



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al
incorporar concreto reciclado como material grueso, en la Av.
Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tirado Roncal, Marco Enrique (orcid.org/0000-0002-8785-3289)

ASESOR:

Dr. Llatas Villanueva, Fernando Demetrio (orcid.org/0000-0001-5718-948X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi hijo Santiago, por ser mi motivo para seguir saliendo adelante, a mis padres y mi esposa, que son quienes me brindan siempre su apoyo incondicional y me impulsan a continuar siempre adelante en cada paso profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios en primer lugar por ser la luz incondicional que ha guiado mi camino.

Así mismo, agradecer también a mi esposa, mi hijo, mis padres que siempre me brindaron el apoyo.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LLATAS VILLANUEVA FERNANDO DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO AL INCORPORAR CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, EN LA AV. CHICLAYO, CHICLAYO-LAMBAYEQUE, 2023", cuyo autor es TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, 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.

CHICLAYO, 06 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LLATAS VILLANUEVA FERNANDO DEMETRIO DNI: 41953733 ORCID: 0000-0001-5718-948X	Firmado electrónicamente por: LLVILLANUEVAFD el 06-11-2023 22:20:10

Código documento Trilce: TRI - 0652937

Declaratoria de originalidad del autor/ autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO AL INCORPORAR CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, EN LA AV. CHICLAYO, CHICLAYO-LAMBAYEQUE, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
MARCO ENRIQUE TIRADO RONCAL DNI: 70618990 ORCID: 0000-0002-8785-3289	Firmado electrónicamente por: TRONCALMA el 06-11- 2023 11:59:46

Código documento Trilce: TRI - 0652938

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor/ autores.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y Operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Métodos de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos Éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS.....	38

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	15
Tabla 2. Resultados agregado fino	16
Tabla 3. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso	16
Tabla 4. Resultados agregado grueso	17
Tabla 5. Granulometría agregado fino	19
Tabla 6. Granulometría agregado grueso	19
Tabla 7. Diseño - cantidad de materiales	20
Tabla 8. Pavimento rígido con concreto patrón	21
Tabla 9. Pavimento rígido incorporando 20% de concreto reciclado como material grueso	22
Tabla 10. Pavimento rígido incorporando 40% de concreto reciclado como material grueso	23
Tabla 11. Pavimento rígido incorporando 60% de concreto reciclado como material grueso	23
Tabla 12. Pavimento rígido incorporando 80% de concreto reciclado como material grueso	24
Tabla 13. Pavimento rígido incorporando 100% de concreto reciclado como material grueso	24
Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	25

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Curva granulométrica agregado fino	15
Figura 2. Curva granulométrica agregado grueso	17

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito determinar el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al incorporar concreto reciclado como material grueso, en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023. De acuerdo a esa premisa, el estudio se desarrolló bajo una metodología de enfoque cuantitativa, de tipo aplicada y con un diseño cuasi experimental. Teniendo como muestra a 18 probetas, 3 con diseño de mezcla de concreto convencional y los 15 restantes con concreto reciclado como material grueso en su incorporación a los 7, 14 y 28 días. Entre los instrumentos de recolección de datos, se utilizaron los ensayos en laboratorio debidamente validado. Se llegó a obtener entre los resultados que, las muestras de 7 y 14 días, no lograron llegar o sobrepasar la resistencia máxima requerida o de diseño de 210 Kg/cm². Sin embargo, las muestras de 28 días, si logran hacerlo, puesto que las muestras modificadas 1, 3 y 4 con porcentajes de 20%, 60% y 80% lo hacen. Se concluye que, el porcentaje óptimo de concreto reciclado utilizado como material grueso, en el mejoramiento a la resistencia a la compresión de un pavimento rígido es del 60% con una resistencia de 216.00Kg/cm² en un tiempo de 28 días.

Palabras clave: Concreto, pavimento, reciclado.

Abstract

The purpose of this research was to determine the effect on the compressive strength of a rigid pavement when incorporating recycled concrete as a thick material, in Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023. According to this premise, the study was developed under a quantitative approach methodology, of an applied type and with a quasi-experimental design. Taking 18 test tubes as a sample, 3 with a conventional concrete mix design and the remaining 15 with recycled concrete as coarse material in its incorporation at 7, 14 and 28 days. Among the data collection instruments, duly validated laboratory tests were used. Among the results, it was obtained that the 7 and 14-day samples failed to reach or exceed the maximum required or design resistance of 210 Kg/cm². However, the 28-day samples, if they manage to do it, since the modified samples 1, 3 and 4 with percentages of 20%, 60% and 80% do it. It is concluded that the optimal percentage of recycled concrete used as coarse material, in improving the compressive strength of a rigid pavement is 60% with a resistance of 216.00Kg/cm² in a period of 28 days.

Keywords: Concrete, pavement, recycled.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en países europeos y latinoamericanos, el sector construcción está en crecimiento, en especial el de infraestructura de carreteras, puentes y pistas contribuyendo con el desarrollo de ciudades y países, lo que está originando una demanda alta de materiales de construcción y produciendo una gran cantidad de despojos de construcción civil y de demoliciones, convirtiéndose estos residuos en un problema para el medio ambiente, pues la mayoría termina en rellenos sanitarios, carreteras, ríos o botaderos (Gurdián y otros, 2021).

En España, para las construcciones de pavimentos rígidos, existen diversos estudios donde hablan de materiales alternativos de construcción, siendo uno de ellos el reciclar los residuos obtenidos de las construcciones, en especial el concreto, que perfectamente puede ser usado como agregado grueso en las construcciones de pavimentos rígidos en obras públicas y privadas, logrando con esto disminuir el impacto ambiental de los residuos, sin perder la eficiencia como material agregado (Bastidas y otros, 2021).

En el país de México, uno de los problemas centrales que visualiza en su sector transporte, son los pavimentos rígidos en mal estado de diversos estados, debido al gran sobreesfuerzo que sufren los pavimentos por las repetitivas sobrecargas del tránsito, puesto que del total de vehículos que transitan, el 35.5% representa camiones de carga, el 14.2% camión de pasajeros y el 50.3% restante a automóviles (Guzmán y otros, 2021). Por esto, es que se indaga en nuevas alternativas de materiales, puesto que el problema principal, es la resistencia a la comprensión del pavimento rígido, lo que ocasiona que requiera mantenimiento antes de lo previsto, generando gastos, así como también contaminación ambiental, ya que los desmontes terminan en botaderos no autorizados (Burgos, Guzmán y Torres, 2019).

Tal es el caso de Panamá, que tiene dentro de sus propósitos el disminuir el volumen de residuos de construcción y los de demoliciones, así como también el reciclado de concreto, poniéndolo en prácticas en las construcciones de sus pavimentos rígidos (Moreno y otros, 2020).

En Colombia, se emplea el concreto reciclado para pavimentos rígidos, sin embargo esta práctica aún está en desarrollo, pues su uso varía según el reemplazo del agregado natural, los cuales van desde 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, y según ello la resistencia a la compresión y a la abrasión superficial mejora considerablemente, tal es el caso que cuando es reemplazado el agregado de CR y agregado de bloque reciclado del 60 % y 40 %, la compresión según la resistencia es de 15,0 y 17,0 MPa en comparación con 13,4 MPa que es la de un concreto natural (Ulloa y otros, 2018).

En el Perú, los residuos de construcción no cuentan con un plan de gestión para su acarreo y depósito final, existiendo muchos botaderos informales donde se acumulan los residuos de construcción proveniente de diferentes fuentes, como por ejemplo el de estructuras con antigüedad las cuales son demolidas para una nueva edificación. Estos residuos se encuentran contaminado el medio ambiente, puesto que terminan siendo desechados en parques, ríos, etc. (Farfán y Pastor, 2018).

En la ciudad de Chiclayo, los pavimentos no suelen ser la excepción, en especial el de la Av. Chiclayo 1ª sector, ya que esta obra no tiene mucho tiempo del que fue construida y sin embargo ya necesita de mantenimiento o incluso de un cambio total, por ello es que se pretende con este proyecto ver el efecto de que a estos desechos se les pueda sacar provecho y dar un segundo uso, el cual es fabricar un nuevo concreto, con ciertas características a la de un concreto convencional, logrando con esta acción la reducción de desechos de escombros.

La justificación científica se centra en las teorías sobre concreto reciclado visto desde diferentes estudios y contextos para un concreto $f_c=210$ kg/cm² de un pavimento rígido, donde el agregado reutilizado puede reemplazar entre el 20% y el 100% del agregado de origen natural. Así mismo, es importante socialmente, ya que al determinar la calidad del concreto reciclado se obtiene la fabricación de un pavimento rígido que genera la satisfacción de la población, logrando así una construcción sostenible. Es importante de forma ambiental, ya que, el material desechable se convierte en reutilizable y contribuye en la disminución del problema del incremento de material desechado de cada obra vial. Se justifica económicamente al reflejar de forma positiva una disminución de costos, pues se generan una mayor rentabilidad utilizando material reciclado.

Se planteó como problema, ¿Cuál es el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al incorporar concreto reciclado como material grueso, en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023?, del cual se desprende como objetivo general, determinar el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al incorporar concreto reciclado como material grueso, en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023.

En la presente investigación, se establecen los objetivos específicos que permitirán su desarrollo y son, evaluar la propiedad física y mecánica del agregado de concreto reciclado, diseñar una mezcla patrón con concreto reciclado para un concreto $F^{\prime}C=210$ kg/cm² de un pavimento rígido, determinar el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al incorporar 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de concreto reciclado como material grueso, y determinar el porcentaje óptimo de concreto reciclado a utilizarse como material grueso, en el mejoramiento a la resistencia a la compresión de un pavimento rígido

Las hipótesis que se plantean el reemplazo de concreto reciclado como material grueso tiene efecto positivo en la resistencia a la compresión $F^{\prime}C=210$ kg/cm² de un pavimento rígido en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023, y el reemplazo de concreto reciclado como material grueso tiene efecto negativo en la resistencia a la compresión $F^{\prime}C=210$ kg/cm² de un pavimento rígido en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Estudios realizados de varios autores a nivel internacional y nacional otorgan soporte a la investigación, teniendo así:

El concreto reciclado, son aquellos residuos de construcción, demolición y otros materiales empleados en nuevas construcciones, según lo mencionan Sonawane y Pimplikar (2018) la cantidad de reducción en la resistencia depende de parámetros tales como el grado del concreto demolido, la relación de reemplazo, la relación a/c, el procesamiento de agregados reciclados, etc. utilizado para fines de construcción. Así mismo Kumawat y Thanvi (2020), encontraron que un 25 % de sustituir el árido grueso natural por reciclado de AG proporciona una a la compresión deseable de 25 N/mm².

