8 hrs	7		1					5				3														
8 hrs - 9 hrs	7							4		4		1		1			1			2			1			
9 hrs - 10 hrs	7		1					6		2		1					1			1			1			
10 hrs - 11 hrs	11							6		3		1		1			1			1			1			
11 hrs - 12 hrs	10				1			12		5		5		1						2						
12 hrs - 13 hrs	12				1			8		1		1		1			1			1			1			
13 hrs - 14 hrs	10							10		10		4								1			1			
14 hrs - 15 hrs	7				1			10		17		2		1			1			2						
15 hrs - 16 hrs	8				1			12		12		1					1			1			1			
16 hrs - 17 hrs	12							12		10		1		1			1			2			1			
17 hrs - 18 hrs	10							11		5										1						
18 hrs - 19 hrs	9							6		5		4														
19 hrs - 20 hrs	10									5																
20 hrs - 21 hrs	11		1					1		2																
21 hrs - 22 hrs	8		1							5																
22 hrs - 23 hrs	7							1																		
23 hrs - 24 hrs	12											20														
Total tipo de vehículo	172	172	10	10	4	4	4	4	116	116	86	86	44	44	6	6	6	7	7	7	14	14	14	7	7	7
Conjunto de eje (s)	1RS	1RD	1RS	1RS+1RD	1RS	1RS	1RS+1RD	1RS	1RS	1RD	1RS	2RD	1RS	1RS+2RD	1RS	1RS	2RD	1RS	1RD	1RD	1RS	1RD	2RD	1RS	1RD	3RD
Peso máximo/eje (t)	7	11	7	16	7	7	16	7	7	11	7	18	7	23	7	7	18	7	11	11	7	11	18	7	11	25
EE/eje	1.273	3.335	1.273	2.343	1.273	1.273	2.343	1.273	3.335	1.273	3.458	1.273	4.270	1.273	1.273	3.458	1.273	3.335	3.335	1.273	3.335	3.458	1.273	3.335	4.165	
Subtotal EE/ eje/Veh.	218.93	573.59	12.73	23.43	5.09	5.09	9.37	147.65	386.84	109.46	297.39	56.00	187.88	7.64	7.64	20.75	8.91	23.34	23.34	17.82	46.69	48.41	8.91	23.34	29.15	
Subtotal EE/Veh	792.52		36.16		19.55			534.49		406.85		243.89		36.02			55.60			112.92			61.41			
TOTAL	8,480							14,510					22,990													

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Long. Máxima (m)	
C2		12.30	
	$EE_{S1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$ $EE_{S2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^{4.1}$		
Ejes	E1	E2	
Carga Según Censo de Carga (Ton.)	7	11	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Factor Camión
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	C2
Peso	7	11	3.529
Factor E.E.	1.273	2.256	

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Long. Máxima (m)
C3		12.30
	$EE_{S1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$ $EE_{TA2} = \left[\frac{P}{13.3} \right]^{4.1}$	
Ejes	E1	E2 E3
Carga Según Censo de Carga (Ton.)	7	9 9
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Peso	7	18
Factor E.E.	1.273	2.134
		Factor Camión C3 3.406

Anexo 8. Consideraciones de la NTP aplicado al estudio

1. Muestreo para materiales de construcción

NTP 400.010: AGREGADOS. Extracción y muestreo.

Establecer los procedimientos del muestreo del agregado grueso, fino y global, para los propósitos siguientes:

- a) Investigación preliminar de la fuente potencial de abastecimiento.
- b) Control en la fuente de abastecimiento.
- c) Control de las operaciones en el sitio de su utilización.
- d) Aceptación o rechazo de los materiales.

2. Peso unitario y vacíos de los agregados

NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

Determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos.

Procedimiento de percusión: para agregados de tamaño máximo nominal entre 37,5 mm (1 ½") y 150 mm (6").