Sánchez y López (2021) en su artículo “Análisis del comportamiento mecánico de concreto tradicional y concreto con materiales reciclados “, teniendo por propósito analizar los diferentes comportamientos de concreto tanto de forma tradicional como 100% reciclado no contaminado. Se evaluó el resultado del concreto que se fabricó con agregado reciclado (AR), teniendo inicialmente cilindros de concreto y resistían detalladamente a 300 kg/cm². Las composiciones se elaboraron con 100% de sustitución del Agregado Grueso Natural (AGN), por Agregado Grueso Reciclado (AGR). Se evidenció en los hallazgos una gran diferenciación en el experimento realizado de absorción de agua, debido a que las composiciones elaboradas con el AR requerían incluir más cantidad de agua, lo cual indicaba que las composiciones fabricadas con AGR conllevan a un concreto con mayor porosidad y por ende con mayor susceptibilidad viéndolo desde el punto de la durabilidad, sin embargo, se mostraron que los niveles de resistenciabilidad eran muy parecidos a los del concreto tradicional.

Otra investigación, de Rivera y Guerrero (2020) titulada “Concretos reciclados, posibilidades de estudio desde el pregrado”, tuvieron por objetivo elaborar propuestas de materiales nuevos de construcción como concretos reciclados. Se encontró en los resultados más resaltantes las variaciones que estaban ligados de forma directa a la semejanza con que se integraban a los agregados, en cantidades de un 20% y se obtuvieron capacidades muy semejantes a las de una composición

tradicional de prueba. Los resultados reflejaron que hubo una correspondencia de costos del concreto reciclado con el tradicional, que para una producción a nivel industrial estandarizada de AR para un metro cubico con un porcentaje que sustituya los agregados reciclados presentaba el 65% del costo del agregado natural, convirtiéndose en una alternativa económicamente factible.

Un artículo desarrollado por Cruz y Ramírez (2022), con su estudio “Evaluar los especímenes del agregado grueso que proviene de restos de concreto para producción de concretos nuevos”, tuvieron la finalidad de establecer el valor de su posible utilización. Se llegó a trabajar con 3 orígenes de materia prima de reciclaje como paredes de mampuesto, baldosas prefabricadas y concreto colado in situ, para las mezclas se emplearon 3 distintas proporciones de agregado grueso reciclado reemplazando al natural. Se lograron efectos muy positivos en relación a la resistenciabilidad a la compresión de los concretos con AGR, tomando a cuenta siempre un diseño de composición ajustable a sus especificaciones, pues la resistencia a la compresión de las composiciones con porcentaje de 30 AR consiguieron efectos muy parecidos a los efectos con 100% de agregado tradicional, pues de acuerdo que se acrecentó la porcentualidad de AR se disminuía la resistencia, teniendo resultados siempre mayores a la resistencia de diseños (210 kg/cm²). Llegando a la terminación que se consideraba aprobada el fabricar el concreto con agregado reciclado.

El estudio de Sombra, De Araújo y Macedo (2020), denominado “Evaluación de hormigones sostenibles con contenidos de concreto reciclado”, tuvo por finalidad emplear una alternativa en el aprovechamiento de los restos de edificaciones y de derribamientos (RCD). Las probetas se prepararon con dos trazas de hormigón, una con concreto reciclado y otra con concreto común. Además, por medio de los resultados conseguidos se llegó a observar que la resistencia mecánica del hormigón realizado con una porción de árido derivado de escombros se infirió al hormigón común. El concreto promedio tuvo un valor de resistencia a la ruptura promedio de 30 MPa, mientras que el concreto con una porción de agregados reciclados obtuvo una resistencia promedio igual a 25 MPa. Debido a los valores de resistencia mecánica logrados para las diferentes probetas es posible afirmar

que el material conseguido con árido puede ser empleado para obras no estructurales en el ámbito de las construcciones civiles.

Por su parte, Flores, Villafranca y Reconco (2019), en su estudio “El concreto con árido reciclado: elección de material en construcciones con parámetro sostenible”, presentaron por objetivo el evaluar unas propiedades mecánicas y físicas de un agregado grueso en reciclaje derivado de residuos de adoquines y despojos de concreto triturados por medio de una trituradora de impacto. Se diseñaron 2 mezclas de control y 3 mezclas empleando RCD como el agregado grueso habiendo reemplazados por el 100% del volumen máximo nominal, el 100% del agregado grueso y 35% del agregado grueso. Concluyeron, que la mezcla #3 con 100% de sustitución de tamaño #467 era ideal, pues cumplía con todas las propiedades analizadas, además de ello la mezcla fue rápida para fabricar, por ser el total del agregado grueso reemplazado. El concreto empleado tuvo criterio sostenible con efectos positivos para la protección al medio ambiente.

Los autores Elías, Flores, Barrera y Reyna (2020), en su análisis “Efecto de utilizar agregados de CR para el ambiente y las construcciones de casas - Huamachuco”, establecieron por objetivo la determinación del efecto de emplear los AGR. Para el método se empleó como materia prima y para diseñar las composiciones gravilla de 1/2" y 3/4", el cemento Portland Tipo I, arena gruesa y los agregados de concreto de reciclaje, los cuales reemplazaron a la gravilla y la arena gruesa por cantidades de volumen del 50%, 75% y 100% equitativamente. Fabricándose probetas para concreto normal y con AGR siguiendo la NTP 339.033. Posteriormente se llevó a cabo los ensayos de compresión a las probetas, luego de 7, 14 y 28 días del curado, siguiendo la Norma ASTM C39, llegando a establecer que el concreto que contenía 50% AGR mostró la resistencia más favorable a la compresión, llegando a 200,18kg/cm².

Casaño y Mego (2021), para su investigación “Diseño de mezcla en pavimento rígido al incorporar concreto reciclado para Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2021”, teniendo por finalidad la determinación del concreto reciclado influyendo en diseñar la mezcla en pavimento rígido. El método era de modo aplicada, con diseño cuasi experimental, aplicando por instrumentos una de laboratorio y otra de registro de datos. Para conseguir un patrón de análisis que permitiera la comparación se

trabajaron con probetas 18 de concreto, nueve de concreto tradicional y nueve con material de reciclaje, y un boceto de mezcla al concreto a resistir de $F'c=210$ kg/cm². Se concluyó, que el concreto con AGR también contaba con una óptima resistencia e inclusive mostraba acrecentamiento de 2.5% a 3% respecto al concreto tradicional. En este contexto, la utilización de esa opción de diseño que reutiliza el concreto, tiene más importancia, pues llega a cumplir con cada especificación del diseño de mezcla.

Choton (2020), en su estudio “Mejorar las propiedades del concreto al reutilizar los materiales que se reciclan de edificaciones en pavimentos rígidos con transitabilidad liviana - Lurín, 2019”, la finalidad era mostrar la forma de reutilizar los materiales reciclados ya sea del agregado grueso y fino, y obtener una mejoría en la construcción de pavimentos rígidos. El método que se llegó usar fue aplicado de nivel correlacional-causal, con instrumentos como formatos de recojo de datos de la condición del concreto, y ensayos para el mejoramiento del contrato. Se llegaron a realizar ensayos tales como absorción, abrasión los ángeles y si resiste a la compresión, llegando a encontrar sobre la resistencia a la compresión, y para agregados con reciclaje de construcciones y demoliciones se tuvo funciones parecidas a los de agregado natural, pues se evidenció un aumento de 50% y 100% de AR que se realizaron en las tres edades de 7, 14 y 28 días de forma respectiva, con un concreto modelo de $F'c= 210$ kg/cm², así mismo se refleja que el estudio dependía en gran parte del lugar donde se extraían los agregados reciclados, y poder conseguir una mejor resistencia. Se concluyó que, el agregado reciclado cumplía una función de suma importancia, ya que favorecía al pavimento rígido al lograr una óptima y mejor consistencia de sostenibilidad.

Rengifo (2017), en su estudio sobre “La calidad del CR, y su influencia a la resistencia para un pavimento rígido, Jr. Sargenta Loris, Morales – San Martín – 2017”. Se presentó por propósito la determinación del efecto en la calidad de CR, al fabricar un diseño nuevo de la mezcla en concreto $fc= 210$ kg/cm². Los instrumentos usados fueron las fichas técnicas del registro de datos además de la ficha de registro del MTC. Se encontró que, en el diseño de mezcla se obtenían unos porcentuales totales de 50% agregado fino, 28% agregado grueso, 7% agua y 16% cemento, esto por la medida de delicadeza del agregado fino que fue

superior al estándar que establece la norma técnica; aun así, molde de AFR y AG de cantera, bajaban la proporción de agregado fino que era de 35%, elevando el agregado grueso al 39%, agua un 8% de la totalidad de la muestra, y el cemento con 17%. Se llegó a la conclusión, que al emplear concreto reciclado se obtenía un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión, pero solamente con el agregado reciclado fino.

Algunos aportes sobre el concreto reciclado, indican que la primera vez que se utilizó la palabra concreto reciclado fue en el año 1946 por Gluzhge, P, en su informe sobre concreto para edificaciones en la que era la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas. Actualmente la palabra reciclar se ha vuelto un término muy usado, puesto que ayuda a resolver la escasez de agregados, así como también el incumplimiento de la norma vigente en cuanto a los agregados (Martínez, Torres, Alonso, & Chávez, 2017).

Diversas investigaciones de autores que han profundizado en el tema brindan sus definiciones, mencionando que el concreto reciclado es el resultado de la incorporación de un agregado que ha sido reutilizado para la fabricación de un concreto nuevo. El agregado reutilizado se incorpora en cierta cantidad, el cual varía entre el 20% y el 100% del agregado de origen natural (Moreno, Ospina, & Rodríguez, 2019).

El concreto seco y endurecido es el más utilizado para reciclar, el cual necesita de un proceso para poder ser reutilizado y se inicia con la trituración, por ello es que en la mayoría de veces las trituradoras son instaladas en la obra para que el procesamiento se haga in-situ. El uso más común de este concreto es el de agregado (grueso o fino) el cual termina siendo usado como sub base para las vías, ya que se ha comprobado que sus propiedades se desempeñan bien en relación a la densidad y compactación (Atilano, Cuevas, & Muñoz, 2019). Así mismo, es posible emplear áridos reciclados en hormigones permeables y conseguir propiedades físicas y mecánicas muy parecidas a las ejecutadas con áridos naturales (Torres y otros, 2020).

El concreto reciclado se dimensiona, iniciando por la calidad, teniendo que, los escombros de hormigón y mortero se clasifican en la clase A, y son objeto de

reciclaje, pudiendo clasificarse como agregados grandes y pequeños “arena y grava”. Y entre los materiales de restos de construcciones y demoliciones (RCD), los hormigones son los más prometedores para el reciclaje y para la Industria del sector Construcción en cuanto a la producción de áridos (De Almeida & Luna, 2020). La dimensión de caracterización, recalca que va depender de varios elementos como la composición del árido reciclado, que es heterogénea y variada, así como del equipo utilizado para triturar los escombros (Rodríguez, Peixoto y Nery 2022). Otra de las dimensiones, es sobre el diseño de concreto, donde la dosificación de CR no se limita a determinar la mejor proporción entre las mezclas, debiéndose tener en consideración el aspecto del tipo de agregado reciclado (AR), contenido de AR usado en la proporción de la mezcla, utilización de aditivos químicos, proceso productivo y evaluación de la trabajabilidad, entre otros factores (Mota dos Santos & Leite, 2018).

En referente a la variable Resistencia a la compresión de un pavimento rígido, Contreras (2017), reafirma que un pavimento rígido es diseñado con una base de condiciones y características, las cuales son: economía, comodidad, seguridad y eficiencia y tienen que cumplirse en el plazo que se establece en el proyecto. Una condición que tiene que cumplirse obligatoriamente en el pavimento rígido es que sea resistente al derrapamiento, por eso es indispensable y de vital importancia que se seleccionen adecuadamente los materiales que se utilizaron en la realización de un proyecto.

Los autores Rodrigues, Peixoto y Nery (2019), mencionaron que las pruebas de resistencia a la compresión de muestras en distintos porcentajes de árido reciclado (20%, 50% y 100%), fueron técnicamente viables y su compresión se mostró contigua o incluso superior a la medida en los áridos convencionales. Así mismo, Da Silva, Amador, Taroni y Toledo (2018), afirman que la resistencia a compresión y tracción en flexión puede ser igual y/o mayor al concreto original y además puede mostrar un aumento de 40 a 80% en contracción por secado.

Un pavimento rígido es definido como la conformación de una losa de concreto, el cual está por encima de una base o de la subrasante, y que ayuda a distribuir la carga al suelo de forma mínima a través de la superficie total de la losa (Guzmán y otros, 2020). En otra definición, se encuentra que la capacidad estructural de un pavimento rígido se encuentra en su resistencia de la losa en

relación a la carga de la superficie y a las capas subyacentes que influyen en el diseño del espesor del pavimento (Guzmán, 2020).

Las dimensiones que abarcan a la resistencia a la compresión, según lo exponen De Oliveira y Oliveira (2018), respecto a la absorción los agregados que presentan una alta tasa de absorción de agua son los mismos que tienden a presentar masa específica con valores más bajos. La dimensión de Abrasión los ángeles, considera que los agregados reciclados tienen una menor resistencia al contacto y al impacto, generando un mayor desgaste por abrasión en comparación con los naturales, siendo mayor en una diferencia de tres veces, y los resultados fueron independientes de la granulometría de los materiales. Finalmente, la compresión, sus resultados se pueden definir acorde a la aplicación y medición de fuerzas y los datos referentes al desempeño del concreto, alineados con una evaluación del comportamiento del concreto cuando es sometido a la aplicación de fuerzas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de exploración fue cuantitativo como enfoque, siendo aquella, que “emplea el recolectar testimonios para corroborar la hipótesis con sustento en el cálculo numérico y en el examen de estadística” (Hernández & Mendoza, 2018). Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), aseveran que “la investigación aplicada se dirige a establecer, por medio de la comprensión científica, usando medidas para lograr cubrir una necesidad conocida y definida”.

3.1.2. Diseño de investigación

Para Hernández y Mendoza (2018), “una exploración es experimental cuando en el proceso del estudio se somete a un grupo diverso de personas bajo ciertas condiciones, las cuales aluden a la variable independiente. Por el contrario, las consecuencias que se obtienen como resultado frente a las reacciones por dicho sometimiento hacen referencia a la variable dependiente”.

Así mismo, fue de nivel cuasi experimental, pues “residió en administrar y estimular a un grupo de personas y posteriormente medirlos, a través, de la aplicación de un instrumento a una o más variables del estudio” (Sánchez, et al., 2018).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Concreto reciclado como material grueso

Dimensión

Caracterización: teniendo por indicadores

Granulometría

Peso específico

Porcentaje de absorción

Porcentaje de humedad

Peso unitario suelto

Peso unitario compactado

Desgaste por abrasión

Variable dependiente: Resistencia a la compresión de un pavimento rígido

Dimensión

Mecánica: teniendo por indicadores

Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Es “el grupo de casos que coinciden con algunas características específicas, y que se definen acorde al tiempo, lugar, contenido y accesibilidad” (Hernández & Mendoza, 2018).

Este estudio investigativo estuvo conformado por todo el material compuesto, cuya estructura estaba dentro de las particularidades del concreto que utiliza concreto reciclado como agregado en los pavimentos del distrito de Chiclayo.

3.3.2. Muestra

Es un grupo reducido que pertenece a la población, del donde se recolectó la información indispensable para la investigación, por medio, de los instrumentos que se les aplicó (Dieterich, 2021).

Se estableció que la muestra de la presente investigación fueron las 54 muestras, 9 con concreto normal como mezcla y los 45 restantes con concreto reciclado como material grueso en su incorporación a los 7, 14 y 28 días, de los pavimentos rígidos incorporando concreto reciclado como material grueso de la Av. Chiclayo 1ª sector, del distrito de Chiclayo.

3.3.3. Muestreo

Son los elementos que conforman a la población en estudio, los cuales abarcan desde procesos, hechos o hasta un grupo de personas, etc. (Hernández & Mendoza, 2018).

El presentado estudio se desarrolló con una muestra característica, donde el muestreo fue no probabilístico intencional, pues se eligió el área a estudiar, que fueron los pavimentos rígidos incorporando concreto reciclado como material grueso de la Av. Chiclayo 1ª sector, de Chiclayo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

“La información acopiada es esencial, y es donde se aplican los instrumentos que miden y obtienen la información adecuada de las variables de investigación en la muestra o elementos que se seleccionaron” (Hernández & Mendoza, 2018).

3.4.1. Técnica de Análisis Documental

“El análisis documental consiste en considerar las opiniones que ofrezcan información resaltante de un documento y cuyo fin es dar a conocer su contenido sin tergiversaciones para recopilar la data ya contenida” (Hernández & Mendoza, 2018).

El instrumento que se empleó para los diferentes análisis del concreto reciclado serán las fichas técnicas de recolección de información y la ficha de registro del MTC.

3.4.2. Técnica Observación Experimental

“Es la técnica donde se fabrican datos de relevancia para el investigador y que pueden ser recabadas en varias o una de las variables en estudio” (Hernández & Mendoza, 2018).

El instrumento utilizado fue la ficha de Laboratorio y/o Registro de Datos.

3.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos estuvieron bajo la validación de los expertos del laboratorio, siendo ing. civiles colegiados, con maestría, encontrándose habilitas y se seleccionaron en relación a las medidas que establece el plan académico de la carrera. Así mismo, la confiabilidad se obtendrá por medio del promedio de valoración de los instrumentos a utilizar, los cuales son aprobados por el juicio de expertos.

3.5. Procedimientos

El avance del estudio desarrolló el proceso que debe seguir para presentar el efecto en la resistencia, por medio del ensayo de compresión de un pavimento rígido al incorporar concreto reciclado como material grueso. Cumpliendo con las

exigencias, normas y parámetros establecidos por la norma ASTM para realizar el análisis que establezcan la calidad de las probetas.

En el ensayo se evaluaron 9 muestras con mezcla de concreto convencional y 45 con concreto reciclado como material grueso en su incorporación. Así el tiempo que fueron analizados para comprobar la prueba a la compresión fue de 7, 14 y 28 días.

3.6. Métodos de análisis de datos

Estudiar la información, consiste en “procesar aquellos datos obtenidos de la muestra, donde el fin es ejecutar un análisis según los objetivos e hipótesis planteados (Hernández & Mendoza, 2018).

Se empleó el programa Microsoft Excel para procesar toda la información recolectada, del cual se obtendrán tablas y gráficos que muestren toda la información concisa.

Las evaluaciones a empleadas fueron la evaluación física, mecánica y química incorporando el concreto reciclado como material grueso, siguiendo con lo que establece la ASTM y la normativa técnica de Perú. Finalmente, se realizó la evaluación de resistencia a compresión de un pavimento rígido incorporando el concreto reciclado como material grueso.

3.7. Aspectos Éticos

El trabajo de investigación contempló todos los elementos de ética; cumpliendo con la guía de productos acreditados de las materias de investigación, en referencia a la publicación de proyectos y el código de ética en investigación. Cumpliendo con los aspectos éticos de protección, consentimiento, cuidado, transparencia, rigor científico y difusión de los hallazgos del procedimiento de estudio a nivel superior universitario.

IV. RESULTADOS

Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas del agregado de concreto reciclado

Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia: Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Muestra: Agregado Fino

Cantera: La Victoria – Pátapo

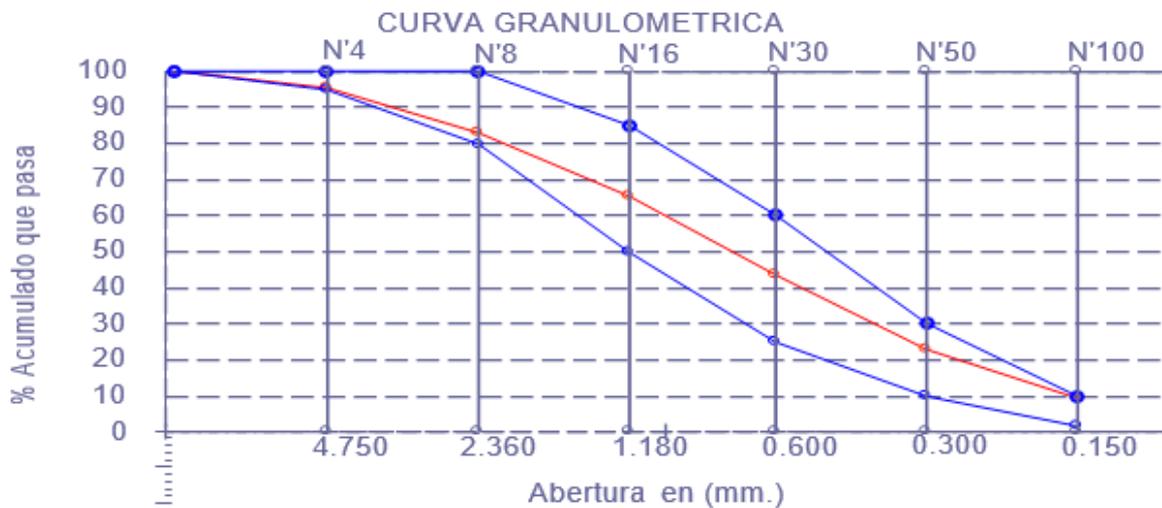
Tabla 1. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Malla	(%)	(%)	(%)	Especificaciones:		
Pulg.	(mm.)	Ret.	Acum. Ret.	Acum. Que Pasa		
1/2"	12.7	0	0	100	100	100
3/8"	9.5	0	0	100	100	100
Nº04	4.75	4.8	4.8	95.2	95	100
Nº08	2.36	12.1	16.9	83.1	80	100
Nº16	1.18	17.7	34.6	65.4	50	85
Nº30	0.6	21.6	56.2	43.8	25	60
Nº50	0.3	21.1	77.3	22.7	10	30
Nº100	0.15	13.2	90.5	9.5	2	10
Fondo		9.5	100	0		