Se llenó el recipiente con el agregado en tres capas de igual volumen aproximadamente. Cada una de las capas se compactó colocando el recipiente con el agregado sobre una base firme y se inclinó, hasta que el borde opuesto al punto de apoyo diste unos 50 mm (2") de la base. Luego se dejó caer, lo que produjo un golpe seco y se repitió la operación inclinando el recipiente por el borde opuesto. Cada capa se compactó dejando caer el recipiente 50 veces de la manera descrita, 25 veces cada extremo.

Compactada la última capa, se enrasó la superficie del agregado con una regla, de modo que las partes salientes se compensaron con las depresiones en relación con el plano de enrase. Se determinó el peso del recipiente de medida lleno y peso del recipiente, registrar los pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1lb).

Peso unitario. - calcular el peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m³ (lb/pie³)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen del recipiente de medida en m³ (pie³), y

F = Factor del recipiente de medida en m⁻³ (pie⁻³)

El peso unitario determinado por este ensayo es para agregado en la condición seco. Para calcular el peso unitario en la condición saturado con superficie seca (SS), se utilizó el procedimiento descrito en este método y en este caso se calculó el peso unitario SSS utilizando la expresión:

$$M_{SSS} = M [1 + (G - T) \times F]$$

Donde:

M_{SSS} = Peso unitario en la condición saturado

A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con MTC E 205 o MTC E 206

3. Contenido de vacíos en los agregados. –

calcular el contenido de vacíos en el agregado utilizando el peso unitario calculado, como sigue:

$$\% \text{ vacíos} = \frac{(A \times W) - B}{A \times W}$$

Donde:

A = Peso específico aparente según los procedimientos MTC E205.

B = Peso unitario de los agregados en kg/m³ (lb/pie³).

W = Densidad del agua, 998 kg/m³ (62,4 lb/pie³)

4. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

Determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido.

Tabla 25

Cantidad Mínima de muestras de agregado grueso

Tamaño máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad Mínima de Muestra de Ensayo
mm	pulg	kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19.0	3/4	5
25.0	1	10
37.5	1 1/2	15

5. Gravedad específica y absorción de agregados finos

NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino

Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.

Cálculos

Peso específico de masa (P_{em}):

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde:

P_{em} = Peso específico de masa

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;

V = Volumen del frasco en cm^3

V_a = Peso en gramos o volumen en cm^3 de agua añadida al frasco.

Peso específico de masa saturado con superficie seca ($P_{e_{sss}}$)

$$P_{e_{sss}} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

Peso específico aparente (P_{e_a})

$$P_{e_a} = \frac{V_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

Absorción (A_b)

$$A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

6. Peso específico y absorción de agregados gruesos

NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

Procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas.

Cálculos

Peso Específico:

a) Peso Específico de masa (P_{em})

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

b) Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{esss})

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

c) Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Absorción (A_b)

$$A_b\% = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

7. Muestreo y aceptación del cemento hidráulico

ASTM C 183: Standard Practice for Sampling and Amount of Testing of Hydraulic Cement.

NTP 334.007: CEMENTO. Muestreo e Inspección

Los procedimientos tienen como finalidad la toma de muestras que han de ser empleadas en ensayos, que verifiquen la calidad del cemento hidráulico, para que pueda ser aceptado su uso.

8. Finura del cemento por medio de la malla N° 200

ASTM C 184 – 94 Standard Test Methods for Fineness of Hydraulic Cement by the 150- μm (No. 100) and 75- μm (No. 200) Sieves.

3AASHTO T 128 – 92 Standard Test Methods for Fineness of Hydraulic Cement by the No. 100 (150- μm) and N° 200 (75- μm) Sieves.

Determinar la finura del cemento por medio del tamiz N° 200 (75 μm).

Cálculos

La finura del cemento se calcula por medio de la fórmula:

$$F = \frac{R}{50} \times 100$$

Donde:

F = Finura del cemento expresada como porcentaje en peso del residuo que no pasa el tamiz N° 200

R = Peso del residuo que no pasa el tamiz N° 200, en gramos.