Módulo de Fineza 2.803
 Abertura de malla de referencia 9.500

Fuente: resultados de laboratorio

Figura 1. Curva granulométrica agregado fino



Fuente: resultados de laboratorio

Ensayo: Agregado. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

Referencia: NTP 400.022

Muestra: Agregado Fino

Cantera: La Victoria – Pátapo

Tabla 2. Resultados agregado fino

A.- Peso específico de la arena.	g/cm ³	2.576
B.- Peso específico de la masa S.S.S.	g/cm ³	2.601
C.- Peso específico aparente	g/cm ³	2.642
D.- Porcentaje de absorción.	%	0.98

Fuente: resultados de laboratorio

Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Referencia: Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Muestra: Agregado Grueso

Cantera: Tres Tomas - Ferreñafe

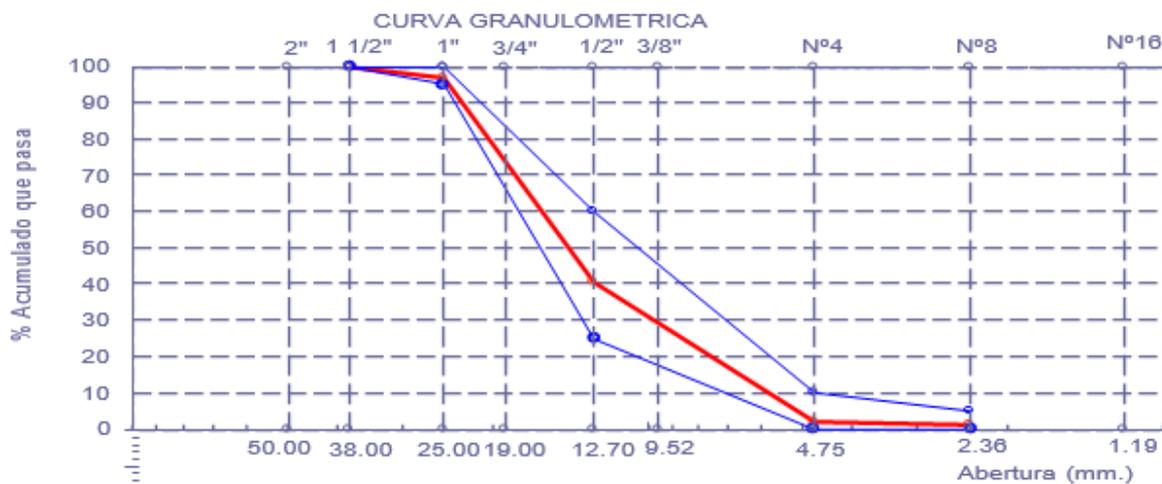
Huso: 57

Tabla 3. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Malla	(%)	(%)	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa	s
2"	50	0	0	100	
1 1/2"	38	0	0	100	100
1"	25	3	3	97	95
3/4"	19	11.7	14.7	85.3	
1/2"	12.7	44.6	59.3	40.7	25
3/8"	9.52	18.9	78.2	21.8	
Nº04	4.75	19.7	97.9	2.1	0
Nº08	2.36	0.9	98.8	1.2	0
Nº16	1.19	0.2	99	1	
Fondo		1	99.8	0.2	
Tamaño Máximo			3/4" 25.00		
Tamaño Máximo Nominal			1/2" 19.00		

Fuente: resultados de laboratorio

Figura 2. Curva granulométrica agregado grueso



Fuente: resultados de laboratorio

Ensayo: Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

Referencia: NTP 400.022

Muestra: Agregado Grueso

Cantera: Tres Tomas – Ferreñafe

Tabla 4. Resultados agregado grueso

A.- Peso específico de la grava.	g/cm ³	2.688
B.- Peso específico de la masa S.S.S.	g/cm ³	2.718
C.- Peso específico aparente	g/cm ³	2.772
D.- Porcentaje de absorción	%	1.14

Fuente: resultados de laboratorio

Se diseñó una mezcla patrón en concreto reciclado para un concreto $F^{\prime}C=210$ kg/cm² de un pavimento rígido

La mezcla patrón fue indispensable como punto de sustento, pues, indicó las cuantías de los materiales (cemento portland tipo I que da cumplimiento a la NTP 334.090 y ASTM C-595, agua, AG y AF) que se utilizaron al elaborar el concreto

patrón y después poder hacer el cálculo de las cuantías de materiales a emplear en las muestras de concreto modificadas 1, 2, 3, 4 y 5, y se sustituyeron distintas fracciones del AG con CR en 20%, 40%, 60%, 80% y 100% respectivamente.

En la realización del diseño de mezcolanzas se empleó distintos cálculos y pruebas como la granulometría de los agregados, así como el peso unitario varillado y no varillado, humedad, absorción, fineza, peso específico y dimensión máxima nominal consiguiendo los subsiguientes hallazgos:

Diseño de mezcla final $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Cemento:

- 1.- Tipo de cemento: Cemento Tipo I
- 2.- Peso específico: 3150 Kg/m³

Agregado fino

Cantera: Cantera La Victoria – Pátapo

1.- Densidad de masa	2.576 gr/cm ³
2.- Densidad de masa S.S.S.	2.6009 gr/cm ³
3.- Densidad unitario suelto	1508 Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1688 Kg/m ³
5.- % absorción	1.0 %
6.- humedad	0.8 %
7.- Módulo de fineza	2.803

Tabla 5. Granulometría agregado fino

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0	100
Nº04	4.8	95.2
Nº08	12.1	83.1
Nº16	17.7	65.4
Nº30	21.6	43.8
Nº50	21.1	22.7
Nº100	13.2	9.5
Fondo	9.5	0

Fuente: resultados de laboratorio

Agregado grueso:

Cantera: Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

1.- Densidad de masa		2.688 gr/cm ³
2.- Densidad de masa S.S.S.		2.718 gr/cm ³
3.- Densidad unitario suelto		1395 Kg/m ³
4.- Densidad compactado	1	576 Kg/m ³
5.- % absorción		1.1 %
6.- humedad		0.5 %
7.- Tamaño máx		3/4" Pulg.
8.- Tamaño máx nominal		1/2" Pulg.

Tabla 6. Granulometría agregado grueso

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0	100
1 1/2"	0	100
1"	3	97
3/4"	11.7	85.3
1/2"	44.6	40.7
3/8"	18.9	21.8
Nº04	19.7	2.1
Nº08	0.9	1.2
Nº16	0.2	1
Fondo	1	0

Fuente: resultados de laboratorio

Diseño de mezcla final $F'c = 210\text{kg/cm}^2$

Resultado de la mezcla diseño:

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Densidad del concreto fresco	:	2362 Kg/m ³
Resistencia prom 3 días	:	100 Kg/cm ²
% prom 3 días	:	48 %
Resistencia prom 7 días	:	151 Kg/cm ²
% prom 7 días	:	72 %
Factor cemento por M3 de concreto	:	9.0 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.635

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento 383 Kg/m ³	:	Cemento Tipo I
Agua 243 L	:	Agua Potable de la Zona.
Agregado fino 782 Kg/m ³	:	Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso 954 Kg/m ³	:	Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

Tabla 7. Diseño - cantidad de materiales

	Cement o	Aren a	Pied ra	Agua	
Proporción en peso	1.00	2.04	2.49	27.0	Lts/pie ³
Proporción en volumen	1.00	2.03	2.68	27.0	Lts/pie ³
Proporción en volumen	1.00	2.03	2.68	27.0	Lts/pie ³

Fuente: resultados de laboratorio

Se determinó el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al incorporar 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de concreto reciclado como material grueso

Tabla 8. Pavimento rígido con concreto patrón

Probeta N°	Fecha de Vaciar	Fecha de prueba	Días	Ø (cm)	Área (cm)	Carga (P) (kg)	f'c kg/cm ²	Tipo de Fractura
1	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	27580	152	6
2	23/02/2023	2/03/2023	7	15.1	179.08	26210	146	5
3	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	27490	151	6
4	23/02/2023	9/03/2023	14	15.1	179.08	34490	193	6
5	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	34780	192	5
6	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	35900	198	5
7	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	39830	222	5
8	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	38990	218	5
9	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	39820	222	6
10	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	38700	216	5

Fuente: resultados de laboratorio

Se obtuvo del diseño de mezcla patrón, el calcular la totalidad de materia prima que se emplearon para las mezcolanzas de concreto rectificadas 1, 2, 3, 4 y 5 y la totalidad para elaborar el concreto modelo y rectificadas se procedió a fabricar el ejemplar de estudio que constó de 54 muestras de concreto siendo 9 para del concreto modelo y 45 de los concretos rectificados al aplicar y reutilizar el concreto reciclado en 20%, 40%, 60%, 80% y 100% correspondientemente.

Posterior a 24 horas el fraguado del concreto ideal, se procedió al desmoldamiento de cada muestra de concreto de manera minuciosa para después proseguir con la óptima curación de dichas muestras de concreto y con ello, subsiguientemente se llevó a laboratorio para aplicar el ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días con la finalidad de conocer la resistencia a la compresión para cada tubo de concreto, siendo los resultados los siguientes:

Tabla 9. Pavimento rígido incorporando 20% de concreto reciclado como material grueso

Probeta N°	Fecha de Vaciar	Fecha de prueba	Días	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (P) (kg)	f'c kg/cm ²	Tipo de Fractura
1	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	26180	144	6
2	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	26710	147	6
3	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	26020	143	5
4	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	33500	185	5
5	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	33150	183	6
6	23/02/2023	9/03/2023	14	15.1	179.08	34980	195	5
7	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	38470	212	5
8	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	38990	215	6
9	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	38750	214	6
10	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	38800	217	6

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 10. Pavimento rígido incorporando 40% de concreto reciclado como material grueso

Probeta N°	Fecha de Vaciar	Fecha de prueba	Días	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (P) (kg)	f'c kg/cm ²	Tipo de Fractura
1	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	21800	120	5
2	23/02/2023	2/03/2023	7	15.1	179.08	22680	127	5
3	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	21480	118	6
4	23/02/2023	9/03/2023	14	15.1	179.08	30700	171	6
5	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	29800	164	6
6	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	30060	166	6
7	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	32800	181	5
8	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	176.72	32700	185	5
9	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	31990	179	6
10	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	32690	180	6

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 11. Pavimento rígido incorporando 60% de concreto reciclado como material grueso

Probeta N°	Fecha de Vaciar	Fecha de prueba	Días	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (P) (kg)	f'c kg/cm ²	Tipo de Fractura
1	24/02/2023	3/03/2023	7	15.1	179.08	26800	150	5
2	24/02/2023	3/03/2023	7	15.1	179.08	26100	146	5
3	24/02/2023	3/03/2023	7	15.2	181.46	26810	148	6
4	24/02/2023	10/03/2023	14	15.2	181.46	34290	189	6
5	24/02/2023	10/03/2023	14	15.2	181.46	34500	190	6
6	24/02/2023	10/03/2023	14	15.1	179.08	34190	191	6
7	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	176.72	38650	219	5
8	24/02/2023	24/03/2023	28	15.1	179.08	38600	216	5
9	24/02/2023	24/03/2023	28	15.1	179.08	38140	213	6
10	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	181.46	38930	215	6

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 12. Pavimento rígido incorporando 80% de concreto reciclado como material grueso

Probeta N°	Fecha de Vaciar	Fecha de prueba	Días	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (P) (kg)	f'c kg/cm ²	Tipo de Fractura
1	24/02/2023	3/03/2023	7	15.2	181.46	25700	142	6
2	24/02/2023	3/03/2023	7	15.2	181.46	25330	140	5
3	24/02/2023	3/03/2023	7	15.2	181.46	25040	138	5
4	24/02/2023	10/03/2023	14	15.2	181.46	31790	175	5
5	24/02/2023	10/03/2023	14	15.2	181.46	31880	176	5
6	24/02/2023	10/03/2023	14	15.1	179.08	32400	181	6
7	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	181.46	38040	210	6
8	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	181.46	38690	213	6
9	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	181.46	38290	211	4
10	24/02/2023	24/03/2023	28	15.1	179.08	38300	214	6

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 13. Pavimento rígido incorporando 100% de concreto reciclado como material grueso

Probeta N°	Fecha de Vaciar	Fecha de prueba	Días	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (P) (kg)	f'c kg/cm ²	Tipo de Fractura
1	24/02/2023	3/03/2023	7	15.1	179.08	21700	121	6
2	24/02/2023	3/03/2023	7	15.1	179.08	22770	127	6
3	24/02/2023	3/03/2023	7	15.2	176.72	22670	128	4
4	24/02/2023	10/03/2023	14	15.1	179.08	30140	168	5
5	24/02/2023	10/03/2023	14	15.2	181.46	29880	165	6
6	24/02/2023	10/03/2023	14	15.2	176.72	30670	174	6
7	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	181.46	35700	197	5
8	24/02/2023	24/03/2023	28	15.1	179.08	34670	194	5
9	24/02/2023	24/03/2023	28	15.1	179.08	35580	199	4
10	24/02/2023	24/03/2023	28	15.2	181.46	35970	198	5

Fuente: resultados de laboratorio

Así mismo, se estableció el porcentaje óptimo de CR a utilizar como material grueso, en el mejoramiento a la resistencia a la compresión de un pavimento rígido

Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm2

Descripción	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Promedio de resistencia a la compresión (kg/cm2)	Porcentaje de resistencias en base a 210 kg/cm2 (%)	Porcentaje de varianza en base a la muestra patrón
Muestra modelo Concreto reciclado 0%	7 días	152	149.67	71.27%	100%
		146			
		151			
Muestra modificada 1 Concreto reciclado 20%		144	144.67	68.89%	96.66%
		147			
		143			
Muestra modificada 2 Concreto reciclado 40%	120	121.67	57.94%	81.29%	
	127				
	118				
Muestra modificada 3 Concreto reciclado 60%	150	148.00	70.48%	98.89%	
	146				
	148				
Muestra modificada 4 Concreto reciclado 80%	142	140.00	66.67%	93.54%	
	140				
	138				
Muestra modificada 5 Concreto reciclado 100%	121	125.33	59.68%	83.74%	
	127				
	128				
Muestra patrón Concreto reciclado 0%	14 días	193	194.33	92.54%	100%
		192			
		198			
Muestra modificada 1 Concreto reciclado 20%		185	187.67	89.37%	96.57%
		183			
		195			
Muestra modificada 2 Concreto reciclado 40%	171	167.00	79.52%	85.93%	
	164				
	166				
Muestra modificada 3 Concreto reciclado 60%	189	190.00	90.48%	97.77%	
	190				
	191				

Muestra modificada 4	Concreto reciclado 80%	175 176 181	177.33	84.44%	91.25%
Muestra modificada 5	Concreto reciclado 100%	168 165 174	169.00	80.48%	86.96%
Muestra patrón	Concreto reciclado 0%	222 218 222	220.67	105.08%	100%
Muestra modificada 1	Concreto reciclado 20%	212 215 214	213.67	101.75%	96.83%
Muestra modificada 2	Concreto reciclado 40%	181 185 179	181.67	86.51%	82.33%
Muestra modificada 3	Concreto reciclado 60%	219 216 213	216.00	102.86%	97.89%
Muestra modificada 4	Concreto reciclado 80%	210 213 211	211.33	100.63%	95.77%
Muestra modificada 5	Concreto reciclado 100%	197 194 199	196.67	93.65%	89.12%

Fuente: elaboración propia

Se observó en la prueba de compresión del concreto que, a los 7 y 14 días, la resistencia de los especímenes rectificadas 1, 2, 3, 4 y 5 no superaban a la resistencia a la compresión del modelo patrón. Así mismo, el valor máximo conseguido en las mezcolanzas de concreto fue la muestra modificada 3 con 28 días de 216.00kg/cm² que logró el 102.86% de resistencia en referente al diseño de 210 kg/cm², como resultado de la mezcla modificada con un 60% de CR como agregado grueso.

V. DISCUSIÓN

Al conseguir los resultados de los ensayos donde se aplicó y reutilizó el concreto reciclado reemplazando una cantidad del agregado grueso en diferentes proporciones, mediante el recojo de esta materia prima de los derrubios de edificaciones, ubicados en la cantera La Victoria – Pátapo, que fueron tratados apropiadamente para ser usados en la fabricación de los nuevos concretos modificados. Se afirma que:

Al determinar el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al añadir CR como material grueso, en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque, 2023, se encontró de acuerdo a los ensayos que es óptimo con un secado de 28 días y con porcentaje de 60% de concreto reciclado como material grueso, ya que, si es en menor tiempo, la resistencia no supera la máxima solicitada de 210 Kg/cm². Coincidiendo con la investigación de Casaño y Mego (2021), quienes aplicaron la misma metodología de estudio y también trabajaron con un boceto de mezclanza para concreto a resistir de $F'c=210$ kg/cm², obteniendo por resultados que, el concreto con AGR también contaba con la óptima resistencia e inclusive mostraba un acrecentamiento de 2.5% a 3% respecto al concreto tradicional. Tomando en cuenta lo mencionado por Contreras (2017), que debe cumplirse obligatoriamente en el pavimento rígido, que sea resistente al derrapamiento, siendo indispensable y de vital importancia que se seleccionen adecuadamente los materiales que se emplearán al ejecutar un proyecto.

Al evaluar la propiedad física y mecánica del ACR, se mostró del ensayo lo referido al agregado fino, donde la humedad total evaporable del agregado por secado fue de 0.85%, y en el análisis granulométrico el módulo de fineza fue de 2.803%, con una densidad suelta seca de 1508 kg/m³ y una densidad compactada de 1688 kg/m³, así mismo, sus resultados mostraron un porcentaje de absorción de 0.98%. Teniendo en cuenta lo mencionado por Rodríguez, Peixoto y Nery (2022), que la caracterización va depender de varios elementos como la composición del árido reciclado, que es heterogénea y variada, así como del equipo utilizado para triturar los escombros. Respecto al agregado grueso, se encontró un 0.46% para el adjunto de humedad total vaporoso de agregado por secado, y del análisis granulométrico por tamizado un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ '' con un 25% y en tamaño máximo nominal

de ½'' con un 19%, así mismo, una densidad suelta seca de 1395 kg/m³ y una densidad compactada de 1576 kg/m³, con absorción de 1.74%.

Respecto a la creación de la mezcla modelo con CR para un concreto F`C=210 kg/cm² de un pavimento rígido, se empleó el cemento portland tipo I que cumplía con la NTP 334.090 y ASTM C-595, agua, agregado fino y agregado grueso, del cual se calculó las proporciones de materia prima a emplear en las mezcolanzas de concreto rectificadas 1, 2, 3, 4 y 5 del cual se sustituyeron distintas fracciones del agregado grueso con CR en 20%, 40%, 60%, 80% y 100% respectivamente. Al realizar el diseño de mezclas se llevó a cabo distintos cálculos y ensayos, tal es así el de granulometría de agregados, densidad del varillado y sin varillar, peso específico, humedad, absorción, fineza y dimensión máximo nominal. El diseño de la investigación de Rengifo (2017), quien evaluó la calidad de concreto reciclado, encontró que el molde con reciclaje de agregado fino y grueso de cantera, bajaban la cantidad de agregado fino que era de 35%, elevando el agregado grueso al 39%, agua un 8% de la totalidad de la muestra, y el cemento con 17%, afirmando que al emplear concreto reciclado se obtenía un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión, pero solamente con el agregado fino de reciclaje.

Para determinar el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al incorporar 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de CR como material grueso, fue analizada en un periodo de 7, 14 y 28 días, donde llego a observar que cada ejemplar tomado de forma independiente tenía resultados favorables a mayor edad, sin embargo, solo tres muestras modificadas llegan a la resistencia máxima requerida o de diseño de 210 Kg/cm², las cuales son las muestras 1, 3 y 4, pero ninguna llega a superar la muestra modelo a los 28 días con una resistencia de 220.67 kg/cm² que supera a lo considerado en 5.08% respecto a la resistencia máxima diseñada. Los autores Da Silva, Amador, Taroni y Toledo (2018), afirman que la resistencia a compresión y tracción en flexión puede ser igual y/o mayor al concreto original y además puede mostrar un aumento de 40 a 80% en contracción por secado. Así mismo, Rodríguez, Peixoto y Nery (2019), mencionaron que las pruebas de resistencia a la compresión de muestras con distintos porcentajes de

árido reciclado (20%, 50% y 100%), fueron técnicamente viables y su compresión se mostró contigua o incluso superior a la medida en los áridos convencionales.

Finalmente, la determinación del porcentaje óptimo de CR empleado como material grueso en el mejoramiento a la resistencia a la compresión de un pavimento rígido, se encontró que, el máximo valor conseguido en las mezclas de concreto fue la muestra modificada 3 a los 28 días de 216.00kg/cm^2 que logró el 102.86% de resistencia en referente a la creada de 210 kg/cm^2 , como resultado de la mezclanza modificada con el 60% de concreto reciclado como agregado grueso. Así se tuvo al artículo desarrollado por Cruz y Ramírez (2022), donde se emplearon 3 distintas proporciones de AGR sustituyendo al natural, y se consiguieron efectos muy positivos en relación a la resistencia a la compresión de los concretos con AGR, tomando en cuenta siempre un diseño de composición ajustable a sus especificaciones, pues la resistencia a la compresión de las composiciones con 30% AR consiguieron efectos muy parecidos a los efectos con 100% de agregado tradicional. Así lo afirma, Mota dos Santos & Leite (2018), que cuando se inicia con el diseño de concreto, se debe considerar que la dosificación de concreto reciclado no se limita a determinar la mejor proporción entre las mezclas, debiéndose tener en consideración el aspecto del tipo de agregado reciclado (AR), y luego de ello realizar la pruebas que especifiquen el porcentaje óptimo a utilizar.