9. Consistencia normal del cemento

NTP 334.006:2003 CEMENTOS: Determinación del tiempo de fraguado del cemento Hidráulico utilizando la aguja de Vicat.

ASTM C 187 – 98: “Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement”

AASHTO: T 129 – 88: Normal Consistency of Hydraulic Cement.

Determinar la consistencia de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat.

Cálculos

La cantidad de agua requerida para obtener una pasta de consistencia normal se calcula como un porcentaje en peso del cemento seco, con aproximación del 0,1% y reportarse con aproximación del 0,5%.

10. Tiempo de fraguado del cemento portland (método de vicat)

NTP 334.006:2003 CEMENTOS. Determinación del tiempo de fraguado del cemento Hidráulico utilizando la aguja de Vicat.

NTP 334.009:2002 CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos.

ASTM C 191 – 2001a: CEMENTOS. Standard Test Method for time of setting of Hydraulic Cement by Vicat needle.

Determinar el tiempo de fraguado del cemento Pórtland, mediante la aguja de Vicat

11. Asentamiento del concreto (SLUMP)

NTP 339.035 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.

AASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

ASTM: C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

Establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.

La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto.

Informe

Se anota el asentamiento del espécimen con aproximación al medio centímetro.

12. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland.

ASTM C 1602/C 1602M-2004: Standard specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete.

NTP 339.088:2006: HORMIGON (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.

Establecer los requisitos de composición y performance para el agua utilizada como agua de mezcla en la producción del concreto de cemento Portland.

13. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de Concreto

ASTM C 1064: 1999 Standard test method for temperature of freshly mixed Portland cement concrete.

NTP 339.184: 2002: HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).

Determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto) fresco y puede ser usado para verificar la conformidad con un requerimiento especificado para la temperatura del hormigón (concreto) fresco en obra.

14. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C39/C39M-05e1 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. – Reimpreso por autorización de ASTM International

Método de ensayo

El método consistió en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta se calculó por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. Se tuvo cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de resistencias a la compresión por este método de ensayo considerando que los valores obtenidos dependieron del tamaño y forma de la probeta, tanda, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

Aparatos

Máquina de ensayo: La máquina de ensayo tuvo capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga establecida. La máquina se operó por energía (no manual) y aplicó la carga continua sin intermitencia ni detenimiento. Si tiene una sola velocidad de carga, estuvo provisto con un medio suplementario para cargar a una velocidad conveniente para su verificación.

Probetas

1. Las probetas se ensayaron considerando que el diámetro individual de los cilindros no difería de otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %.
2. Antes del ensayo, se verificó que la base de las probetas de ensayo no se apartó de la perpendicularidad a los ejes por más de 0, 5° (aproximadamente equivalente a 1 en 100 mm).

Procedimiento

1. Los ensayos a compresión de probetas luego del curado húmedo fueron hechos inmediatamente luego de retirarlos del almacenaje de humedad.
2. Los cilindros fueron protegidos de pérdida de humedad con polietileno durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos.
3. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo fueron fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
7	± 6 h
14	± 6 h

4. Colocación: Se colocó el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Se limpió las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y se colocó el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente se alinearon los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.
5. Se Verificó el cero y asiento del bloque: Antes de ensayar la probeta, se verificó que el indicador de carga este en cero, se ajustó el indicador. Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, se rotó su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme.
6. Velocidad de carga: Se Aplicó la carga continuamente y sin detenimiento
7. La carga se aplicó a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s. La velocidad de movimiento diseñada fué mantenida durante la mitad final de la fase de carga anticipada.
8. Se Calculó la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta y se expresó el resultado con aproximación a 0,1 MPa.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "COMPARACIÓN DE CONCRETO CON VIDRIO RECICLADO Y CONCRETO SIMPLE PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO, AVENIDA CENTRAL, LIMA, 2020.", cuyos autores son MATEO MONTAÑEZ JHON JESUS, PALOMINO ZENITAGOYA CRISTHIAN DAVID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 27- 12-2020 11:00:43

Código documento Trilce: TRI - 0098220