Se observó que cada muestra tomada de manera independiente tenía resultados favorables a mayor edad, sin embargo, solo tres muestras modificadas llegan a la resistencia de diseño de 210 Kg/cm^2 , las cuales son las muestras 1, 3 y 4, pero ninguna llega a superar la muestra modelo a los 28 días con una resistencia de 220.67 kg/cm^2 que superaba a lo requerido en 5.08% en referente a la resistencia máxima diseñada.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el efecto en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido al añadir CR como material grueso, en la Av. Chiclayo, Chiclayo-Lambayeque es positivo, siempre y cuando tenga un secado de 28 días y con porcentaje de 60% de concreto reciclado como material grueso, ya que, si es en menor tiempo, la resistencia no supera la máxima solicitada o de diseño de 210 Kg/cm². Por otro lado, si se desea manejar el 20% y 80% de concreto reciclado también puede hacerse, porque sigue siendo resistente, pero con variaciones entre las mismas.
2. Acorde a las pruebas realizadas a los agregados gruesos que provenían de los residuos de demoliciones de pavimento rígido, se demostró que tenían características físicas y mecánicas en similitud a las de los agregados de forma natural, tales como el análisis granulométrico al agregado en la que predomina el contenido de grava para los agregados naturales
3. Los hallazgos encontrados en los modelos de resistencia a la compresión de concreto están relacionados de forma directa con el tipo de mezcla de concreto, pues existía una variabilidad al utilizar los agregados reciclados en cada una de estas, siendo así, las evidencias indican que, a más % de AR a emplear, mayor tiene que ser los días de secado, ya que las muestras de 7 y 14 días, no lograron llegar o sobrepasar la resistencia máxima solicitada de 210 Kg/cm². Sin embargo, las muestras de 28 días, si logran hacerlo, puesto que las muestras modificadas 1, 3 y 4 con porcentajes de 20%, 60% y 80% lo hacen. No obstante, ninguna de las tres muestras mencionadas logra igualar a la muestra patrón de 220.67Kg/cm² que superaba a lo estimado en 5.08% en referente a la resistencia máxima diseñada.
4. Se concluye que el porcentaje ideal de concreto de reciclaje empleado como material grueso, en el mejoramiento a la resistencia a la compresión de un pavimento rígido es del 60% con una resistencia de 216.00Kg/cm² en un tiempo de 28 días, ya que supera a la resistencia de diseño de 210 Kg/cm², sin embargo, si se añadiese 20% u 80% de concreto reciclado utilizado como material grueso, sigue siendo viable, puesto que la resistencia es de 213.67 y 211.33Kg/cm² respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con otras investigaciones con mayores estudios de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados provenientes de los desechos de las edificaciones. Obteniendo así un beneficio ilimitado y se logre realizar una evaluación de la viabilidad de su uso en otros modelos de proyectos y no solamente en la infraestructura vial.
2. Se propone usar otros tipos de residuos, como agregados reciclados en la fabricación de materiales cementantes para aportar valor agregado a la industria de la construcción.
3. Para la viabilidad económica de proyectos de infraestructura vial obtengan un resultado económico positivo, se recomienda que se recicle el concreto en el mismo lugar, por medio de los equipamientos de reciclaje, que reduciría marcadamente los costos de transportes y demás. Así mismo, es recomendable el beneficio del agregado fino de CR para material granular en afirmado, que así mismo disminuiría cuantiosamente el costo de los proyectos de viabilidad.
4. Los proyectos que sean factibles de forma ambiental con el empleo de CR se recomendaría que aproveche todos los tipos de agregados, como el fino y el grueso, de manera que se evitaría la pérdida de material reciclado. Además, es recomendable que las autoridades lleguen aprobar mayores legislaciones que estimulen y motiven a las organizaciones con el empleo del concreto de reciclaje, siendo la finalidad de conseguir el equivalente triunfo del uso de RCD con los que cuentan diferentes países.

REFERENCIAS

- Aguilar, Y. S., & Perez, J. F. (2019). *Viabilidad de la construcción del pavimento rígido utilizando concreto reciclado en la Avenida Pachacútec, Villa el Salvador – 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Atilano, J. J., Cuevas, A., & Muñoz, V. H. (2019). Comportamiento de un concreto especial experimental elaborado con agregado reciclado. *Innova Ingeniería*, 1(4), 1-10.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3 ed.). México: Patria.
- Bastidas, J. G., Rondón, H. A., Contreras-Zartha, L., Forero, S., & Rojas, L. (2021). Evaluación de una mezcla de concreto asfáltico con incorporación de agregados reciclados de concreto. *Revista UIS ingenierías*, 20(2), 75-84. doi:doi.org/10.7440/res64.2018.03
- Burgos, D. M., Guzmán, A., & Torres, N. (2019). Mechanical and durable performance of concretes that incorporate commercial coarse recycled aggregate. *Revista EIA*, 16(32), 167-179.
- Casaño, P. C., & Mego, S. M. (2021). *Diseño de mezcla para pavimento rígido incorporando concreto reciclado en la avenida las Torres, Lurigancho - Chosica 2021*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Choton, G. S. (2020). *Mejoramiento de propiedades del concreto reutilizando los materiales reciclados de construcción en pavimento rígido para bajo volumen de tránsito en el distrito Lurín, 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Cruz, N., & Ramírez, D. (2022). Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos. *Métodos & Materiales*, 12(1), 1-12. doi:doi.org/10.15517/mym.v12i0.48029
- Da Silva, U., Amador, P. E., Taroni, G., & Toledo, P. (2018). Reuse of concrete as a contribution to sustainability in civil construction. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, 1(2), 383-397. doi:dx.doi.org/ 10.17648/2178-6925

- De Almeida, D., & Luna, C. E. (2020). Desafíos para el concreto sustentable. *Desafíos para el concreto sustentable*, 7(17), 1543-1562. doi:doi.org/10.21438/rbgas(2020)071732
- Dieterich, H. (2021). *Nueva guía para la investigación científica*. México: Orfila Valentini .
- Elías, J. W., Flores, J. E., Barrera, R. E., & 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*, 2(1), 16-27. doi:doi.org/10.37073/puriq.2.1.68
- Farfán, M., & Pastor, H. (2018). Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista de Investigación y Cultura*, 7(3), 25-33.
- Flores, A. M., Villafranca, A. J., & Reconco, J. A. (2019). El concreto con árido reciclado: una opción de material para construcción con criterio de sostenibilidad. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, 8(1), 120-124. doi:doi.org/10.5377/innovare.v8i2.9023
- Gurdián, H., Garcés, P., Zornoza, E., & García Alcoce, E. (2021). Comportamiento de hormigones con adiciones puzolánicas y árido reciclado. *Revista ALCONPAT*, 11(3), 17-30. doi:doi.org/10.21041/ra.v11i3.542
- Guzmán, D. (2020). *Concreto Hidráulico utilizando agregados de reciclado de pavimento asfáltico para un pavimento rígido*. México: Universidad Autónoma de Querétaro .
- Guzmán, D. V., Hernández, J. B., & López, T. (2020). Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 22(1), 1-11. doi:doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.1.005
- Guzmán, D. V., Hernández, J. B., & López, T. (2021). Use of recycled asphalt pavement aggregate for a rigid pavement. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 22(1), 1-11.

- Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill.
- Kumawat, M., & Thanvi. (2020). A study on use of recycled concrete aggregate (rca) in m-25 grade concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 7(1), 1868-1871.
- Martínez, W., Torres, A., Alonso, E., & Chávez, H. (2017). Concreto reciclado: una revisión. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 5(3), 235-248.
- Moreno, L., Montes, J., Cardales, M., Ducasa, G., & Osorio, H. (2020). Preparation of concrete from recycled aggregate. *Revista de Iniciación Científica*, 6(1), 15-22. doi:doi.org/10.33412/rev-ric.v6.0.3127
- Moreno, L., Ospina, M., & Rodríguez, K. (2019). Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida. *Revista Espacios*, 40(4), 1-12.
- Mota dos Santos, A. A., & Leite, M. B. (2018). Evaluación del hormigón reciclado con árido grueso de hormigón dosificado por el método ABCP modificado. *Ambiente Construido* , 18(4), 341-359. doi:doi.org/10.1590/s1678-86212018000400309
- Rengifo, D. M. (2017). *Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lores, distrito Morales – San Martín - 2017*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Rivera, E., & Guerrero, R. (2020). Concretos reciclados, posibilidades de investigación desde el pregrado. *Arquitectura*, 5(9), 28-40. doi:doi.org/10.5377/arquitectura.v9i5.9918
- Rodrigues, G., Peixoto, C., & Nery, H. (2019). Evaluation of the use of recycled aggregates in the fabrication of concrete. *Interscientia*, 8(1), 2-16.
- Rodrigues, G., Peixoto, C., & Nery, H. J. (2022). Evaluación del uso de áridos reciclados en la fabricación de hormigón. *Revista InterScientia*, 8(1). doi:doi.org/10.26843/interscientia.v8i1.1059

- Sánchez, E., & López, D. (2021). Análisis del comportamiento mecánico de concreto tradicional y concreto con materiales reciclados. *CONPAT*, 1-8. doi:doi.org/10.4322/conpat2021.689
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima: Universidad Ricardo Palma .
- Sombra, F., De Araújo, P. H., & Macedo, D. (2020). Evaluation of sustainable concrete containing contents of recycled aggregate. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 45457-45471. doi:10.34117/bjdv6n7-244
- Sonawane, T. R., & Pimplikar, S. S. (2018). Use of Recycled Aggregate Concrete. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 52-59.
- Torres, K. P., Bacus de Oliveira, N., Macedo, M., & Kunan, P. M. (2020). Permeable concrete with aggregate from construction and demolition waste recycling: literature review. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 73169-73180. doi:10.34117/bjdv6n9-684
- Ulloa, V., Uribe, M., Paz, D., Alvarado, Y., Torres, B., & Gasch, I. (2018). Performance of pervious concrete containing combined recycled aggregates. *Ingeniería e Investigación*, 38(2), 34-41. doi:doi.org/10.15446/ing.investig.v38n2.67491

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<p>Variable Independiente</p> <p>Concreto reciclado como material grueso</p>	<p>El concreto recuperado a partir de RCD puede ser triturado y utilizado como agregado, siendo su uso más común como subbase vial debido a su buen desempeño en algunas aplicaciones debido a su buena compactación y propiedades de densidad (Atilano, Cuevas, & Muñoz, 2019).</p>	<p>El concreto reciclado será obtenido y procesado para verificar las características adecuadas y poder remplazar parte del agregado grueso en pequeños porcentajes, los cuales abarcan el 20%, 40%, 60%, 80% y 100% respecto al peso de la muestra, los cuales serán llevados al laboratorio para realizar ensayos.</p>	<p>Caracterización</p>	<p>Granulometría Peso específico Porcentaje de absorción Porcentaje de humedad Peso unitario suelto Peso unitario compactado Desgaste por abrasión</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Resistencia a la</p>	<p>La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia</p>	<p>La propiedad mecánica del concreto se calcula mediante ensayos de</p>	<p>Mecánica</p>	<p>Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$</p>	<p>Razón</p>

compresión de un pavimento rígido de las losas y, por ende, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento (Guzmán D. , 2020).

laboratorio aplicados al concreto en estado duro o fresco para verificar la calidad del concreto y definir su aceptación en la construcción de los pavimentos rígidos. Para determinar su resistencia a la compresión se vaciarían 18 especímenes, 9 con diseño de mezcla de concreto convencional y otros 9 incorporando el concreto reciclado como material grueso.

Anexo 2: Ensayo de compresión

INFORME DE ENSAYO N° 4354

Pag. 1 de 2

Expediente N° : 2335 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
 Universidad : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Proyecto : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO AL INCORPORAR CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, DISTRITO DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Febrero del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria - Pátapo
 1.- Peso específico de masa : 2.576 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.6009 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1508 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1688 Kg/m³
 5.- % de absorción : 1.0 %
 6.- Contenido de humedad : 0.8 %
 7.- Módulo de fineza : 2.803

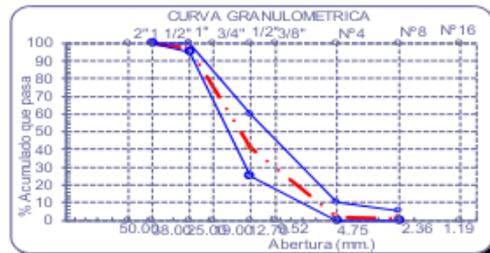
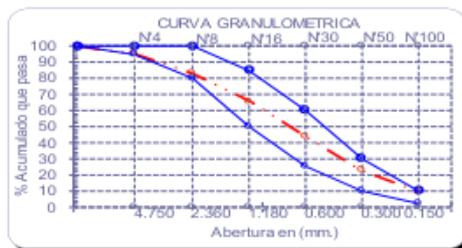
Agregado grueso :

Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe
 1.- Peso específico de masa : 2.688 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.718 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1395 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1576 Kg/m³
 5.- % de absorción : 1.1 %
 6.- Contenido de humedad : 0.5 %
 7.- Tamaño máximo : 3/4" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 1/2" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.8	95.2
N° 08	12.1	83.1
N° 16	17.7	65.4
N° 30	21.6	43.8
N° 50	21.1	22.7
N° 100	13.2	9.5
Fondo	9.5	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	3.0	97.0
3/4"	11.7	85.3
1/2"	44.6	40.7
3/8"	18.9	21.8
N° 04	19.7	2.1
N° 08	0.9	1.2
N° 16	0.2	1.0
Fondo	1.0	0.0



German Gasteo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4354

Pag. 2 de 2

Expediente N° : 2335 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
 Universidad : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Proyecto : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO AL INCORPORAR CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, DISTRITO DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Febrero del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 100 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 48 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 151 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 72 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.0 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.635

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 383 Kg/m³ : Cemento Tipo I
 Agua 243 L : Agua Potable de la Zona.
 Agregado fino 782 Kg/m³ : Cantera La Victoria - Pátapo
 Agregado grueso 954 Kg/m³ : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.04	2.49	27.0	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.03	2.68	27.0	Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4354 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C

FECHA DE EMISIÓN: 25/03/2023

DATOS DEL CLIENTE

FECHA DE RECEPCIÓN: 2/03/2023

SOLICITANTE : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
UNIVERSIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 KG/CM2 DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, REEMPLAZANDO CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE"
UBICACIÓN : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Referencia: N.T.P. 339.034 - 2015 Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto

IDENTIFICACIÓN: CONCRETO PATRON f'c= 210 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	Ø (cm)	Área (cm)	Carga (P) (kg)	f _c kg/cm ²	Tipo de Fractura
01	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	27580	152	6
02	23/02/2023	2/03/2023	7	15.1	179.08	26210	146	5
03	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	27490	151	6

IDENTIFICACIÓN: CONCRETO PATRON f'c= 210 kg/cm2

04	23/02/2023	9/03/2023	14	15.1	179.08	34490	193	6
05	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	34780	192	5
06	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	35900	198	5

IDENTIFICACIÓN: CONCRETO PATRON f'c= 210 kg/cm2

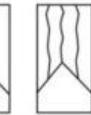
07	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	39830	222	5
08	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	38990	218	5
09	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	39820	222	6
10	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	38700	216	5

OBSERVACIONES : La identificación de la muestra es responsabilidad del cliente



Tipo 1

Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los Cabezales de menos de 25mm



Tipo 2

Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3

Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados



Tipo 4

Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpes suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5

Fractura de los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6

Similar al Tipo 5 pero el Extremo del cilindro es puntagudo

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4354 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C

FECHA DE EMISIÓN: 25/03/2023

DATOS DEL CLIENTE

FECHA DE RECEPCIÓN: 2/03/2023

SOLICITANTE : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
UNIVERSIDAD : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 KG/CM2 DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, REEMPLAZANDO CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE"
UBICACIÓN : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Referencia: N.T.P. 339.034 - 2015 Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto

 IDENTIFICACIÓN: CONCRETO PATRON + 20% A GREGADO RECICLADO f'c= 210 kg/cm²

Probeta N°	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Ø (cm)	Área (cm)	Carga (P) (kg)	f _c kg/cm ²	Tipo de Fractura
01	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	26180	144	6
02	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	26710	147	6
03	23/02/2023	2/03/2023	7	15.2	181.46	26020	143	5

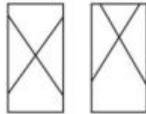
 IDENTIFICACIÓN: CONCRETO PATRON + 20% A GREGADO RECICLADO f'c= 210 kg/cm²

04	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	33500	185	5
05	23/02/2023	9/03/2023	14	15.2	181.46	33150	183	6
06	23/02/2023	9/03/2023	14	15.1	179.08	34980	195	5

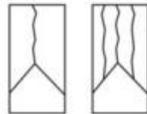
 IDENTIFICACIÓN: CONCRETO PATRON + 20% A GREGADO RECICLADO f'c= 210 kg/cm²

07	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	38470	212	5
08	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	38990	215	6
09	23/02/2023	23/03/2023	28	15.2	181.46	38750	214	6
10	23/02/2023	23/03/2023	28	15.1	179.08	38800	217	6

OBSERVACIONES : La identificación de la muestra es responsabilidad del cliente



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm



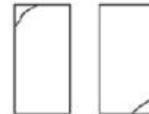
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpes suavemente con un martillo para distinguirlo del Tipo 1



Tipo 5
Fractura de los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar al Tipo 5 pero el extremo del cilindro es punteado

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirigos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Anexo 3: Análisis granulométrico

Ensayo: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia: NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra: Agregado fino

Cantera: La Victoria – Pátapo

Tabla 15. Contenido de humedad – Agregado fino

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	584.6
Peso muestra seca + peso de tara	g.	580.4
Peso de agua	g.	4.2
Peso de tara	g.	84.6
Peso neto muestra seca	g.	495.8
Contenido de humedad	%	0.85

Fuente resultados de laboratorio

Ensayo: Agregado. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

Referencia: Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: Agregado Fino

Cantera: La Victoria - Pátapo

Tabla 16. Peso unitario suelto del agregado fino

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	13957.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	10729
Peso neto muestra contenida	g.	3228.0
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00212
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1402
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1402

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 17. Peso unitario compactado del agregado fino

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	14344
Peso de molde de ensayo vacío	g.	10729
Peso neto muestra contenida	g.	3615
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00212
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1402
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1402

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 18. Datos de la arena

1.- Peso de la Muestra Sat. Sup. Seca.	g	500.0
2.- Peso de la Muestra Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	1002.7
3.- Peso de la Muestra Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	694.9
4.- Peso del Agua.	g	307.8
5.- Peso del Frasco	g	194.9
6.- Peso de la Muestra secada ahorno + Peso del frasco.	g	690.1
7.- Peso de la Muestra seca en el horno.	g	495.2
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0

Fuente: resultados de laboratorio

Ensayo: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia: NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra: Agregado Grueso

Cantera: Tres Tomas – Ferreñafe

Tabla 19. Contenido de humedad – Agregado grueso

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	1025.8
Peso muestra seca + peso de tara	g.	1021.5
Peso de agua	g.	4.3
Peso de tara	g.	96.2
Peso neto muestra seca	g.	925.3
Contenido de humedad		
%		0.46

Fuente: resultados de laboratorio

Ensayo: Agregado. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

Referencia: Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: Agregado Grueso

Cantera: Tres Tomas – Ferreñafe

Tabla 20. Peso unitario suelto del agregado grueso

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	1835 9.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	10729
Peso neto muestra contenida	g.	7630. 0
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.005 44
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1402
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1395

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 21. Peso unitario compactado del agregado grueso

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	19345. 5
Peso de molde de ensayo vacío	g.	10729
Peso neto muestra contenida	g.	8616.5
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.0054 4
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1402
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1402

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 22. Datos de la grava

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	1497
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	1514
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	1689
4.- Peso de la canastilla	g	732
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	g	957

Fuente: resultados de laboratorio

Anexo 4: Informe Granulométrico del concreto reciclado

INFORME DE ENSAYO N° 4354

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2335 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C
Tesisista : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Proyecto : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F' C=210 KG/CM2 DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, REEMPLAZANDO CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Febrero del 2023

ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra : Agregado Gueso
Cantera : Concreto reciclado

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	890.8
Peso muestra seca + peso de tara	g.	885.2
Peso de agua	g.	5.6
Peso de tara	g.	90.2
Peso neto muestra seca	g.	795
CONTENIDO DE HUMEDAD		% 0.70

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Gastelo Chirjos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.

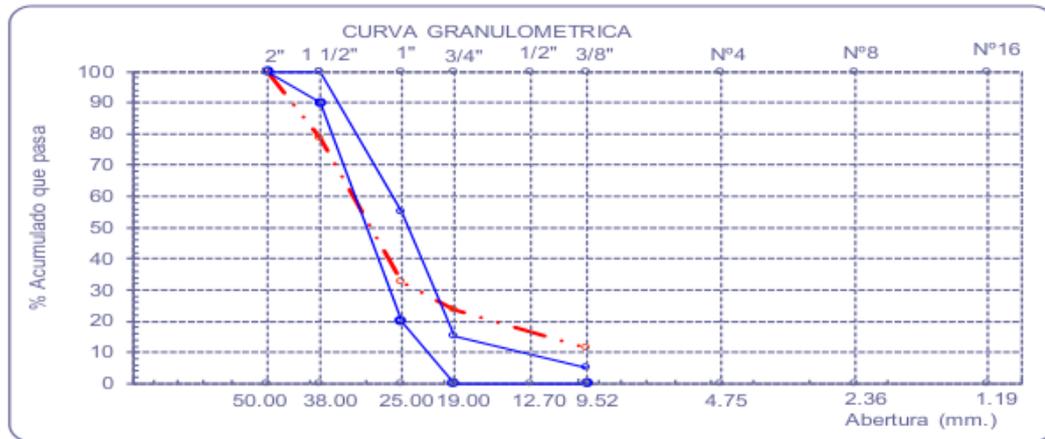



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4354

Expediente N° : 2335 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Proyecto : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 KG/CM2 DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, REEMPLAZANDO CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Febrero del 2023
 Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012
 Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Concreto reciclado

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	21.2	21.2	78.8	100.0	100.0
1"	25.00	48.3	67.5	32.5	95.0	100.0
3/4"	19.00	8.9	76.4	23.6		
1/2"	12.70	9.2	85.6	14.4	25.0	60.0
3/8"	9.52	3.2	88.8	11.2		
N° 04	4.75	3.9	92.8	7.2	0.0	10.0
N° 08	2.36	0.8	93.5	6.5	0.0	5.0
N° 16	1.19	1.2	94.7	5.3		
Fondo		0.5	94.0	6.0		
Tamaño Maximo		1 1/2"	25.00			
Tamaño Maximo Nominal		1"	19.00			


OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Fimo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4354

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2335 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Proyecto : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F' C=210 KG/CM2 DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, REEMPLAZANDO CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Febrero del 2023

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
 REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Concreto reciclado

PESO UNITARIO SUELTO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	14280.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	8464
Peso neto muestra contenida	g.	5816.0
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00544
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1068
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1061

PESO UNITARIO COMPACTADO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	15501.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	8464
Peso neto muestra contenida	g.	7037.0
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00544
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1293
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1284

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4354

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2335 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : TIRADO RONCAL MARCO ENRIQUE
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Proyecto : "EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 KG/CM2 DE UN PAVIMENTO RÍGIDO, REEMPLAZANDO CONCRETO RECICLADO COMO MATERIAL GRUESO, CHICLAYO, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Febrero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
 REFERENCIA : NTP 400.022

Muestra : Agregado Grueso
Cantera : Concreto reciclado

A.- Datos de la Grava

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	1458
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	1520
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	1624
4.- Peso de la canastilla	g	737
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	g	887

B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	g/cm ³	2.303
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S. S. S.	g/cm ³	2.401
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.553
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	4.25

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Anexo 5: Costo del pavimento rígido con concreto reciclado óptimo al 20%, 60% y 80%

Tabla 23. Cantidad de materiales

Materiales por m3	Concreto Patrón	20% Concreto Reciclado	60% Concreto Reciclado	80% Concreto Reciclado
Cemento (Kg)	383	383	383	383
Agua (litros)	243	243	243	243
Agregado Fino (Kg)	782	782	782	782
Agregado Grueso (Kg)	954	763.2	381.6	190.8

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Precio de materiales

Materiales por m3	Precio m3	Precio und
Cemento (Kg)	S/ 31.00	S/ 0.729412
Agua (litros)	S/ 1.20	S/ 0.001200
Agregado Fino (Kg)	S/ 60.00	S/ 0.037500
Agregado Grueso (Kg)	S/ 80.00	S/ 0.047619

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Costo total de m³

Materiales por m3	Concret o Patrón		20% Concreto Reciclado		60% Concreto Reciclado		80% Concreto Reciclado
Cemento (Kg)	S/ 279.36	S/	279.36	S/	279.36	S/	279.36
Agua (litros)	S/ 0.29	S/	0.29	S/	0.29	S/	0.29
Agregado Fino (Kg)	S/ 29.33	S/	29.33	S/	29.33	S/	29.33
Agregado Grueso (Kg)	S/ 45.43	S/	36.34	S/	18.17	S/	9.09
Total	S/ 354.41	S/	345.32	S/	327.15	S/	318.07

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. Ahorro del costo total de m³

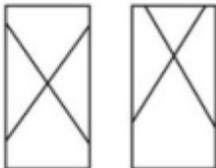
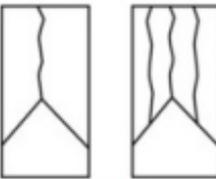
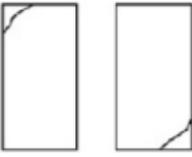
Descripción		Costo m3		Ahorro m3		%
Concreto Patrón	S/	354.41	S/	-		0.0%
20% Concreto Reciclado	S/	345.32	S/	9.09		2.6%
60% Concreto Reciclado	S/	327.15	S/	27.26		8.3%
80% Concreto Reciclado	S/	318.07	S/	36.34		11.4%

Fuente: elaboración propia

Anexo 6: Ensayos

Se muestran los tipos de fractura que fueron identificados en los ensayos al incorporar determinado porcentaje de concreto reciclado como material grueso.

Tabla 27. Tipos de fractura en ensayo según compresión

Tipo	Descripción	Fractura
Fractura tipo 1	Se expresan conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm.	
Fractura tipo 2	Se expresan conos razonablemente bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo	
Fractura tipo 3	Se expresan fisuras verticales a través de ambos extremos, conos mal formados.	
Fractura tipo 4	Se identifica fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpes suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1	
Fractura tipo 5	Se identifica fractura de los lados en la parte superior e inferior (ocurre) comúnmente con cabezales no adheridos	
Fractura tipo 6	Se observa similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo	

Fuente: elaboración propia

Anexo 6: Permisos del Laboratorio



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 95052

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 12978-2016/DSD - INDECOPI de fecha 03 de Agosto de 2016, ha quedado inscrita en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción; servicios de reparación e instalación; albañilería; alquiler de máquinas de construcción; montaje de andamios; servicios de carpintería estructural; pavimentación de carreteras; información sobre construcción; supervisión (dirección) de obras de construcción; demolición de construcciones; consultoría sobre construcción; limpieza de bienes inmuebles; trabajos de pintura para interiores y exteriores

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 657576-2016

Titular : FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 03 de agosto de 2026

Tomo : 476

Folio : 66

RAY MELONI GARCÍA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE CHICLAYO

LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO

LEY DE MARCO DE LICENCIA EN FUNCIONAMIENTO

LEY N° 28976

ORDENANZA MUNICIPAL N° 015-2016-MPCH/A

GERENCIA DE DESARROLLO
ECONÓMICO LOCAL
Dpto. de Licencias de
Funcionamiento

CERTIFICADO N° 1889

CONCEDE A:

Nombres y Apellidos / Razón Social: **FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C. R.U.C: 20561114502**

Representante Legal: **GERMAN OSCAR GASTELO CHIRINOS** D.N.I.: **42643084**

Nombre Comercial: **FERMATI SAC**

Dirección: **CALLE JOSE GALVEZ N° 120 - CHICLAYO**

Giro: **OFICINA ADMINISTRATIVA – LABORATORIO DE SUELOS Y CONSTRUCCION**

Área: **50.00** M2, Horario de Atención: **LUNES A SABADO 8:00 AM. – 5:30 PM.**

Expediente N° **467695** Aprobado por Resolución N° **1889-2021** **MPCH/GDEL./DLF**

Queda inscrito en el Registro de Licencias con el N° **1889-2021**, Chiclayo, **02 DE DICIEMBRE DEL 2021.**

AUTORIZADO POR


MAYOR ALCALDE
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE CHICLAYO
Abg. Raúl Y. Huérfano Quigura
Jefe de Oficina

Si realiza alguna modificación o cierra el establecimiento deberá renovar el certificado de Funcionamiento o cancelarlo respectivamente

ES OBLIGATORIO QUE SE EXHIBA EN UN LUGAR VISIBLE. NO AUTORIZA EL USO DE LA VIA PUBLICA N 1702

Fecha de emisión 2023/01/26

Solicitante FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Dirección CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO
LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición BALANZA

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante TSCALE

Modelo QHW-30

N° de serie 02402047011

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO
LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Fecha de calibración 2023/01/26

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 26,6 °C	Final: 28,7 °C
Humedad Relativa	Inicial: 62 %hr	Final: 59 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	14999,0	0,07	-0,11	30000	0,03	-0,1
2	14999,0	0,04	-0,12	29999	0,05	-0,11
3	14999,0	0,03	-0,1	29999	0,02	-0,11
4	14999,0	0,04	-0,1	29999	0,01	-0,12
5	14999,0	0,03	-0,11	29999	0,01	-0,11
6	14999,0	0,01	-0,11	29999	0,09	-0,18
7	14999,0	0,01	-0,11	29999	0,03	-0,11
8	14999,0	0,05	-0,1	29999	0,02	-0,1
9	14999,0	0,03	-0,15	29999	0,01	-0,11
10	14999,0	0,01	-0,12	29999	0,01	-0,11

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
14999	0	1
29999	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Humberto Arvelo Carrón



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	l (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	100	100	0,01	-0,01	10000	10000	0,04	-0,02	0,07
2		100	0,05	0		9999	0,03	-0,02	0
3		100	0,05	0		9998	0,01	-0,03	-0,01
4		100	0,02	0,03		10000	0,07	0,08	0,05
5		100	0,06	-0,02		9999	0,06	0,19	0,21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽¹⁾ (±g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0,02	-0,06						1
5	5	0,01	0,01	0,01	5	0,01	0,01	0,03	1
10	10	0,06	-0,03	0,01	10	0,02	-0,07	-0,01	1
50	50	0,03	0	0	50	0,02	-0,07	-0,05	1
100	100	0,01	0	0	100	0,04	-0,01	0,01	1
500	500	0,05	0,01	0,01	500	0,08	-0,01	0,01	1
1000	1000	0,04	-0,02	0,02	1000	0,05	0	0,02	1
5000	4999	0,01	-0,05	0,03	4999	0,06	-0,1	-0,07	1
10000	10000	0,02	0,01	0,01	10000	0,06	-0,21	-0,07	5
15000	15000	0,01	0,03	0,03	14999	0,07	-0,12	-0,02	5
30000	30000	0,06	0,6	0,09	30000	0,09	-0,21	-0,21	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0,19670 \text{ g}^2 + 0,000000000180 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0,838729929 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSO GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo

Anexo 7: Evidencia fotográfica

Figura 01: Trompo mezclador de 0. HP motor eléctrico para concreto de probetas



Fuente: Laboratorio mecánica de suelos

Figura 02: Elaboración de probetas



Fuente: Laboratorio mecánica de suelos

Figura 03: Probetas con adecuada trabajabilidad de concreto



Fuente: Laboratorio mecánica de suelos

Figura 04: Temperatura adecuada del concreto (23°C)



Fuente: Laboratorio mecánica de suelos

Figura 05: Probetas con cemento tipo 1



Fuente: Laboratorio mecánico de suelos

Figura 06: Testigos con concreto patrón $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Laboratorio mecánico de suelos

Figura 07: Máquina para ruptura de probetas



Fuente: Laboratorio mecánico de suelos

Figura 08: Probetas con concreto premezclado al 20% de agregado grueso



Fuente: Laboratorio mecánico de suelos

Figura 09: Medición de slump o asentamiento del concreto



Fuente: Laboratorio mecánico de suelos

Figura 10: Máquina de ruptura de probetas



Fuente: Laboratorio mecánico de suelos